



CULTIVOS MARGINADOS

otra perspectiva
de 1492



Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



En este volumen se estudian 65 cultivos, en su mayor parte de origen americano, que, debido a razones de índole social, agronómica o biológica, han perdido importancia a lo largo de los últimos 500 años. Algunos de ellos han quedado marginados respecto a su función original o a su potencial; otros incluso han sido prácticamente olvidados.

Son especies vegetales que, en otros momentos o bajo otras condiciones, jugaron un papel fundamental en la agricultura y en la alimentación de los pueblos indígenas y comunidades locales. La marginación a la que han llegado ha sido, en muchos casos, la consecuencia de la supresión premeditada de formas de vida autosuficientes que caracterizaban a las culturas tradicionales.

Esta obra, coordinada por los Doctores J.E. Hernández Bermejo (España) y J. León (Costa Rica), incluye contribuciones de 31 autores procedentes de 9 países. Su preparación fue promovida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, en colaboración con el Jardín Botánico de Córdoba (España), como aportación al desarrollo del Programa Etnobotánica 92.

El libro comprende una sección introductoria, que trata

CULTIVOS MARGINADOS

otra perspectiva de 1492

*Colección FAO:
Producción y protección vegetal Nº 26*

CULTIVOS MARGINADOS otra perspectiva de 1492

Editado por
J.E. Hernández Bermejo y J. León

Publicado en colaboración con el
Jardín Botánico de Córdoba
(España)
en desarrollo del
Programa Etnobotánica 92
(Andalucía 92)

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
Roma, 1992

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Catalogación antes de la Publicación de la Biblioteca David Lubin

Jardín Botánico de Córdoba (España)

Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492

(Colección FAO: Producción y protección vegetal, N° 26)

ISBN 92-5-303217-0

1. Cultivos	2. Producción vegetal	3. Tendencias
I. Título	II. Serie	III. FAO, Roma (Italia)

Código FAO: 11

AGRIS: F01

Reservados todos los derechos. No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en cualquier forma o por cualquier procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia, etc.), sin autorización previa del titular de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización, especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito que con ello se persigue, deberán enviarse al Director de Publicaciones, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© FAO 1992

Impreso en Italia

Preámbulo

A lo largo de la historia de la humanidad, el hombre ha utilizado para su alimentación miles de especies de plantas, muchas de las cuales han sido además domesticadas. Hoy en día se cultivan apenas 150 especies vegetales, de las cuales 12 aportan el 75 por ciento, aproximadamente, de nuestra alimentación y cuatro producen más de la mitad de los alimentos que consumimos. Esta involución ha incrementado la vulnerabilidad de la agricultura y ha empobrecido la dieta humana. Como consecuencia de ella, muchos cultivos locales, tradicionalmente importantes para la alimentación de los sectores más pobres de la sociedad, se hallan hoy subutilizados o marginados.

No cabe duda de que el uso, la domesticación y el cultivo de las especies vegetales más extendidas han sido determinados en gran medida por el azar, y están condicionados por los valores sociales, económicos y políticos de las culturas dominantes. Es muy probable que si el proceso hubiera sido cuidadosamente programado y las especies hubieran sido seleccionadas en base a los datos científicos de que hoy disponemos, el resultado hubiera sido distinto. En la actualidad, las nuevas biotecnologías representan un instrumento poderoso para salir del proceso de involución antes mencionado y así acelerar la domesticación de otras plantas prometedoras y la mejora genética de aquellas marginadas. Es posible, sin embargo, que no exista el interés económico y político necesario para promover investigaciones cuyos beneficiarios serían fundamentalmente los estratos sociales más pobres y de menor poder adquisitivo.

El descubrimiento de América, que puso en contacto dos mundos diversos, con historias, culturas y tradiciones propias, tendió al mismo tiempo un puente entre dos macrocosmos ecológicos. Los llegados a América llevaron, junto con su lengua, su religión y sus costumbres, algunas de las plantas cultivadas en el continente euroasiático; de regreso trajeron consigo, además de relatos de riquezas asombrosas, misteriosas culturas y costumbres exóticas, productos de la tierra desconocidos en el Viejo Mundo. Se inició así un vivaz intercambio de plantas y animales que en los siglos siguientes transformó profundamente los hábitos alimentarios a ambos lados del Atlántico.

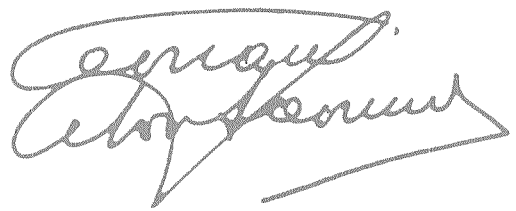
En el curso de ese intercambio, productos que en el pasado habían ocupado un lugar destacado en la economía y la alimentación de vastas regiones, sobre todo en América Latina, desaparecieron o quedaron marginados,

cediendo su lugar a cultivos provenientes del otro continente. Con el tiempo, el cambio de los hábitos alimentarios desencadenado por la introducción de esas plantas, no siempre bien adaptadas a las condiciones agro-ecológicas locales, determinó en algunos países del centro y sur de América una situación de dependencia alimentaria y económica que constituye hoy un serio obstáculo para su desarrollo.

En un momento en que el mundo conoce un aumento exponencial de su población y se pregunta con ansia si será posible poner fin al hambre y a la escasez de alimentos hoy existentes en muchas regiones sin causar nuevos daños a nuestro entorno natural, parece lógico volver la vista hacia el pasado y buscar posibles soluciones en las especies que han alimentado a la humanidad a lo largo de su historia.

Tal es el objeto del presente libro que, partiendo de un análisis de las características de esas plantas, intenta identificar posibles áreas de investigación y desarrollo para facilitar, cuando ello sea posible, su reintroducción en tierras a las que tan bien se habían adaptado a lo largo de los siglos. Su finalidad es, pues, eminentemente práctica, y mira a despertar de nuevo, en cooperación con las instituciones activas en este campo y con posibles donantes, el interés por el aprovechamiento eficaz de esos cultivos y su difusión.

Esta iniciativa representa también un primer paso para llevar a la práctica los principios enunciados en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada recientemente en Rio de Janeiro, y se enmarca en los continuos esfuerzos que la FAO viene desplegando desde hace años por encontrar sistemas y métodos de cultivo que permitan combinar el desarrollo con el respeto del medio ambiente.



Edouard Saouma

Director General

Organización de las Naciones Unidas
para la Agricultura y la Alimentación

Indice

Preámbulo	v
Figuras	xi
Siglas	xv
Prólogo	xix
INTRODUCCION	1
Los recursos fitogenéticos del Nuevo Mundo	3
Recursos genéticos	3
Las grandes regiones fitogeográficas	4
Biodiversidad de la flora americana	7
Relaciones culturales	7
Distribución de la diversidad genética	8
Cambios desde el año 1500	10
El desafío de la conservación	11
Ornamentales	11
Medicinales	21
Repercusiones de la introducción de la flora del Viejo Mundo en América, y causas de la marginación de los cultivos	23
Grado de marginación de las plantas americanas	24
Causas que determinaron la marginación de plantas útiles	26
Conclusión	29
LA AGRICULTURA EN MESOAMERICA	35
Plantas domesticadas y cultivos marginados en Mesoamérica	37
Geografía física y ocupación humana	37
La secuencia cultural	38
Sistemas agrícolas	38
Plantas domesticadas	40
Marginación de cultivos en Mesoamérica	43
Frijoles (<i>Phaseolus</i> spp.)	45
<i>Phaseolus coccineus</i>	46
<i>Phaseolus acutifolius</i>	49

<i>Phaseolus lunatus</i>	52
<i>Phaseolus polyanthus</i>	56
Cucúrbitas (<i>Cucurbita</i> spp.)	61
<i>Cucurbita argyrosperma</i>	61
<i>Cucurbita pepo</i>	66
<i>Cucurbita moschata</i>	69
<i>Cucurbita ficifolia</i>	72
Chayote (<i>Sechium edule</i>)	77
Anonas (<i>Annona</i> spp.)	83
<i>Annona diversifolia</i>	84
<i>Annona reticulata</i>	87
<i>Annona scleroderma</i>	88
Amarantos de grano (<i>Amaranthus</i> spp.)	91
<i>Amaranthus cruentus</i>	91
<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	91
Zapote (<i>Pouteria sapota</i>)	101
Jocote, ciruelo (<i>Spondias purpurea</i>)	109
Tomate de cáscara (<i>Physalis philadelphica</i>)	115
LA AGRICULTURA ANDINA	121
Cultivos marginados de la región andina	123
Granos y leguminosas andinas	129
Qañiwa (<i>Chenopodium pallidicaule</i>)	129
Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	133
Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>)	137
Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>)	143
Tubérculos andinos	147
Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)	147
Mashwa (<i>Tropaeolum tuberosum</i>)	150
Papas amargas (<i>Solanum x juzepczukii</i>) (<i>Solanum x curtilobum</i>)	152
Ulluku (<i>Ullucus tuberosus</i>)	157

Raíces andinas	163
Maca (<i>Lepidium meyenii</i>)	163
Arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	166
Chago o mauka (<i>Mirabilis expansa</i>)	170
Yacón (<i>Polymnia sonchifolia</i>)	174
Frutales andinos	179
Pepino dulce (<i>Solanum muricatum</i>)	
Tomate de árbol	183
(<i>Cyphomandra betacea</i>)	
Papayo de altura o chamburu	186
(<i>Carica pubescens</i>)	
LA AGRICULTURA AMAZONICA Y CARIBEÑA	191
Los cultivos de la Amazonia y Orinoquía:	
origen, decadencia y futuro	193
Orígenes de la agricultura y diversidad genética	194
Decadencia de la Amazonia y la Orinoquia	196
Erosión actual de los recursos genéticos y culturales	197
Cultivos y especies silvestres que merecen atención	198
Nuevas direcciones para el desarrollo agrícola neotropical	200
Cupuassu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	203
Pejibaye (<i>Bactris gasipaes</i>)	209
Especies de Paullinia con potencial económico	221
Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>)	
Mirtáceas subtropicales	227
Jaboticaba (<i>Myrciaria</i> spp.)	
Araza (<i>Eugenia stipitata</i>)	228
Feijoa (<i>Feijoa sellowiana</i>)	231
Lerén (<i>Calathea allouia</i>)	237
Yerba mate (<i>Ilex paraguariensis</i>)	245

Yautía o malanga (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	253
AL OTRO LADO DEL ATLANTICO: ESPAÑA	259
Procesos y causas de la marginación; repercusiones de la introducción de la flora americana en España	261
Especies marginadas	262
La llegada de las especies americanas	264
Modelos y causas de la marginación	269
Leguminosas de grano para alimentación animal	273
Composición y utilización	274
Botánica y ecología	278
Diversidad genética	278
Prácticas de cultivo	282
Perspectivas de mejora y limitaciones	283
Variedades tradicionales de leguminosas de grano para alimentación humana	289
Caupí (<i>Vigna unguiculata</i>)	291
Judía, frijol, alubia, habichuela (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	293
Haba (<i>Vicia faba</i>)	294
Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	297
Lenteja (<i>Lens culinaris</i>)	298
Guisante (<i>Pisum sativum</i>)	299
Hortícolas marginadas	303
Oruga (<i>Eruca sativa</i>)	303
Mastuerzo (<i>Lepidium sativum</i>)	307
Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>)	310
Borraja (<i>Borrago officinalis</i>)	314
Apio caballar (<i>Smyrniolum olusatrum</i>)	319
Escorzonera (<i>Scorzonera hispanica</i>)	323
Tagarnina (<i>Scolymus maculatus</i>)	326
Cardillo (<i>Scolymus hispanicus</i>)	328
Índice taxonómico	333

Figuras

FIGURA 1 Grandes tipos de formaciones vegetales de Mesoamérica, el Caribe y América del Sur	5
FIGURA 2 Mesoamérica	39
FIGURA 3 Frijoles: <i>Phaseolus coccineus</i> y <i>P. acutifolius</i>	47
FIGURA 4 Frijoles: <i>Phaseolus lunatus</i> y <i>P. polyanthus</i>	53
FIGURA 5 Cucúrbitas mesoamericanas: <i>Cucurbita argyrosperma</i> , <i>C. pepo</i> , <i>C. Moschata</i> y <i>C. ficifolia</i>	63
FIGURA 6 Chayote (<i>Sechium edule</i>)	79
FIGURA 7 Anonas: <i>Annona scleroderma</i> , <i>A. diversifolia</i> , <i>A. reticulata</i> , <i>A. cherimola</i> , <i>A. muricata</i> y <i>A. squamosa</i>	85
FIGURA 8 Amarantos de grano: <i>Amaranthus cruentus</i> y <i>A. hypochondriacus</i>	93
FIGURA 9 Zapote (<i>Pouteria sapota</i>)	103
FIGURA 10 Jocote, ciruelo (<i>Spondias purpurea</i>)	111
FIGURA 11 Tomate de cáscara (<i>Physalis philadelphica</i>)	117

FIGURA 12 Región andina	125
FIGURA 13 Granos andinos: qañiwa (<i>Chenopodium pallidicaule</i>) y quinua (<i>C. quinoa</i>)	131
FIGURA 14 Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) y kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>)	140
FIGURA 15 Tubérculos andinos: oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y mashwa (<i>Tropaeolum tuberosum</i>)	149
FIGURA 16 Tubérculos andinos: papas amargas y ulluku (<i>Ullucus tuberosus</i>)	153
FIGURA 17 Raíces andinas: maca (<i>Lepidium meyenii</i>) y arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	165
FIGURA 18 Raíces andinas: chago (<i>Mirabilis expansa</i>) y yacón (<i>Polymnia sonchifolia</i>)	171
FIGURA 19 Frutales andinos: pepino dulce (<i>Solanum muricatum</i>), tomate de árbol (<i>Cyphomandra betacea</i>) y papayo de altura (<i>Carica pubescens</i>)	181
FIGURA 20 Región amazónica y caribeña	195
FIGURA 21 Cupuassu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	205
FIGURA 22 Pejibaye (<i>Bactris gasipaes</i>)	211
FIGURA 23 Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>)	223

FIGURA 24 Jaboticaba (<i>Myrciaria jaboticaba</i>) y arazá (<i>Eugenia stipitata</i>)	229
FIGURA 25 Feijoa (<i>Feijoa sellowiana</i>)	233
FIGURA 26 Lerén (<i>Calathea allouia</i>)	239
FIGURA 27 Yerba mate (<i>Ilex paraguariensis</i>)	247
FIGURA 28 Area de distribución de <i>Ilex paraguariensis</i> var. <i>paraguariensis</i> y var. <i>vestita</i>	248
FIGURA 29 Yautía o malanga (<i>Xanthosoma saggitifolium</i>)	255
FIGURA 30 Leguminosas de grano: algarroba (<i>Vicia monanthos</i>), yeros (<i>V. ervilia</i>) y alverjón (<i>V. narbonensis</i>)	275
FIGURA 31 Leguminosas de grano: almorta (<i>Lathyrus sativus</i>), titarro (<i>L. cicera</i>) y alholva (<i>Trigonella foenum-graecum</i>)	277
FIGURA 32 Evolución de la superficie cultivada en España de especies de leguminosas de grano para alimentación animal	279
FIGURA 33 Evolución del rendimiento en grano de especies de leguminosas para alimentación animal cultivadas en España	280
FIGURA 34 Caupí (<i>Vigna unguiculata</i>)	292
FIGURA 35 Hortícolas: oruga (<i>Eruca sativa</i>), mastuerzo (<i>Lepidium sativum</i>) y verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>)	305
FIGURA 36 Hortícolas: borraja (<i>Borrago officinalis</i>), apio caballar (<i>Smyrniium olusatrum</i>) y escorzonera (<i>Scorzonera hispanica</i>)	315

Siglas

ARARI

Ege Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü [Instituto Regional de Investigaciones Agrícolas del Egeo] (Turquía)

CATIE/GTZ

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza/Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

CEPEC

Centro de Pesquisas do Cacau (Brasil)

CEPLAC

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Brasil)

CIAT

Centro Internacional de Agricultura Tropical (Colombia)

CIFAP

Centro de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)

CIP

Centro Internacional de la Papa (Perú)

CIRF

Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos

CPAA

Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Brasil)

CPATU

Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (Brasil)

CSIC

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España)

EMBRAPA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETSIA(M)

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (de Madrid)
(España)

GCIAI

Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional

IBTA

Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria

ICA

Instituto Colombiano Agropecuario

ICARDA

Centro Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas
Tropicales Semiáridas

ICRISAT

Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas
Tropicales Semiáridas

IITA

Instituto Internacional de Agricultura Tropical

INCAP

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (Guatemala)

INIA

Instituto Nacional de Investigaçãõ Agrária (Portugal)

INIAP

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ecuador)

INIFAP

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
(México)

INIPA

Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (Perú)

INPA

Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (Brasil)

INRA

Institut National de la Recherche Agronomique (Francia)

INTA

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina)

MAG

Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica)

MIDINRA

Ministerio de Desarrollo Agrícola/Instituto Nacional de Reforma Agraria
(Nicaragua)

NBPGR

National Bureau of Plant Genetic Resources [Consejo Nacional de
Recursos Fitogenéticos] (India)

OEA

Organización de Estados Americanos

SARH

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (México)

UACH

Universidad Autónoma de Chapingo

UCR

Universidad de Costa Rica

UICN

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

UNAM

Universidad Autónoma de México

USDA

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

VIR

N.I. Vavilov All-Union Research Institute of Plant Industry (CEI)

Prólogo

El propósito que anima esta obra es analizar la situación presente y perspectivas de mejora de algunos cultivos tradicionales cuya importancia fue mayor en otras épocas; en la actualidad se encuentran por completo olvidados o desempeñan sólo un papel marginal. Planteado el problema relativo a las repercusiones que 1492 tuvo sobre los recursos naturales y formas de vida, tanto en América como en España, el Descubrimiento y épocas sucesivas se estudian no como acontecimientos históricos que provocaron un gran flujo genético y cultural, sino en su dimensión contraria, como posibles causantes, inmediatos o retardados, de la marginación de ciertos cultivos.

El concepto de especie marginada en términos agrícolas debe ser matizado. Refiérese fundamentalmente a especies cultivadas; quedan por lo tanto excluidas aquellas que, pese a su posible interés etnobotánico o económico, se explotan directamente a partir de sus poblaciones silvestres. Son cultivos que en otros momentos o bajo otras condiciones tuvieron un mayor relieve en la agricultura tradicional y en la alimentación de los pueblos indígenas y otras comunidades locales. No se trata necesariamente de cultivos promisorios, por una parte, porque ya han sido cultivados, y por otra, porque no se pretende con su rescate convertirlos en intensivos o de producción exportable. Los cultivos marginados son aquellos cuyo uso y productividad se necesita más bien incrementar, como medio para aliviar las condiciones de vida y alimentación de etnias o poblaciones que suelen vivir en una economía que conoce pocos intercambios.

¿Cómo se ha originado esta situación de marginalidad? Diferentes factores la determinaron: introducción de especies que suplantaron a las tradicionales; pérdida de competitividad de estas especies frente a otras más productivas; variaciones progresivas en la demanda; prohibiciones económicas, culturales, políticas o religiosas; desaparición de los grupos étnicos que conocían las técnicas y usos de las plantas y sus formas de cultivo. Menester es reconocer, como en el examen que aquí se ofrece, que entre las razones sociales, agronómicas y biológicas causantes de la marginación, predominan las primeras. Esta fue en muchos casos consecuencia de la erradicación premeditada de formas de vida autosuficientes, y de su sustitución por otras foráneas, nacidas de intereses ajenos. Se desarrolló así, en las sociedades tradicionales de América Latina, una dependencia del exterior que se tradujo en pobreza.

El proyecto de este libro fue concebido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y contó, para las labores de coedición, con la colaboración del Jardín Botánico de Córdoba, España. El motivo de esta cooperación nació de la oportunidad de celebrarse, en septiembre de 1992, el Congreso «Etnobotánica 92», convocado por la mencionada institución española y la Ciudad de Córdoba. Los contenidos y objetivos del Congreso eran plenamente congruentes con el sentido de la obra proyectada. Esta serviría así de protocolo inicial para su discusión en un simposio sobre cultivos marginados, orientado a definir prioridades y a establecer nuevos proyectos de investigación y mejora de dichos cultivos, y a planear estrategias para su financiación.

Cuatro grandes secciones de esta obra versan básicamente sobre América Latina, reconociéndose tres zonas de actuación antropológica que se corresponden con los tres principales centros de diversidad fitogenética y de origen de las experiencias agrícolas: Mesoamérica, la región andina y la Amazonia. En consonancia con el planteamiento general de «Etnobotánica 92» —un Congreso concebido para analizar las consecuencias de 500 años de intercambio genético y etnobotánico entre ambas orillas del Atlántico, que se celebraba por iniciativa de una institución española—, pareció lógico incluir también una sección final dedicada a la marginación de cultivos en España y su posible relación con 1492.

El índice de especies estudiadas se ha restringido a los cultivos alimenticios, y dentro de éstos, salvo pocos casos, a los de interés exclusivo en la alimentación humana. Ello no significa que no se haya producido el mismo fenómeno de marginación, tal y como aquí se define, en otros tipos de cultivos. Quizás los casos más drásticos se encuentren entre los cultivos industriales: plantas tintóreas, de fibra o medicinales que son ya reemplazadas por productos sintéticos, quedando el cultivo en manos de las comunidades más pobres que no pueden adquirir los sustitutos artificiales, o sobreviviendo para servir en momentos en los que, por alguna contingencia del mercado, el producto natural vuelve a tener un consumo limitado.

Los capítulos son en algunos casos monoespecíficos, y en otros están referidos a grupos de cultivos taxonómica y agrónomicamente próximos. Con el fin de responder al objetivo básico de la mejora agrícola de las especies en sus regiones de explotación tradicional, se ha prestado atención a los siguientes aspectos:

Importancia de los recursos genéticos. Se pone de relieve tanto la utilización directa de nuevo germoplasma con superior rendimiento, calidad o resistencia, como su aplicación en programas previos de mejora genética, mediante técnicas más sofisticadas. También se hace mención de programas de conservación y bancos de germoplasma, e instituciones nacionales e internacionales que coordinan las acciones de conservación y utilización

de estos recursos. Se evalúa la variabilidad genética o la biodiversidad (cultivares conocidos, especies próximas, variabilidad intraespecífica silvestre, etc.) y se estiman los riesgos de erosión genética actuales.

Formas de consumo. Entre las causas directas o los factores coadyuvantes de la marginación se cuentan la pérdida, por olvido o represión cultural, de formas de consumo (preparación, conservación, costumbres culinarias, usos alternativos) de los alimentos a base de plantas tradicionales marginadas. Por esta razón se ha considerado de sumo interés recuperar no sólo los usos de estos cultivos, sino destacar sus valores nutricionales y formas de preparación.

Perspectivas de mejora y limitaciones. La atención de los especialistas se ha dirigido a rescatar los cultivos marginados, y por ende a señalar las orientaciones que pueden conducir a su mejoramiento. El desarrollo de los cultivos seculares debe hacerse tomando en cuenta las necesidades de las comunidades que los consumen. Es posible, contando con tecnologías modernas, poner en práctica programas de mejora, pero se ha de partir para ello de la experiencia adquirida por los agricultores mismos. Los trabajos de investigación han de llevarse a cabo a varios niveles, y cubrir, desde el estudio y evaluación de los materiales de siembra y prácticas de cultivo tradicionales, hasta la incorporación de una biotecnología adaptada a los problemas prácticos de los agricultores.

Pese a que los editores de esta obra establecieron una estructuración de los temas rigurosa, la diversa naturaleza de los asuntos tratados y los distintos enfoques de especialistas procedentes de más de 9 países han llevado a aceptar una cierta falta de uniformidad que resulta enriquecedora. A menudo se proporciona una información muy particularizada que es en buena medida inédita. Se recogen también juicios de valor, observaciones y opiniones personales que pueden ser de utilidad para quienes realicen trabajos de campo.

Los dos primeros capítulos presentan una visión de conjunto de la biodiversidad de los recursos fitogenéticos americanos y de los procesos que han causado la marginación. Este fenómeno está vinculado directa o indirectamente a la introducción, a partir de 1492, de la flora del Viejo Mundo en América.

En la sección dedicada a Mesoamérica se estudian algunos frijoles poco conocidos, calabazas y otras cucurbitáceas autóctonas, anonas y chirimoyos, huautli y amaranto, zapotes, jocotes y tomate de cáscara. No se han incluido los numerosos cultivos menores de la región en razón de lo restringido de su distribución geográfica.

En la sección relativa a la agricultura andina, los cultivos se agrupan en granos y leguminosas, tubérculos, raíces y frutales. Entre los granos se estudian la quinua, qañiwa, kiwicha y tarwi; entre los tubérculos, la oca,

ulluku, papas amargas y mashwa; entre las raíces, la arracacha, yacón, maca y mauka; entre los frutales, el papayo de altura, pepino dulce y tomate de árbol.

En la sección que versa sobre la agricultura amazónica y caribeña se examinan los cultivos marginados en la Amazonia entendida en sentido amplio y, por extensión, las especies de la región caribeña y otras de ambiente y origen subtropical. Se pasan en revista el cupuassu, pejibaye, especies de *Paullinia*, arazá, feijoa, jaboticaba, lerén, yerba mate y yautía.

La última sección contempla la posible influencia de la flora americana en la marginación de diferentes cultivos ibéricos. Se consideran especies leguminosas (para la alimentación animal y humana) y hortícolas. Se hubieran debido incluir los frutales y grupos de plantas de interés económico distinto de la alimentación humana.

Otros muchos cultivos no se han mencionado. Tal vez sólo se haya agrupado una parte de los que es preciso rescatar con urgencia. Se espera al menos haber ayudado a incrementar la difusión de su conocimiento, estimulando el intercambio de la información existente.

Búscase ahora la participación de diferentes instituciones nacionales e internacionales que puedan aportar medios, tecnología y pericia a los países menos desarrollados: los cultivos marginados desempeñan en ellos un importante papel en la alimentación.

Quizás lo primero que haya que lograr es un cambio de actitud en los propios países latinoamericanos respecto a las especies y sus productos derivados, actualmente marginados por la pasividad o desprecio de los consumidores, o por la ausencia de incentivos para su promoción y mejora. A estos esfuerzos deben sumarse nuevos estudios sobre manejo postcosecha, canales de comercialización y difusión de valores nutritivos, recordando que los beneficiarios primordiales de tal empeño deben ser los agricultores y consumidores.

J.E. Hernández Bermejo y J. León

Introducción

Los recursos fitogenéticos del Nuevo Mundo

El Descubrimiento trajo como consecuencia el intercambio de germoplasma más importante de la historia. Anteriormente, sólo tres especies —una cultivada (camote) y dos toleradas (calabaza vinatera, coco)— eran comunes a la agricultura del Viejo y del Nuevo Mundo. Después de 1492, el intercambio de especies cultivadas modificó radicalmente no sólo la alimentación de la mayoría de la humanidad, sino que condujo al desarrollo de los cultivos comerciales en los trópicos y a crear un nuevo orden económico en el mundo. La relación entre el hombre y las plantas cultivadas afectó desde las necesidades básicas de alimentación y vestido hasta su consumo para la ornamentación y el ocio.

Las primeras introducciones en América —granos, hortalizas y frutales europeos plantados en La Española— no tuvieron éxito, pero pocas décadas más tarde en las tierras altas de México y los Andes produjeron rendimientos que sobrepasaban a los de Europa. En cambio, los plátanos, la caña de azúcar y los cítricos, entre otros, se aclimataron fácilmente en las áreas tropicales. De Africa se introdujeron ñames y otros cultivos menores. De América a Europa, el maíz, llevado poco después del Descubrimiento, se extendió en tres a cuatro décadas por todo el centro del continente. Más adelante, papas, tomates, cucúrbitas, frijoles y chiles fueron incorporados lentamente en la cocina europea, confiriéndole las características con las que hoy se conoce.

En Africa se introdujo la yuca o mandioca y el maní, que cambiaron radicalmente la alimentación en la parte occidental del continente. El arroz, originario del sureste de Asia y traído a América desde España y Africa, llegó a constituir un alimento básico; en cambio, los algodones del Nuevo Mundo desplazaron a los africanos y asiáticos. En los cultivos comerciales la influencia del intercambio fue determinante. La caña de azúcar fue el primer producto agroindustrial del Nuevo Mundo. El café de Etiopía, introducido hace dos siglos, constituyó el principal producto de América Latina, seguido por los bananos, originarios del sureste de Asia. En sentido contrario, el cacao de Brasil ha sido el principal producto comercial de Africa occidental, y con el caucho del Amazonas, un importante artículo de exportación del sureste de Asia. En este siglo, los pastos africanos han reemplazado en América Latina a las especies locales, pobres en número y de bajo rendimiento.

El intercambio de germoplasma es un proceso continuo en la diversificación agrícola y el mejoramiento genético. El hecho de que a ambos lados del Atlántico una mayoría de los cultivos comerciales sean de origen foráneo, implica que las tareas de su conservación, evaluación e intercambio sean de interés mundial. Las pérdidas de germoplasma en el sureste de Asia pueden repercutir más en América tropical que en aquella región.

RECURSOS GENETICOS

Actualmente se utiliza cada vez más el término de recursos genéticos en lugar de germoplasma, por

El autor de este capítulo es J. León (San José, Costa Rica).

juzgársele más amplio y apropiado. El interés en la preservación, documentación y utilización intensiva de los recursos genéticos es relativamente reciente. Como uno de tantos recursos naturales, el germoplasma de plantas cultivadas que se pierde no se recupera más. Su concentración en países de agricultura incipiente crea problemas especiales de conservación e intercambio, aunque los sistemas agrícolas prevalentes en esas regiones tienden a preservarlo como material de siembra.

El ámbito de los recursos genéticos de las plantas cultivadas varía considerablemente según la especie. La primera categoría consiste en los cultivares primitivos, o sea aquellos que son el resultado de una selección incipiente hecha por los agricultores. No existen inventarios completos, aun en especies de alto valor económico, que permitan estimar su número; en algunas especies pueden ser docenas, en otras centenares. La mayoría tienen una distribución geográfica restringida, y muchos se cultivan sólo para el consumo familiar. Fuera de su centro de origen dan altos rendimientos, como lo prueban algunos ensayos. Su valor potencial es el conjunto de genes resistentes a condiciones ambientales muy variadas, a enfermedades y plagas, y a menudo su alto valor nutritivo. Están muy expuestos a la erosión genética, por tratarse de poblaciones pequeñas, que son fáciles de reemplazar por otros cultivares, y por ser utilizados por los grupos sociales más pobres reciben escasa atención.

La segunda categoría, los cultivares avanzados, está limitada en América tropical a unas pocas especies; son el resultado de trabajos de mejora genética destinados a producir cultivares de alto rendimiento, resistentes a enfermedades y plagas o adaptados a condiciones ambientales específicas. Algunos cultivos originarios de los trópicos americanos han sido sometidos a mejora genética en áreas de agricultura avanzada: América del Norte, Europa y Japón. Los cultivares a

los cuales dieron origen, sin embargo no se adaptaron a las condiciones dominantes en América tropical.

La tercera categoría está constituida por las poblaciones silvestres de la especie cultivada, que subsisten en el área en que se domesticó la especie. Crecen espontáneamente, y a veces la acción de la selección disruptiva no permite que entre las poblaciones silvestres y las cultivadas pueda haber intercambio de genes. Un grupo aparte lo constituyen las malezas, cuya definición es difícil. En los sistemas de agricultura primitivos no hay límites claros entre cultivares, malezas y poblaciones silvestres, ya que en ciertos casos las dos últimas también se utilizan.

Fuera del ámbito de la especie, los parientes cultivados o silvestres, con los cuales es posible el intercambio de genes, constituyen una cuarta categoría, que puede desempeñar un papel importante en la mejora genética. Con frecuencia los parientes de una especie cultivada se utilizan en prácticas como el injerto, que requieren afinidad fisiológica. En ciertos casos —cítricos y orquídeas ornamentales— los recursos genéticos se extienden a otros géneros en la formación de híbridos multigenéricos.

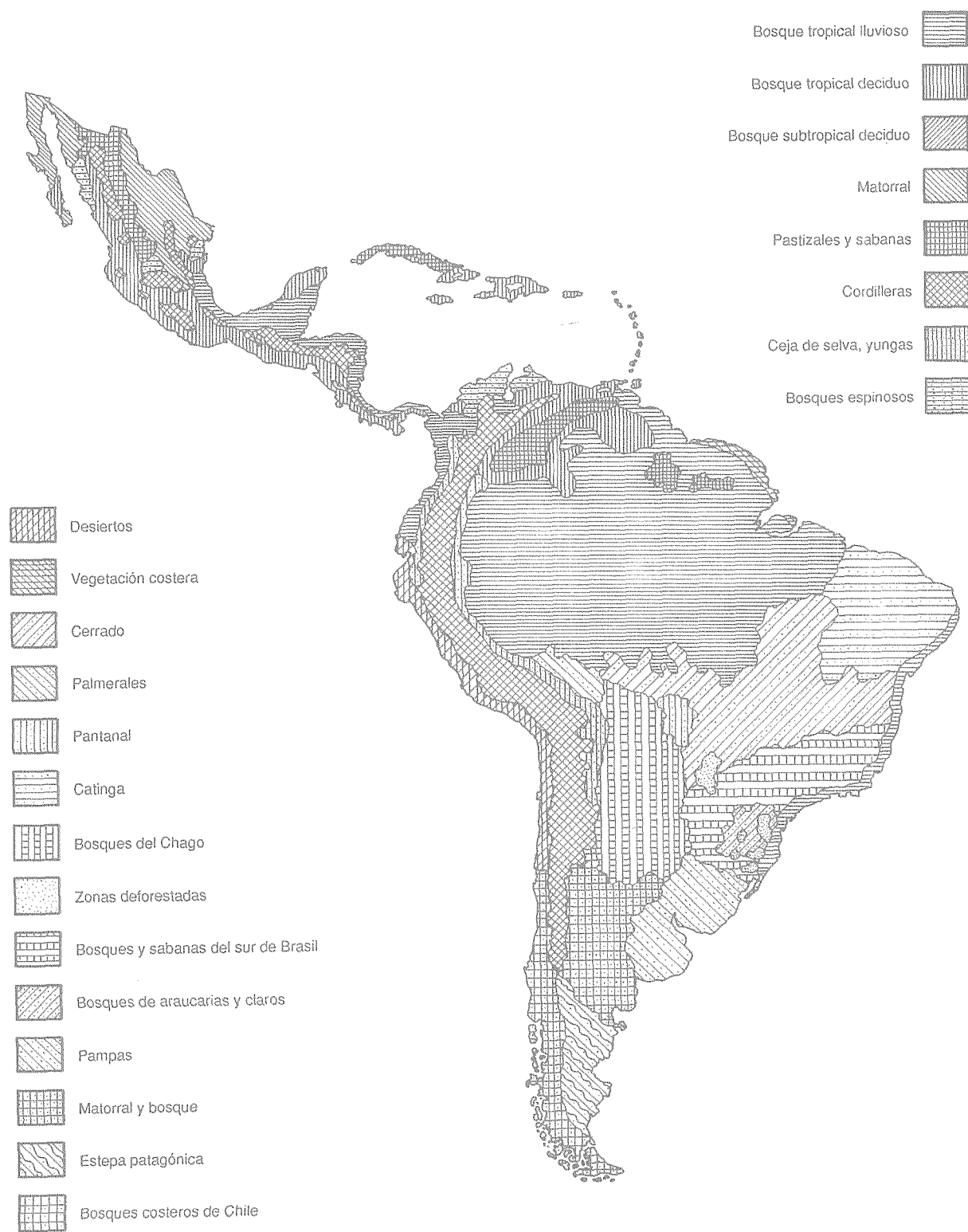
LAS GRANDES REGIONES FITOGEOGRAFICAS

El trasfondo de los procesos que determinan la riqueza de recursos genéticos del continente se entiende mejor si se considera su relación, por un lado, con la distribución de las formaciones vegetales y su biodiversidad y, por otro, con los factores humanos, o sea con los aspectos culturales. La primera es muy compleja en la región tropical del Nuevo Mundo, por el número y diferencias de los paisajes naturales.

Hacia los 25° lat. N terminan las regiones áridas de América del Norte, con desiertos o semidesiertos, y se inician áreas de mayor humedad a lo largo de las zonas costeras de

FIGURA 1

Grandes tipos de formaciones vegetales de Mesoamérica, el Caribe y América del Sur.



México. Paralelos a las costas se levantan los sistemas montañosos de las Sierras Madres, que dejan entre ellas los valles altos y amplios del centro, que fueron el área nuclear de Mesoamérica. Hacia el sur, las zonas montañosas, cordilleras y valles intermontanos, se extienden con sólo una interrupción en Tehuantepec, hasta Panamá. La vegetación de las cordilleras es predominantemente de origen norteamericano hasta Nicaragua, y los primeros páramos andinos aparecen ya en Costa Rica. En las zonas bajas hay diferencias notables entre las dos vertientes. En la vertiente atlántica, la selva lluviosa se inicia al sur de Tamaulipas y continúa por las llanuras costeras hasta Darién, en Panamá, interrumpida solamente en Yucatán por una selva baja y seca, y en el norte de Nicaragua por pinares extensos, debidos a condiciones edáficas. En la vertiente del Pacífico, en cambio, desde Sinaloa, el bosque tropical seco, en áreas con estaciones alternas, se extiende hasta el centro de Panamá, con una sola interrupción en Costa Rica, por el bosque tropical húmedo de Osa. Los elementos que componen los bosques de las tierras bajas son principalmente de origen sureño, y penetran en México hasta el límite norte de los bosques lluviosos o secos.

En América del Sur, la selva tropical lluviosa del estrecho de Darién se extiende hacia el sur hasta Ecuador por las llanuras costeras; se bifurca hacia el norte y el noreste en Colombia y Venezuela, donde limita con un bosque tropical seco, semejante al de México en América Central, el cual cambia hacia la costa a matorrales de semi-desierto con cactáceas, que llegan hasta el litoral caribe.

Las cordilleras andinas presentan una gran diversidad de pisos de vegetación, desde las laderas que bordean el Pacífico, desérticas en el Perú y Chile, hasta la vegetación de los páramos. La vertiente oriental es, en general, mucho más húmeda, y forma una franja continua de Venezuela a Bolivia («cejas», «yungas»). Las condiciones

del relieve determinan en los Andes áreas de sequedad extrema, algunas de ellas desprovistas por completo de vegetación, como los saladares.

Al extremo noreste de los Andes, un área de baja humedad, los llanos del Orinoco, se extiende desde el centro del continente hasta el Atlántico y termina en bosques muy secos en el litoral. Al oriente del Orinoco, hay bosques secos y palmerales en los suelos más húmedos.

El centro del continente está cubierto por la selva tropical húmeda del Amazonas-Orinoco, con la excepción de las sabanas altas de Guayanas. Esta selva, la más extensa en el mundo, se puede dividir en varias subregiones por los tipos de vegetación y la composición florística, determinada por la expansión de las formaciones vegetales antiguas y las condiciones de ambiente. Desde el punto de vista fitogeográfico es importante la brecha de Obidos, una franja que atraviesa la cuenca del Amazonas de norte a sur, determinada por una precipitación más baja, alrededor de los 1 500 mm, muy inferior al del resto de la Amazonia, que divide a ésta en una sección occidental y otra oriental, y es una barrera para la expansión de numerosas especies. El alto Amazonas, de Obidos a las serranías andinas, es una de las zonas más interesantes en América del Sur por su riqueza florística, y del punto de vista de los recursos genéticos, por los numerosos cultivos que allí se originaron.

La disminución de la humedad al sur de la selva amazónica determina paisajes de bosques abiertos y sabanas. El «cerrado» es un área enorme en el centro de Brasil, relativamente baja, ondulada o con sierras de poca elevación, cubiertas de vegetación arbórea baja, espaciada, siempre verde, más densa hacia las corrientes de agua. La humedad es favorable a la agricultura, cuyo desarrollo es reciente; los suelos son productivos si se aplican fertilizantes químicos.

El noreste de Brasil está en gran parte ocupado por la «catinga», con un bosque claro, deciduo, a

menudo con predominancia de palmeras y cactus. Es una zona difícil para la agricultura; ofrece productos naturales para la recolección, como la cera de carnauba al extremo norte. En la frontera con la selva lluviosa, en áreas con unos 1 500 mm de precipitación, hay grandes formaciones de *babaçú*, importante como fuente de aceite. El cerrado y la catinga son pobres en cultivos autóctonos, en parte por la abundancia de recursos naturales, y por las condiciones adversas para la agricultura permanente.

Entre la catinga y el mar se extiende una franja de alta humedad, con bosque lluvioso, que en Bahía se aprovecha en gran parte para plantaciones de cacao, caña y otros cultivos. Los bosques lluviosos del litoral están interrumpidos al norte de Rio de Janeiro por áreas secas, pero se prolongan al sur hasta casi los 30° de latitud.

Del límite sur del cerrado hasta el trópico de Capricornio, hay varias regiones de paisajes diferentes, que se inician en los contrafuertes de los Andes con las sabanas de palmeras en Bolivia; luego el bosque seco del Chaco, que ocupa la mayor extensión; el gran pantanal en el Mato Grosso, y los bosques mesofíticos que se extienden hacia el este hasta las selvas lluviosas del litoral.

BIODIVERSIDAD DE LA FLORA AMERICANA

La biodiversidad de las plantas de los trópicos americanos comprende dos aspectos, aún no del todo estudiados. El primero es la diversidad de tipos de plantas determinada por la adaptación a un ambiente de mucha competencia, complejo e inestable. A esas condiciones las especies han respondido creando hábitos (epifitismo, parasitismo) que implican cambios completos en el organismo, o adaptando órganos como en las lianas o las plantas flotantes, que se acomodan a necesidades más restringidas.

El segundo aspecto, la riqueza en familias,

géneros y especies, ha sido más estudiado, pero los inventarios hechos en el Nuevo Mundo cubren sólo países o regiones muy pequeñas, lo que permite apenas tener una idea de la situación total. Es bien sabido que la riqueza florística aumenta de las latitudes bajas hacia el ecuador, y que alcanza, así como la diversidad de formas biológicas, su nivel más alto en los trópicos húmedos. Se puede estimar entre 60 000-70 000 el número de especies de plantas superiores en los trópicos del Nuevo Mundo. Dentro de ellas un porcentaje muy alto corresponde a familias como las Compuestas, Orquídeas, Rubiáceas, Ciperáceas, Aráceas y Melastomatáceas, que son pobres en órganos que suplen materiales para la alimentación o la industria. Es de esperar, en consecuencia, que no haya correlación entre la riqueza florística de una región y el número de plantas domesticadas en ella. Así, en Costa Rica, con cerca de 10 000 especies de plantas superiores, sólo se domesticó una especie. En Ecuador, cuya riqueza florística no tiene paralelo en el continente, se presume que sólo se domesticaron cuatro especies. Por otra parte, las áreas con mayor riqueza florística son las que ofrecen mejores perspectivas para la utilización futura, especialmente en la industria.

RELACIONES CULTURALES

Es evidente que ni la riqueza florística ni la diversidad de las grandes formaciones vegetales son factores primarios en la domesticación. Ambas condiciones pueden más bien ser negativas; la primera, porque en una gama amplia de productos es fácil encontrar sustitutos si alguno de ellos escaseara; la segunda, porque la abundancia de un producto en una formación natural hace innecesaria su domesticación.

Aunque no puede establecerse con seguridad qué especies se cultivaban en América antes de 1492, su número se estima entre 250 y 300. La gran mayoría de ellas están aún en un estado incipiente de cultivo, y no se les podría aplicar la

categoría de domesticadas, si se siguen las normas establecidas por ciertos especialistas que limitan este concepto sólo a las especies que han sido objeto de mejora genética. Pero si se admite que la relación entre el hombre y las plantas cultivadas tiene un sentido más amplio, el desarrollo y aplicación de prácticas de cultivo y la invención de técnicas de utilización, como factores del proceso de la domesticación de una especie, se pueden considerar tanto o más importantes que la mejora genética.

En América tropical la pobreza de los testimonios arqueológicos e históricos hacen muy difícil determinar los factores que indujeron a la domesticación, y a establecer si ésta estuvo circunscrita en el tiempo, o si se trató de un largo proceso, si ocurrió en un solo lugar o en varios, y si se realizó sólo una vez o se repitió en épocas distintas.

La domesticación en el Nuevo Mundo pudo deberse a las mismas causas que se cree operaron en el Viejo Mundo: escasez de recursos de recolección, pesca y caza; presión demográfica; cambios ambientales, o transformaciones culturales. También se pueden mencionar causas secundarias, como la comodidad de tener un recurso más a mano que irlo a buscar en el bosque, especialmente si sólo requería manejo y propagación fáciles.

Una vez pasada la etapa inicial de domesticación, la expansión de los cultivos expuso a las especies a nuevas fuerzas de selección e incrementó su diversidad. La expansión pudo hacerse por difusión o por emigración, como se describirá más adelante.

DISTRIBUCION DE LA DIVERSIDAD GENETICA

Los recursos genéticos de las plantas cultivadas no tienen una distribución uniforme. Están concentrados en las regiones tropicales y subtropicales, en mayor número de especies y variedades, y son escasos o faltan del todo en áreas muy exten-

sas de las zonas templadas. Vavilov fue el primero en señalar dicha irregularidad en la distribución geográfica, y aunque su explicación ya no es aceptada, su definición de zonas de alta riqueza en recursos genéticos sigue siendo válida y útil. Hay una relación estrecha entre los ocho centros que Vavilov señaló como áreas de alta diversidad y el estado de la agricultura en la época del Descubrimiento. A la llegada de los europeos había en América dos regiones de agricultura avanzada: Mesoamérica, con un área nuclear en México-Guatemala, y los Andes, con un zona similar en el sur del Perú. No sólo la agricultura estaba más avanzada en esas dos regiones, sino también la industria, comercio, comunicaciones y desarrollo urbano. En ellas el progreso agrícola se caracterizaba por el alto número de plantas cultivadas, el reducido número de animales domésticos, el desarrollo del riego y la conservación del suelo, las herramientas adaptadas al trabajo del campo, (para el cual no se contaba con animales de tiro), y una tecnología para la conservación de alimentos mucho más avanzada que la que existía en Europa.

Mesoamérica y los Andes no tenían una comunicación cultural directa. Estaban separados por una región intermedia, que incluía gran parte de América Central y del noroeste de América del Sur, cuyo desarrollo cultural era mucho menor. Había varias plantas que se cultivaban en las dos regiones, lo que representa un substrato común a todo el continente.

El maíz ha sido la planta de cultivo más extenso: desde la desembocadura del río San Lorenzo, en Canadá (52° lat. N), hasta el centro de Chile (35° lat. S), y desde el nivel del mar hasta los 3 900 m de altitud. Los frijoles, *Phaseolus vulgaris* y *P. lunatus*, cubrían un área semejante; este último se cultivaba hasta las costas de Brasil. También eran comunes el tabaco y los aguacates. Es de interés indicar que de los géneros *Amaranthus*, *Capsicum*, *Cucurbita*, *Gossypium*,

Physalis, *Pachyrrhizus* se domesticaron especies diferentes en Mesoamérica y los Andes.

La botánica, la arqueología y la historia han permitido comprobar que ambas regiones tuvieron en sus áreas nucleares un número significativo de especies cultivadas autóctonas; algunas de ellas todavía se encuentran sólo en esas zonas. Las áreas nucleares estaban rodeadas por otras de condiciones ambientales diferentes, en las cuales había plantas domesticadas de origen local. De ello resulta una norma de distribución según la cual el número de especies y variedades cultivadas disminuye de la región nuclear hacia la periferia.

Al componente local del germoplasma en las áreas nucleares y adyacentes hay que agregar la contribución foránea, a través de introducciones hechas en diferentes épocas y de distintas procedencias. Antes del Descubrimiento ya se cultivaban en Mesoamérica y los Andes la yuca, el camote, el maní y el achiote, posiblemente originarios de otras áreas del continente, y la calabaza (*Lagenaria siceraria*), probablemente de origen africano, utilizada, desde Estados Unidos a Argentina, solamente por sus frutos, que servían de recipientes. Este proceso de difusión comenzó, en las primeras etapas de la agricultura, por intercambios, robo, guerras y conquistas entre las poblaciones primitivas. El éxito de las introducciones dependió de la capacidad de adaptación de las especies a nuevos ambientes, y de su aceptación por los consumidores. El caso del plátano es ejemplar; fue introducido al inicio del Descubrimiento, y su expansión en América tropical precedió en diez años el desplazamiento de los conquistadores. De menor efecto pudo ser la difusión de cultivares que resultó de la emigración, voluntaria o forzada, de comunidades humanas, pero hay pruebas históricas que la confirman. La concentración de recursos genéticos en Mesoamérica y los Andes, que en el momento de la Conquista eran los asientos de dos imperios muy extensos,

se puede explicar por la acumulación de germoplasma durante una larga historia de domesticaciones locales, y la adaptación de cultivos foráneos, en base a unas pocas especies cultivadas comunes a las dos regiones.

Estas dos áreas de concentración intensa de germoplasma ocupan sin embargo una superficie muy reducida. Fuera de los trópicos, al norte de Mesoamérica, hubo pocas domesticaciones aisladas: girasol, aguaturma (*Helianthus tuberosus*), *Iva annua*, *Proboscidea parviflora*, *Chenopodium* sp., de las cuales sólo las dos primeras se conocen en otras regiones.

La región intermedia se extiende en América del Sur abarcando las cuencas del Orinoco, Amazonas y Paraguay-Paraná. Esta inmensa región cubre las áreas de mayor riqueza en diversidad de especies y ambientes en el continente. En ella se domesticaron especies de importancia mundial: yuca, camote, piña, maní, y muchas de cultivo incipiente. A pesar de su enorme extensión no existen áreas nucleares con alta concentración de germoplasma, y sólo en el alto Amazonas hay una zona indefinida de plantas autóctonas aún en estado incipiente de cultivo. Existen pruebas arqueológicas de una ocupación humana antigua y extensa en la región intermedia, en edad comparable a las ocupaciones en Mesoamérica y los Andes, pero ningún grupo humano alcanzó una cultura paragonable a la de estas civilizaciones. Para explicar la ausencia de una agricultura avanzada, se puede aducir que en ciertas regiones, por ejemplo la Amazonia, imperan condiciones naturales, como la abundancia de recursos alimenticios en plantas y animales que eran suficientes para abastecer a una comunidad, asegurándole durante todo el año una nutrición equilibrada; y que la baja fertilidad de los suelos, las crecidas de los grandes ríos y las sequías prolongadas no favorecieron el desarrollo de una civilización sólidamente arraigada.

Finalmente, en el extremo sur del continente,

ya fuera de los trópicos, hubo domesticaciones aisladas. En Chile se cultivaron los cereales *Brumus mango* y *Elymus* sp., hasta que los cereales europeos los reemplazaron por completo; una oleaginosa, *Madia sativa*, se cultivó hasta el siglo xviii. En Argentina y Brasil se inició el cultivo de una hortaliza de importancia mundial, *Cucurbita maxima*.

Las Antillas no fueron una fuente importante de plantas cultivadas. Sólo el mamey, *Mammea americana*, que parece tener origen antillano, crece silvestre en las Antillas Mayores, donde se conoce con el nombre de taíno. Es dudoso que el arrorruz (*Maranta arundinacea*) fuera domesticado en las Antillas Menores como se ha sugerido; pudo más bien haber sido introducido desde América del Sur. Las Antillas, especialmente La Española, fueron los sitios donde los europeos conocieron primero un buen número de las plantas cultivadas americanas, adoptando para ellas los nombres indígenas, que luego difundieron por todo el continente.

CAMBIOS DESDE EL AÑO 1500

Varios procesos afectaron radicalmente el estado de los recursos genéticos después del Descubrimiento. Su acción varió de un cultivo a otro, fue también desigual según la región, y su intensidad ha sido diversa de acuerdo con la época. Resulta difícil valorar el impacto de esos procesos, así como tener una idea exacta de las pérdidas de germoplasma. Por pruebas históricas se sabe que algunas especies desaparecieron del cultivo, pero no es posible evaluar las pérdidas a nivel de cultivares.

Dos nuevos procesos se observan inmediatamente después del Descubrimiento. El primero fue la introducción del ganado, que condujo a una explotación extensiva, que aún subsiste en algunas regiones de América Latina dentro de marcos coloniales. La ganadería extensiva ocupó primero las tierras de cultivo que los indios abandona-

ron por la presión de la Conquista o por la despoblación debida a enfermedades. Para sostener la explotación ganadera en las tierras altas se introdujeron especies euroasiáticas de forrajes, y en las tierras bajas, pastos africanos, algunos de los cuales se convirtieron en las peores malezas y eliminaron prácticamente a los pastos nativos.

El segundo proceso fue la introducción de cultivos de exportación —caña de azúcar, índigo, café, banano, palma de aceite—, que se establecieron talando bosques primarios o en terrenos agrícolas destinados a cultivos de subsistencia. Los monocultivos se transformaron, por la siembra densa y las prácticas agronómicas, en verdaderos desiertos de biodiversidad.

Los procesos de urbanización, si así se puede llamar a la construcción de habitaciones y vías de transporte, han afectado seriamente la preservación de los recursos genéticos, ya que en América Latina la expansión de las ciudades se ha hecho, en la mayoría de los casos, alrededor de los centros antiguos de población, que estaban circundados por campos donde se practicaba una agricultura intensiva y variada. La urbanización ha provocado cambios en la alimentación, que han disminuido el consumo de alimentos tradicionales.

Las repercusiones que el cambio de variedades ha determinado en la supervivencia de los recursos genéticos han sido de menor importancia en América tropical. En primer lugar, por la falta de programas de mejora genética o selección, en la gran mayoría de los cultivos. En segundo lugar, por la resistencia de los agricultores a adoptar nuevas variedades, especialmente para los cultivos alimenticios. (Los agricultores suelen dudar de las propiedades de las variedades mejoradas cuando no están cabalmente informados acerca de las modalidades de su manejo, y esta incertidumbre les hace preferir las variedades tradicionales.)

Otro factor que ha favorecido la diversidad

genética es la siembra de mezclas de cultivares, para asegurar la cosecha de por lo menos uno de ellos. El aspecto estético de esta práctica se refleja en la diversidad de formas, colores y tamaño de frutos, tubérculos y otros productos. En algunos casos los hábitos alimenticios y la superioridad nutritiva y culinaria de los cultivares primitivos han contribuido a su supervivencia.

EL DESAFIO DE LA CONSERVACION

¿Qué puede hacer una región formada por más de 30 países independientes, con serios problemas en todas sus áreas de desarrollo, para mantener lo más integralmente posible el germoplasma de unas 350 especies cultivadas? Es mucho lo que se está haciendo a nivel nacional y regional, especialmente en los cultivos prioritarios que despiertan interés mundial. Sin embargo, la capacidad de producción de alimentos del mayor número de cultivos aún no ha sido estudiada.

La preservación de este acervo genético es una tarea compleja, que requiere la responsabilidad compartida de instituciones nacionales y entidades regionales e internacionales, así como decisiones políticas que garanticen la conservación permanente del germoplasma. Como la gran mayoría de los cultivos tropicales tienen semillas recalcitrantes o son de propagación vegetativa, su conservación tendría que hacerse en colecciones vivas. Se requerirá desarrollar nuevas técnicas en el establecimiento y manejo de las colecciones, y su duplicación en sitios diferentes. Como muchos de los cultivos de los trópicos americanos son exóticos, se necesitará más germoplasma y una política internacional de introducción e intercambio. Esta riqueza genética asegurará en el futuro una alimentación rica y variada, y una fuente de productos industriales para los usos más diversos.

La preservación del germoplasma autóctono de América tropical dependerá también del establecimiento de bancos de germoplasma y áreas protegidas. Se basará en el desarrollo de

mercados y de tecnología para el manejo agronómico y la preparación para el consumo. Será preciso encontrar usos más diversificados que amplíen el mercado, y lanzar campañas de información acerca de su valor nutritivo y de sus cualidades organolépticas, basadas en los conocimientos tradicionales. Con este fin será preciso intensificar las investigaciones etnobotánicas, y desarrollar un estudio sistemático del manejo agronómico y de las tecnologías de preparación del producto. Ejemplos recientes demuestran que con poco esfuerzo y tiempo algunos cultivos marginados se han podido convertir en artículos para la venta en supermercados. También se han visto fracasos notables por falta de planificación y experiencia. Pero, en los casos de éxito, los enfoques tradicionales relativos a las colecciones vivas y los bancos de semillas se han asociado con la investigación del manejo agronómico y la comercialización.

En el Cuadro 1 se enumeran las plantas originarias del Nuevo Mundo. Dicho catálogo quedaría incompleto si no se mencionaran las ornamentales y las medicinales.

ORNAMENTALES

Hay pruebas históricas del cultivo prehispánico de especies ornamentales, como *Dahlia*, *Tagetes* y otras en México, pero fue en los dos últimos siglos cuando un gran número de especies americanas se introdujeron al cultivo, primero en Europa y luego en Estados Unidos, muchas de las cuales han sido alteradas genéticamente. Entre las familias que han provisto un mayor número de especies, están las Aráceas, Bromeliáceas, Cactáceas y Palmeras. Otras familias de importancia comercial son las Amarilidáceas (*Hymerocallis*, *Hippeastrum*, *Zephyranthes*), las Compuestas (*Cosmos*, *Tagetes*, *Zinnia*), y las Solanáceas (*Browallia*, *Brugmansia*, *Nierembergia*, *Petunia*, *Salpiglossis*). Numerosos géneros en familias muy distintas contienen especies de cultivo extenso:

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Cereales y otros granos		
Amarantáceas		
<i>Amaranthus caudatus</i>	Achís, achita, ataco, coima, kiwincha, sangorache	Ecuador, Argentina
<i>A. cruentus</i>	Chían, alegría	Estados Unidos (Nuevo México), Guatemala
<i>A. hypochondriacus</i>	Alegría, huautli, zoale	Estados Unidos (Nuevo México), Guatemala
Gramínea		
<i>Zea mays</i>	Maíz	Canadá, Argentina
<i>Bromus mango</i> ¹	Mango	Chile
<i>Elymus sp.</i> ¹	Teca	Chile
Compuestas		
<i>Iva annua</i> ¹		Estados Unidos
Quenopodiáceas		
<i>Chenopodium pallidicaule</i>	Ayara, cañihua, qañiwa	Perú, Bolivia
<i>C. quinoa</i>	Quinoa, quinua, suba	Colombia, Chile
<i>Chenopodium sp.</i> ¹ (aff. <i>buschianum</i>)		Estados Unidos
Martiniáceas		
<i>Proboscidea parviflora</i>		Estados Unidos
Especias y condimentos		
Apocináceas		
<i>Fernaldia pandurata</i>	Loroco	El Salvador
Bombacáceas		
<i>Quararibea funebris</i>	Cacaوخochitl	México
Ciperáceas		
<i>Cyperus sp.</i>	Pripreoca	Amazonas
Compuestas		
<i>Eupatorium ayapana</i>	Ayapana	Amazonas
<i>Porophyllum ruderale</i>	Quillquiña	Bolivia
<i>Spilanthes oleracea</i> (<i>S. acmella</i> var. <i>oleracea</i>)	Berro	Perú
<i>Tagetes graveolens</i>	Huacatay	Perú, Bolivia
<i>T. mandoni</i>	Huacatay, suico	Perú, Bolivia
Mirtáceas		
<i>Pimenta dioica</i> (<i>P. officinalis</i>)	Pimienta gorda, pimienta de Chiapas, jamaica	México, Guatemala, Antillas
Orquidáceas		
<i>Vanilla planifolia</i>	Vainilla	México

¹ Especies desaparecidas del cultivo.

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento (continuación)

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Espicias y condimentos		
Quenopodiáceas		
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Apazote, paico	México, Perú
Solanáceas		
<i>Capsicum annuum</i>	Chile, ají	Estados Unidos, América del Sur (parte septentrional)
<i>C. baccatum</i>		América del Sur
<i>C. chinense</i>		América del Sur (parte septentrional)
<i>C. frutescens</i>		Mesoamérica
<i>C. pubescens</i>	Rocoto	Ecuador, Bolivia
Umbelíferas		
<i>Eryngium foetidum</i>	Culantro de monte	Mesoamérica, Antillas
Estimulantes		
Agaváceas		
<i>Agave cocuy</i>	Cocuy	Venezuela
<i>A. mapisiga</i>		México
<i>A. salmiana</i>	Pulque, aguamiel	Mesoamérica
Aquifoliáceas		
<i>Ilex paraguariensis</i>	Mate	Paraguay, Argentina
Eritroxiláceas		
<i>Erythroxylum coca</i>	Coca, ipadú	América del Sur (partes septentrional y central)
<i>E. novo-granatense</i>	Coca de Trujillo	América del Sur (parte occidental)
Esterculiáceas		
<i>Theobroma angustifolium</i>	Cacao de mono	Mesoamérica
<i>T. cacao</i>	Cacao	Mesoamérica
Sapindáceas		
<i>Paullinia cupana</i>	Guaraná	Brasil
<i>P. yoco</i>	Yoco	Colombia, Ecuador
Fibras		
Agaváceas		
<i>Agave angustifolia</i> var. <i>letonae</i>	Magüey	El Salvador
<i>A. cantala</i>		México
<i>A. fourcroyoides</i>	Henequén	México
<i>A. sisalana</i>	Sisal, magüey	México
<i>Furcraea andina</i>	Chuchao, cabuya	Ecuador, Perú
<i>F. cabuya</i>	Cabuya	Costa Rica, Colombia
<i>F. foetida</i> (<i>F. gigantea</i>)	Piña, cabuya, chuchao	Colombia, Venezuela
<i>F. humboldtiana</i>	Cocuiza	Colombia, Venezuela
<i>F. macrophylla</i>	Fique	Colombia

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento (continuación)

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Fibras		
Bromeliáceas		
<i>Aechmea magdaleneae</i>	Pita floja	México, Venezuela, Ecuador
<i>Ananas erectifolius</i>	Carúa	Brasil
<i>Neoglaziovia variegata</i>	Carúa	Brasil
Ciclantáceas		
<i>Carludovica palmata</i>	Toquilla	Guatemala, Perú, Brasil
Malváceas		
<i>Gossypium barbadense</i>	Algodón	América del Sur (parte septentrional), Guatemala, Belice, Antillas
<i>G. hirsutum</i>	Algodón	Mesoamérica, Antillas
Palmeras		
<i>Attalea funifera</i>	Piasava	Brasil
Frutas y nueces		
Anacardiáceas		
<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón, merey, cajú	Venezuela, Brasil
<i>Spondias mombin</i> (<i>S. lutea</i>)	Taperebá, mombin, jobo	México, Brasil, Antillas
<i>S. purpurea</i> (<i>S. mombin</i>)	Ciruelo, jocote	Mesoamérica
<i>S. tuberosa</i>	Imbú	Brasil (parte nororiental)
Anonáceas		
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	Ecuador, Perú, México (?)
<i>A. diversifolia</i>	llama, papausa	México, El Salvador
<i>A. muricata</i>	Guanábana, graviola	Panamá, Brasil, Antillas
<i>A. purpurea</i>	Soncoya	México, Panamá
<i>A. reticulata</i>	Surumuyo, anón	Mesoamérica, Antillas
<i>A. scleroderma</i>	Quavé	Guatemala
<i>A. squamosa</i>	Anona	México, Antillas
<i>Rollinia jimenezii</i>	Anonillo	México, Costa Rica
<i>R. mucosa</i>	Biribá	Brasil
<i>R. rensoniana</i>	Churumuyo	El Salvador
Apocináceas		
<i>Couma utilis</i>	Sorva	Brasil, Amazonas
<i>Macoubea wittorum</i>		Colombia, Amazonas
Aráceas		
<i>Monstera deliciosa</i>	Cerimán	México, Panamá
Bignoniáceas		
<i>Parmentiera aculeata</i>	Cuajilote	Mesoamérica
Bombacáceas		
<i>Patinoa almirajo</i>	Almirajo	Colombia
<i>Quararibea cordata</i>	Sapote	Colombia, Brasil, Perú

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento (continuación)

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Frutas y nueces		
Bromeliáceas		
<i>Ananas comosus</i>	Piña	México, Brasil
Cactáceas		
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Pitahaya	México, Antillas
<i>Hylocereus ocamponis</i>		México (?)
<i>H. undatus</i>	Pitahaya	México
<i>Opuntia amyclaea</i>	Tuna	México
<i>O. ficus-indica</i>	Tuna	México (?)
<i>O. megacantha</i>	Tuna	México
<i>O. robusta</i>	Tuna camuesa	México
<i>O. streptocantha</i>	Tuna cardona	México
<i>O. undulata</i>		México
<i>Pereskia aculeata</i>	Guamacho	América del Sur (parte septentrional), Antillas
Caricáceas		
<i>Carica X heilborni</i> (<i>C. pentagona</i> , <i>C. chrysopetala</i>)	Babaco, higacho	Ecuador
<i>C. papaya</i>	Papaya	América Central (parte meridional), América del Sur (parte septentrional)
<i>C. pubescens</i>	Papayuela	Colombia, Venezuela, Ecuador
Cariocaráceas		
<i>Caryocar villosum</i>	Piquiá	Amazonas
Crisobalanáceas		
<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	América tropical
<i>Couepia bracteata</i>	Pajora	Amazonas
<i>C. longipendula</i>	Castanha de gallina	Amazonas
<i>C. polyandra</i>	Olosapo	Mesoamérica
<i>C. subcordata</i>	Umarirana	Amazonas
<i>Licania platypus</i>	Zunzapote	Mesoamérica
Cucurbitáceas		
<i>Melothria dulcis</i>	Ococa	Costa Rica, Panamá
Esterculiáceas		
<i>Theobroma bicolor</i>	Macambo, pataste	Amazonas
<i>T. grandiflorum</i>	Cupuassu	Brasil
Ebenáceas		
<i>Diospyros digyna</i> (<i>D. ebenaster</i>)	Zapote negro	México
Gutíferas		
<i>Mammea americana</i>	Mamey	Antillas
<i>Platonia insignis</i>	Bacuri	Brasil, Paraguay
<i>Rheedia madruno</i>	Madroño	Colombia, Ecuador
<i>R. macrophylla</i>	Bacuripari	Amazonas

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento (continuación)

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Frutas y nueces		
Icacináceas		
<i>Poraqueiba paraensis</i>	Umari	Amazona
Lauráceas		
<i>Bielschmieidia anay</i>	Anay	México, Guatemala
<i>Persea americana</i>	Aguacate, palta	México, Perú
<i>P. schiedeana</i>	Coyo, yas	México, Costa Rica
Lecitidáceas		
<i>Bertholletia excelsa</i>	Nuez de Brasil	Amazonas
<i>Gustavia superba</i>	Paco, membrillo	Panamá, Colombia
<i>Grias neuberthi</i>	Sacchamango	Amazonas
<i>Lecythis usitata</i>	Sapucaia	Amazonas
Leguminosas, Mimosoideas		
<i>Inga cinnamomea</i>	Ingá-assú	Amazonas
<i>I. densiflora</i>	Guamo, guabo	Costa Rica, Venezuela
<i>I. edulis</i>	Ingá-cipó	Amazonas
<i>I. fagiifolia</i>	Ingá-chichi	México, Brasil, Antillas
<i>I. feuillei</i>	Pacae	Perú
<i>I. jinicuil</i>	Jinicuil	México
<i>I. macrophylla</i>	Ingá-péua	Amazonas
<i>I. paterno</i>	Paterno	El Salvador
<i>I. ruiziana</i>	Gumo	Nicaragua, Perú, Brasil
<i>I. setifera</i>	Ingá dos indios	Amazonas
Leguminosas, Cesalpiniodeas		
<i>Cassia leiandra</i>	Marimari	Amazonas
Leguminosas, Papilionoideas		
<i>Arachis hypogaea</i>	Mani, cacahuete	México, Argentina, Antillas
Malpigiáceas		
<i>Bunchosia armeniaca</i>	Cirueta de fraile	Amazonas
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Murucú, peralejo, nance	México, Brasil
<i>Malpighia glabra</i>	Acerola	Antillas
Mirtáceas		
<i>Campomanesia</i>		
<i>guazumifolia</i>	Guabiroba	Brasil
(<i>Britoa sellowiana</i>)		
<i>Eugenia brasiliensis</i>	Grumixama	Brasil
<i>E. floribunda</i>	Murta	Antillas
<i>E. cabelluda</i>	Cabelluda	Brasil
<i>E. klotz</i>	Chianapera de campo	Brasil
<i>E. lutschnathiana</i>	Pitomba	Brasil
<i>E. pyriformis</i>	Uvalha	Brasil
<i>E. stipitata</i>	Arazá	Amazonas
<i>E. uniflora</i>	Pitanga	Brasil
<i>Feijoa sellowiana</i>	Feijoa	Brasil

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento (continuación)

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Frutas y nueces		
Mirtáceas (cont.)		
<i>Myrciaria cauliflora</i>	Jaboticaba	Brasil
<i>M. dubia</i>	Camucamu	Amazonas
<i>Myrtus ugni</i>	Ugni	Chile
<i>Paivaea lansdorfi</i>	Cambuci	Brasil
<i>Psidium acutangulum</i>	Arazá, pera	Brasil
<i>P. cattleianum</i>	Arazá de praia	Brasil
<i>P. friedrichsthalianum</i>	Cas	México, Panamá
<i>P. guajava</i>	Guayaba	México, Brasil
<i>P. sartorianum</i>	Arrayán	México, El Salvador
Moráceas		
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón, ojoche	México, Brasil
<i>Pourouma cecropiaefolia</i>	Mapati, uvilla	Amazonas
Palmeras		
<i>Bactris gasipaes</i>	Pejibaye, pupunha, chontaduro	Honduras, Brasil
Pasifloráceas		
<i>Passiflora edulis</i>	Maracuyá	Brasil
<i>P. ligularis</i>	Granadilla	México, Perú
<i>P. maliformis</i>	Granadilla	Antillas, América del Sur (parte septentrional)
<i>P. mollissima</i>	Tacso, curuba	Colombia, Perú
<i>P. popenovii</i>	Granadilla de Quijos	Ecuador
<i>P. quadrangularis</i>	Badea	América del Sur (parte septentrional)
<i>P. tripartita</i>	Tacso	Ecuador
Ramnáceas		
<i>Ziziphus joazeiro</i>	Joazeiro	Brasil
Rosáceas		
<i>Crataegus pubescens</i>	Manzanita, tejocote	México
<i>Fragaria chiloensis</i>	Fresa	Perú, Chile
<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>	Capulín	México, Guatemala
<i>Rubus glaucus</i>	Mora	Guatemala, Ecuador
Rubiáceas		
<i>Borojoa patinoi</i>	Borojó	Colombia
<i>B. sorbilis</i>	Puruí grande	Brasil
<i>Genipa americana</i>	Genipapo	México, Brasil, Antillas
Rutáceas		
<i>Casimiroa edulis</i>	Matasano	México, Costa Rica
Sapindáceas		
<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamón	Antillas, Colombia, Venezuela
<i>Talisia esculenta</i>	Pitomba	Brasil, Paraguay, Bolivia
<i>T. floresii</i>	Coloc	México, Guatemala
<i>T. olivaeformis</i>	Cotoperis	México, Guatemala, Colombia, Venezuela

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento (continuación)

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Frutas y nueces		
Sapotáceas		
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Cainito	Antillas, América del Sur (parte septentrional)
<i>Manilkara zapota</i>	Chicle, chicozapote	México, Costa Rica
<i>Pouteria arguacoensium</i>	Manzano	Colombia
<i>P. cainito</i>	Abiu, caimo	Amazonas
<i>P. campechiana</i>	Canistel	México, Panamá
<i>P. hypoglauca</i>	Pan de vida	México, El Salvador
<i>P. macrocarpa</i>	Cutiti grande	Amazonas
<i>P. macrophylla</i>	Cutité, riba	Amazonas
<i>P. obovata</i>	Lúcuma	Ecuador, Chile
<i>P. pairiry</i>	Pariri	Amazonas
<i>P. sapota</i>	Zapote, mamey	México, Panamá
<i>P. ucuqui</i>	Ucuquí	Amazonas
Solanáceas		
<i>Cyphomandra betacea</i>	Tomate de árbol	Andes, Colombia, Bolivia
<i>Physalis peruviana</i>	Uchuba	Colombia, Bolivia
<i>Solanum muricatum</i>	Pepino	Colombia, Bolivia
<i>S. quitoense</i>	Naranjilla, lulo	Colombia, Ecuador
<i>S. sessiliflorum</i>	Topiro, cocona	Amazonas
Yuglandáceas		
<i>Juglans boliviana</i>	Nogal	Perú, Bolivia
<i>J. honorei</i>	Nogal	Ecuador
<i>J. neotropica</i>	Nogal	Ecuador, Perú
Hortalizas		
Agaváceas		
<i>Yucca elephantipes</i>	Izote	México, Guatemala
Asclepiadáceas		
<i>Vincetoxycum salvini</i>	Cuchamper	Guatemala, Costa Rica
Aráceas		
<i>Xanthosoma brasiliensis</i>	Belembe	Brasil
Cactáceas		
<i>Opuntia</i> spp.	Nopales	México
Caricáceas		
<i>Carica monoica</i>	Col de montaña	Perú
Cucurbitáceas		
<i>Cucurbita argyrosperma</i>	Calabaza, sakil	México, Guatemala
<i>C. ficifolia</i>	Chilacayote	México, Guatemala
<i>C. maxima</i>	Zapallo	Argentina
<i>C. moschata</i>	Calabaza, ayote	México, Guatemala
<i>C. pepo</i>	Calabaza, huicoy	México, Guatemala
<i>Cyclanthera explodens</i>	Pepino diablito	El Salvador, Perú

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento (continuación)

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Hortalizas		
Cucurbitáceas (cont.)		
<i>C. pedata</i>	Caigua	Andes
<i>Sechium edule</i>	Chayote	México, Guatemala
<i>S. tacaco</i>	Tacaco	Costa Rica
<i>Sicana odorifera</i>	Casabanana	América del Sur (parte septentrional ?)
Euforbiáceas		
<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	Chaya	México, Guatemala
<i>Manihot esculenta</i>	Hojas de mandioca	Amazonas
Leguminosas, Papilionoideas		
<i>Crotalaria longirostrata</i>	Tachipilín	México, El Salvador
Marantáceas		
<i>Calathea macrosepala</i>	Chufle	Guatemala, El Salvador
Palmas		
<i>Bactris gasipaes</i>	Palmito de pejibaye	Honduras, Brasil
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Pacaya	México, Guatemala
<i>Euterpe oleracea</i>	Palmito de asaí	Brasil
Portulacáceas		
<i>Talinum triangulare</i>	Espinaca de Suriname	América del Sur (parte nororiental)
Quenopodiáceas		
<i>Chenopodium berlandieri</i> spp. <i>nuttalliae</i>	Huauzontle	México
Solanáceas		
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomate	México
<i>Physalis philadelphica</i>	Tomate	México, Guatemala
<i>Solanum americanum</i>	Hierba mora	Guatemala, El Salvador
<i>Solanum</i> sp.	Ixtlán	Guatemala
Vitáceas		
<i>Cissus gongyloides</i>	Cupá	Amazonas
Leguminosas de grano		
Leguminosas, Papilionoideas		
<i>Canavalia ensiformis</i>	Pallar de los gentiles	Perú
<i>Erythrina edulis</i>	Basul	Colombia, Perú
<i>Lupinus mutabilis</i>	Tarwi	Colombia, Bolivia
<i>Phaseolus acutifolius</i>	Tépari	Estados Unidos, Costa Rica
<i>P. coccineus</i>	Ayocote	México, Guatemala
<i>P. lunatus</i>	Frijol, lima	Estados Unidos, Chile
<i>P. polyanthus</i>	Botil	México
<i>P. vulgaris</i>	Frijol, pallar	Estados Unidos, Argentina

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento (continuación)

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Oleaginosas		
Compuestas		
<i>Helianthus annuus</i>	Girasol	Estados Unidos, México
<i>Madia sativa</i> ¹	Madi	Chile
Crisobalanáceas		
<i>Licania sclerophylla</i>	Oiticica	Brasil
Euforbiáceas		
<i>Caryodendron orinocensis</i>	Tacay, inchi	Amazonas, Orinoco
Labiadas		
<i>Salvia hispanica</i>	Chía	México, Guatemala
Leguminosas, Papilionoideas		
<i>Dipterix odorata</i>	Tonca	América del Sur (parte nororiental)
Mirtáceas		
<i>Pimenta racemosa</i>	Bayrum	Antillas
Raíces y tubérculos		
Aráceas		
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Tiquisque, yautía	México, Brasil, Antillas
Baseláceas		
<i>Ullucus tuberosus</i>	Ulluco, ulluku	Venezuela (Andes), Argentina
Cannáceas		
<i>Canna edulis</i>	Achira	Andes occidentales
Compuestas		
<i>Helianthus tuberosus</i>	Topinambur	Estados Unidos
<i>Polymnia sonchifolia</i>	Yacón	Venezuela (Andes), Argentina
Convolvuláceas		
<i>Ipomoea batatas</i>	Camote	México, Brasil, Antillas
Crucíferas		
<i>Lepidium meyenii</i>	Maca	Perú (Andes)
Dioscoreáceas		
<i>Dioscorea trifida</i>	Mapuey	América del Sur (parte septentrional)
Euforbiáceas		
<i>Manihot esculenta</i>	Yuca, mandioca	México, Brasil, Antillas
Iridáceas		
<i>Tigridia pavonia</i>	Cacomite	México
Leguminosas, Papilionoideas		
<i>Pachyrrhizus ahipa</i>	Ahipa	Perú, Argentina
<i>P. erosus</i>	Jícama	Mesoamérica
<i>P. tuberosus</i>	Jícama	Colombia (Andes occidentales), Perú

¹ Especies desaparecidas del cultivo.

CUADRO 1 Plantas cultivadas originarias del Nuevo Mundo, con sus probables áreas de expansión en la época del Descubrimiento (conclusión)

Familias y especies	Nombres comunes	Áreas de expansión
Raíces y tubérculos		
Marantáceas		
<i>Calathea allouia</i>	Lairén, lerén	América del Sur (parte septentrional), Antillas
Nictagináceas		
<i>Mirabilis expansa</i>	Mauka, chago	Ecuador, Bolivia
Oxalidáceas		
<i>Oxalis tuberosa</i>	Oca	Colombia (Andes), Chile
Solanáceas		
<i>Solanum tuberosum</i>	Papas	Venezuela, Chile
Tropeoláceas		
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Mashwa	Colombia (Andes), Bolivia
Umbelíferas		
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Arracacha	Colombia, Bolivia
Misceláneos		
<i>Bambusa angustifolia</i>	Bambú, guadua	Colombia
<i>Stevia ribaudiana</i>	Cahahé	Paraguay
<i>Nicotiana rustica</i>	Tabaco	Canadá, América del Sur
<i>N. tabacum</i>	Tabaco	México, América del Sur
Colorantes		
Bixáceas		
<i>Bixa orellana</i>	Achiote, bixa	México, Brasil, Antillas
Cucurbitáceas		
<i>Lagenaria siceraria</i>	Calabaza	Estados Unidos, Argentina, Antillas

Canna, *Cleome*, *Euphorbia*, *Fuchsia*, *Ipomoea*, *Salvia*, *Verbena*. Revisten especial importancia las ornamentales originarias de América del Norte, de géneros como *Calochortus*, *Gaillardia*, *Lewisia* y otros, cuyo cultivo se inició en la época colonial y se expandió rápidamente a otras regiones templadas.

MEDICINALES

Las plantas medicinales americanas atrajeron una atención inmediata después del Descubrimiento, sobre todo las mexicanas, y con ellas se iniciaron

los estudios científicos del Nuevo Mundo. Para la medicina europea, en una etapa aún medieval, el descubrimiento de las propiedades purgativas de *Ipomoea jalapa*, la raíz de Michoacán, eran según la opinión del Dr. Francisco Hernández (1517-1587) razón suficiente para justificar su expedición a Nueva España. Numerosas plantas fueron incluidas en la farmacopea europea, y algunas de ellas, a pesar de sus sustitutos sintéticos, mantienen importancia mundial: *Cinchona*, *Dioscorea*, *Ipecacuanha*, *Smilax*. Las tres primeras han sido sometidas a cultivo, pero buena parte de su

consumo proviene de recolección. Esta es la fuente de la mayoría de las sustancias medicinales, pues se obtienen de plantas silvestres, y no se conoce con certeza si muchas de ellas tienen las propiedades que se les atribuyen. En el límite del ámbito medicinal están las plantas alucinógenas, distribuidas en numerosas familias de plantas superiores (Cactáceas: *Lophophora*, *Trichocereus*), Leguminosas (*Adenantha*, *Erythrina*), Miristicáceas (*Virola*), o de hongos (*Psilocibe*).

Bibliografía

- Brücher, H.** 1989. *Useful plants of neotropical origin and their wild relatives*. Berlín. Spring Verlag.
- Graham, A.**, ed. 1973. *Vegetation and vegetation history of northern Latin America*. Amsterdam. Elsevier.
- Harris, D.R. y William, G.C.**, eds. 1989. *Foraging and farming*. Londres. Unwin.
- Hart, R.D.** 1987. *Indian agriculture in America*. Lawrence. The University of Kansas Press.
- Hueck, K.** 1978. *Los bosques de Sudamérica*. Eschborn, GTZ.
- León, J.** 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. San José. IICA.
- Martínez, M.A.** 1988. *Contribuciones ibero-americanas al mundo. Botánica, medicina, agricultura*. Madrid. Anaya.
- Patiño, V.M.** 1963-74. *Plantas cultivadas y animales domesticados en América equinoccial*, vol. 1-4. Cali. Imprenta Departamental.
- Reed, C.A.**, ed. 1977. *Origins of agriculture*. La Haya, Mouton.
- Sapper, K.** 1936. *Geographie und Geschichte der Indianischer Landwirtschaft*. Hamburgo. Ibero-Amerikanisches Institut.
- Sauer, C.** 1950. *Cultivated plants of South and Central America*. En *Handbook of South American Indians*. Steward, J.H., ed., 6:487-543.
- Smith, C.E.** 1988. Evidencia arqueológica actual sobre los inicios de la agricultura en América. En *Coloquio V. Gordon Childe*. Manzanilla, G.C.L., ed. México. UNAM, págs. 91-112.
- Stone, D.**, ed. 1984. *Pre-Columbian plant migration*. Pap. Peabody Mus. Arch. Ethn. 76.
- Vavilov, N.I.** 1931. Mexico and Central America as the principal centre of origin of cultivated plants. En *The New World Bull. Appl. Bot. Gen. Pl. Breed.*, 26:135-199.
- Vavilov, N.I.** 1949-50. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*. Waltham.

Repercusiones de la introducción de la flora del Viejo Mundo en América, y causas de la marginación de los cultivos

El efecto que causó en Europa la difusión de cultivos americanos como la papa, el maíz, el girasol y el tomate, así como el uso extensivo de productos agrícolas derivados de otras plantas americanas como el algodón, el cacao y la grana cochinilla está bastante bien documentado. Menos conocidos son los efectos que ha causado en América la introducción de cultivos y productos de otras partes del mundo. En este capítulo se tratará de analizar la marginación de plantas autóctonas en Iberoamérica, especialmente a causa de la introducción de cultivos, productos y técnicas agrícolas e ideas europeas, así como de su desarrollo local posterior.

El estudio de la marginación de los cultivos autóctonos a raíz de la conquista de la mayor parte de América enfrenta diferentes problemas:

- Dificultades de tipo conceptual sobre términos como planta cultivada, marginación y otros.
- Destrucción de los vestigios prehispánicos relativos al estadio alcanzado por la agricultura en el momento de la llegada de los europeos al nuevo continente (las versiones de los vencedores, que son las que se han transmitido principalmente a la posteridad, carecen de objetividad).

Los autores de este capítulo son M.A. Martínez Alfaro (Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM, México, D.F., México), R. Ortega Paczka y A. Cruz León (Subdirección de Centros Regionales, UAC, Chapingo, México).

- Diversidad de acontecimientos y procesos contradictorios que han tenido lugar en el subcontinente iberoamericano durante los últimos 500 años, y dificultad de llevar a cabo un análisis general del fenómeno.
- Extensión y diversidad natural, cultural e histórica de Iberoamérica, que requerirían un enfoque regionalizado del proceso de marginación de plantas.

Desde el punto de vista económico, tiene grandes perspectivas el que varias plantas marginadas se aprovechen de una manera más intensiva, ya que tanto la sociedad moderna como las comunidades tradicionales requieren de productos vegetales adicionales para satisfacer numerosas necesidades. El estudio de la agricultura tradicional está aportando información y materiales muy valiosos que refuerzan las tendencias modernas de buscar un desarrollo agrícola sostenible. Esta investigación también beneficia a la biología y a la agronomía, aportando conocimientos sobre la evolución bajo domesticación, adaptación de cultivos, técnicas de producción y fronteras agrícolas.

Existen datos muy ilustrativos sobre el alto número de plantas utilizadas en algunas áreas americanas a la llegada de los europeos, y sobre las que se utilizan hoy día en las comunidades campesinas tradicionales. En el *Códice florentino*, se citan 724 plantas de las cuales sólo 382 se han podido identificar botánicamente. Actualmente, una comunidad totonaca utiliza 325

especies de un total de 482. Los seris, tarahumaras y huastecos emplean como alimentos 75, 137 y 201 especies nativas respectivamente. Esto indica que las comunidades tradicionales, incluyendo entre ellas las indígenas americanas a la llegada de los europeos, utilizaron varios cientos de plantas de su entorno, mientras que las poblaciones de fuerte influencia occidental utilizaron sólo un número mucho menor.

Conviene distinguir entre plantas silvestres, que aparecen en forma espontánea en ecosistemas naturales; arvenses, que aparecen en forma espontánea en los terrenos cultivados y en general en áreas perturbadas por el hombre; cultivadas, que son objeto de trabajo y dedicación humana; y domesticadas, que han sufrido profundas transformaciones genéticas debido a su domesticación, y que generalmente no son capaces de subsistir si no es por el cuidado del hombre. Las plantas utilizadas por el hombre americano corresponden a todas las categorías mencionadas. De aceptarse esta clasificación, cabría incluir entre las plantas silvestres casi toda la diversidad vegetal existente a la llegada de los europeos; plantas cultivadas serían al menos la mayoría de las indicadas por Vavilov (1931) y otros autores como cultivos originarios de América, contándose para Mesoamérica entre 49 y 104 especies, y 45 para la región andina. El número de especies realmente domesticadas por los indígenas antes de la llegada de Cristóbal Colón era menor, ya que muchas de las indicadas anteriormente estaban sólo en proceso de domesticación, debiéndose considerar algunas como silvestres y un gran número como arvenses.

Es conocido que las sociedades tradicionales con frecuencia usan y conservan una diversidad de cultivares de una sola especie, por lo que el fenómeno de marginación no se debería reducir al desplazamiento de especies botánicas, sino comprender también la marginación de cultivares y formas tradicionales dentro de una misma especie

como producto de su substitución por otras o por una pequeña cantidad de variantes o formas de la misma. A esto generalmente se llama erosión genética. De aceptarse este enfoque, resultaría que, a raíz de la conquista europea, el alcance de la marginación de plantas americanas ha sido tal vez bastante más amplio de lo que se podría valorar considerando sólo el nivel de la especie.

Para evaluar la marginación de plantas útiles, se deben considerar como listas básicas, por un lado, los inventarios florísticos del área, las plantas útiles indicadas en los códigos y los primeros trabajos de europeos en América, y compararlos con las que se usan en la actualidad en las comunidades tradicionales y en la producción agrícola comercial, tomando siempre en cuenta las estrechas relaciones existentes entre diversidad florística, plantas útiles y cultivos autóctonos.

Especialmente en las sociedades tradicionales, las plantas no se cultivan individualmente, sino en complejos ecosistemas agronómicos. Si bien una o más plantas son el objetivo agrícola central (maíz, frijol, calabaza, papa, pejibaye), también se aprovechan muchas otras; por consiguiente, para evaluar el desplazamiento de plantas útiles que trajo consigo la Conquista, habría que considerar también el daño que sufrieron los sistemas agrícolas prehispánicos y la marginación de muchas plantas que se usaban en épocas anteriores, causados por la destrucción de la infraestructura hidráulica, el aniquilamiento de la población, el desarrollo de la ganadería, etc.

GRADO DE MARGINACION DE LAS PLANTAS AMERICANAS

De la literatura sobre la exploración, conquista y colonización de América por los países ibéricos no resulta claro que se hayan impuesto de inmediato y en forma extensiva los cultivos introducidos desplazando a los existentes; es más, en los siglos xvi y xvii no parece haber habido una transformación profunda de la agricultura americana. Incluso,

conforme a estudios recientes, no se han encontrado pruebas de que plantas, como el amaranto, destinadas a usos claramente religiosos e idolátricos, y por lo tanto contrarios a las ideas que se estaban imponiendo, hayan dejado de cultivarse por prohibiciones expresas.

La introducción de plantas del viejo continente se inició en 1493, a raíz del segundo viaje de Cristóbal Colón. Las Antillas sirvieron para muchas de ellas como centros de adaptación y dispersión. Hernán Cortés, en la *Cuarta carta de relación a Carlos V*, solicitó que todo navío «trajera cierta cantidad de plantas y no pueda salir sin ellas, porque será mucha causa para la población y perpetuación de ella». La introducción de plantas y animales estableció la base para la colonización.

Con algunas excepciones (plátano, caña de azúcar, mango y otros), los españoles trajeron cultivos de tipo mediterráneo, que pudieron adaptarse exclusivamente en las zonas templadas altas de América, que corresponden a lugares densamente poblados, que se surtían con productos españoles cultivados en regiones aledañas.

Los conventos fueron centros de aclimatación de plantas europeas, que en algunos casos conocieron una expansión ulterior y se cultivaron en las nuevas zonas productoras. Una de las ventajas de los cultivos introducidos fue que se pudieron aprovechar las zonas frías donde se registran heladas suaves en las épocas invernales.

Muchos cultivos del Viejo Mundo fueron siempre mantenidos en pequeñas parcelas, tal como hacían las órdenes religiosas, las primeras en introducir en sus conventos una agricultura basada en especies no americanas. Los indígenas mantuvieron esa tradición en sus huertos familiares y terrenos cultivados. Varias fuentes históricas coloniales muestran las alteraciones ecológicas y sociales que produjo la introducción de nuevos cultivos y ganado en la agricultura y la economía indígenas. Se solían mezclar cultivos

introducidos con los nativos, práctica muy común en las poblaciones autóctonas. En ambos casos se protegía la biodiversidad y los elementos abióticos del ecosistema.

En la literatura sobre tributos, encomiendas, repartimientos y haciendas, sólo se mencionan casos aislados de entregas de semillas de cultivos provenientes del Viejo Mundo. En las colonizaciones dirigidas desde la Península, se sabe de intentos por parte de la Corona española de introducir trigo, cebada, centeno, olivo, caña de azúcar, etc. Salvo este último cultivo, que representó un estímulo económico importante, los demás se sembraron al igual que los americanos. Resultaba incluso más eficiente y cómodo tributar productos autóctonos que productos exóticos.

El trigo, por ejemplo, se sembró en sementeras de maíz o vecino a terrenos dedicados a la ganadería. En la zona caribeña o en las tierras bajas tropicales prosperó sólo ocasionalmente, y en zonas con gran tradición agrícola como el altiplano andino y Mesoamérica no logró desplazar al maíz, cosa que en cambio ocurrió en tierras de frontera habitadas por poblaciones cazadoras-recolectoras. Estas se encontraban en áreas semiáridas o áridas donde el clima es propicio, pero era difícil disponer de mano de obra ya que estaban escasamente pobladas, carecían de tradición agrícola y sus habitantes eran nómadas, por lo que en gran parte se poblaron con indígenas procedentes de otras zonas y con europeos. Lugares como éstos también fueron zonas oliveras o vitivinícolas. Estos cultivos, como muchos del Viejo Mundo, fueron introducidos por las órdenes religiosas a mediados del siglo xvi. Algunos cultivos importantes para la economía peninsular se importaron en América en épocas tardías, con resultados negativos para la metrópoli, como ocurrió en Nueva España con el añil, el lino y el cáñamo, que no llegaron a arraigar.

El mayor desplazamiento de cultivos parece haber tenido lugar en la época moderna, especialmente a

partir de la segunda mitad del siglo XIX, cuando siendo ya las ex colonias españolas y portuguesas países independientes, avanzaba en ellos el capitalismo y la agricultura comercial.

Es interesante observar que 500 años después del descubrimiento de América, en las regiones agrícolas tradicionales precolombinas de las partes altas (Mesoamérica y región andina), los cultivos europeos no muestran las bondades que se les atribuyen, y en virtud de las cuales se ha preconizado su utilización durante siglos. Por el contrario, su inadaptación climática, susceptibilidad a plagas y enfermedades, competencia con productos nativos, deficiente calidad, poca aceptación por las poblaciones aborígenes, y recientemente su escasa compatibilidad con productos industriales han sido factores desfavorables a la explotación, que ponen de relieve el papel marginal o nulo que las plantas exóticas juegan con frecuencia en la producción local.

Muy diferente es la situación en las zonas de frontera áridas y semiáridas poco pobladas, que se empezaron a colonizar principalmente a partir del siglo XVII. En ellas la ganadería, y en menor medida el cultivo de cereales europeos, y sólo excepcionalmente las plantaciones de vid y otros cultivos introducidos, se convirtieron en actividades fundamentales, presentando un paisaje bastante parecido al de la Península Ibérica.

La historia de la agricultura en las zonas tropicales a partir de la Conquista es la de la lucha entre los cultivos prehispánicos y sus respectivos sistemas agrícolas tradicionales, especialmente el sistema de roza-tumba-quema contrapuesto a la ganadería y las plantaciones, independientemente de que los cultivos comerciales fuesen nativos o introducidos (caña de azúcar, algodón, nopal para grana cochinilla, y más recientemente café, plátano, henequén, frutales tropicales, especies estimulantes, etc.).

Si se observa el desarrollo tecnológico en materia agrícola, se constata que no hubo avances

sustanciales respecto a las técnicas e instrumental llegados a América a fines del siglo XV y hasta mediados del XVI. Desde la Colonia hasta la época actual, tanto los centros mineros como los urbanos han exigido preponderadamente productos americanos. Pueden existir en los países americanos con fuerte influencia indígena enormes extensiones dedicadas a cultivos introducidos, pero la flora y cultivos nativos juegan un papel no despreciable.

En las zonas antaño densamente pobladas por indígenas se da, en el mejor de los casos, un sincretismo entre las tradiciones agrícolas prehispánicas y las ibéricas, usando en la alimentación, vestido, medicina y ritos una mezcla de productos de origen local y europeo.

CAUSAS QUE DETERMINARON LA MARGINACION DE PLANTAS UTILES

La marginación es un fenómeno complejo que requiere un análisis multidisciplinario; sin embargo, sus causas generales son de tipo biológico-agrícolas, culturales y económicas.

Causas biológico-agrícolas

Técnicas agrícolas. El arado y los animales de tiro fueron las introducciones más revolucionarias en la agricultura, ya que permitieron su expansión por amplias áreas fértiles de suelos pesados, como El Bajío y muchos valles del norte de México. También aparecieron nuevas posibilidades de riego. Otra innovación fundamental fue la introducción del ganado. El hecho de que enormes superficies dejaran de ser fundamentalmente de caza y recolección para transformarse en agrícola-ganaderas, y que dicho cambio se hiciera con una colonización europea y mestiza masiva, seguramente trajo consigo la marginación de plantas recolectadas en épocas anteriores por cazadores, que en gran parte fueron exterminados.

La introducción de muchas plantas se acompañó con una tecnología que facilitó su cultivo, por

el tipo de prácticas agrícolas que requerían o porque su cuidado exigía menos tiempo. Estas cualidades generalmente no distinguían a los cultivos nativos, que necesitaban una atención extrema y mucha mano de obra.

Los indígenas americanos gustaban del ensayo y uso de muchas plantas y tendían al pluricultivo. De ahí que varios cultivos introducidos se combinaran con los nativos, especialmente en los huertos familiares. Además tendían a la complementariedad ecológica, es decir a cultivar en diferentes ambientes.

Longitud del ciclo de vida. Debido a las diferencias climáticas con la Península Ibérica, en la mayoría de las diferentes regiones de América no fue posible adaptar las especies perennes, no obstante los reiterados esfuerzos por introducir la vid, el olivo, frutales y otras especies arbóreas. En cambio, en varias áreas y desde épocas tempranas prosperaron verduras y otras plantas herbáceas de ciclo corto introducidas por los europeos, permitiendo contar con cultivos adecuados especialmente durante la época fría del año, para la cual se disponía en América de un número reducido de cultivos. Fue posible introducir sin excesiva dificultad cereales de grano pequeño, arroz y otros cultivos anuales de ciclo mediano.

Adaptación de los cultivos introducidos. La distribución y rendimiento unitario de los grandes cultivos mundiales actuales indican que con frecuencia una planta domesticada alcanza su rendimiento óptimo en un lugar muy diferente al de su origen. Baste considerar el desarrollo que han tenido en América Latina cultivos como el café, banano, cítricos, caña de azúcar, mango, sorgo, trigo, soja y diversos pastos. Este fenómeno puede explicarse por la inicial ausencia de plagas y enfermedades en el lugar donde fueron introducidos. La marginación de las plantas autóctonas americanas se agudizó en el siglo XIX, y se debió

fundamentalmente a causas socioeconómicas, y en menor medida a la inadaptación de las variedades originalmente introducidas. Sólo cuando dichas plantas hubieron evolucionado bajo domesticación pudieron expandirse ampliamente. Prueba de ello es la existencia de ecotipos americanos peculiares de muchas de las plantas introducidas, que han jugado un papel fundamental en la producción y en los programas locales de fitomejoramiento.

Hubo que vencer grandes obstáculos para introducir cultivos aun en zonas muy semejantes a las del sur de España, región que fue de importancia fundamental para el traslado de una agricultura mediterránea a América. Enormes fueron las dificultades para aclimatar la cebada, el trigo, la vid, el olivo y los frutales en sitios con clima muy similar al de Andalucía y Extremadura o el sur de Portugal, cuyas condiciones biológicas y sociales eran muy propicias. Cuando Nueva España se independiza, los cultivos europeos ya estaban bien arraigados en esta parte de América.

Actualmente la síntesis química ha desplazado algunos productos de origen natural. Así, la vainilla sintética ha hecho disminuir el cultivo de la vainilla, y las anilinas sintéticas han substituido a la eritroxilina, derivada del palo de Campeche.

Causas culturales

Las sociedades indígenas precolombinas habían logrado resolver al menos en parte sus necesidades de alimentación, vestido, salud, herramientas, etc., de tal manera que la adopción de algunos productos europeos y el consiguiente abandono de los productos nativos llevaron largo tiempo. Incluso en la actualidad, es frecuente que las comunidades indígenas y aun las mestizas recurran principalmente a las plantas autóctonas, mientras que cultivan plantas introducidas o crían ganado para el mercado o para consumirlos en ocasiones especiales. La adopción de productos europeos, más que desplazar, ha complementado

el uso de productos americanos, por ejemplo en la gastronomía, medicina y ritos regionales, que son generalmente el resultado de un sincretismo cultural.

Los colores y sabores o texturas de las plantas del Viejo Mundo llenaron las expectativas de los indígenas. En varias partes de América se incorporaron muy fácilmente las legumbres y hortalizas introducidas por los europeos. Incluso ciertos colores de importancia simbólica aparecían en plantas no americanas, y además coincidían con los hábitos alimenticios de los indígenas.

Entre los factores culturales ha sido importante el papel de las culturas africanas y su impacto agrícola. Los esclavos negros trajeron cultivos de origen africano y asiático.

El catolicismo se integró en varias corrientes religiosas amerindias, lo que explica que se cultivasen plantas exóticas y nativas para cubrir las necesidades del ritual católico indígena. Las órdenes religiosas fomentaron la introducción de los cultivos; se prohibió el uso de plantas mágicas o amuletos americanos y se sustituyeron por europeos. Emplear plantas del Viejo Mundo, utilizar caballos, portar espada o vestirse como europeo eran signos culturales que conferían prestigio. Estos usos y actitudes influyeron principalmente en las capas de la nobleza indígena, por ejemplo en caciques o comerciantes.

Causas económicas

Las causas más frecuentes de la marginación de una especie nativa o introducida, suficientemente adaptada a una región desde los puntos de vista ecológico y agrícola, fueron de carácter socioeconómico. El subdesarrollo ha sido una de las principales razones de la existencia de muchas especies marginadas en el subcontinente. El bajo poder adquisitivo de la enorme mayoría de la población ha reducido el mercado de muchos productos, que han desaparecido o quedado marginados. Esto no quiere decir que el desarrollo

económico conduzca necesariamente a una agricultura más diversificada; más bien que frente al mejoramiento de la economía de una región o un país, o con su entrada en el mercado internacional, algunas plantas marginadas, nativas o introducidas, han podido convertirse en grandes cultivos (nopal para grana cochinilla, añil, cereales, frutales, henequén, etc.). La transformación de la agricultura tradicional en agricultura comercial provoca generalmente la especialización de la producción, desapareciendo el cultivo o aprovechamiento de muchas especies. La paradoja del subdesarrollo es que no permite que ciertos productos agrícolas encuentren suficiente mercado, y es causa de que sean conservados por los campesinos para satisfacer eventuales necesidades personales o colectivas. Sin embargo, con el desarrollo económico algunas de estas plantas marginadas encuentran o amplían su mercado, mientras que muchas otras desaparecen, e incluso varios cultivos anteriormente importantes pueden volverse marginales debido a la monetarización y proletarización campesinas.

Las transformaciones económico-agrícolas se dan relacionadas con cambios considerables en el número y distribución de la población, desarrollo de la infraestructura (especialmente vías de comunicación, sistemas de riego y almacenamiento de la producción), tenencia de la tierra, comercialización de productos e insumos agrícolas, industrialización, financiamiento de la producción, patrones de consumo, etc.

Se sabe que poco después de la Conquista se produjo un colapso y reubicación parcial de la población en Iberoamérica, que seguramente determinaron cambios en las plantas empleadas. El trastorno demográfico no sólo fue cuantitativo, ya que afectó sobre todo a la aristocracia indígena, depositaria de la cultura y por lo tanto del uso de muchas plantas para fines específicos como medicina, rituales, ornato, lujo, etc. Hasta el siglo xvii no se recuperó significativamente la

población, desarrollándose las ciudades coloniales en viejas regiones indígenas y en torno a congregaciones, misiones y centros mineros. Hasta entonces se dio un desarrollo acelerado de los cultivos introducidos, sobre todo para satisfacer las demandas de la población de origen europeo y de los mestizos europeizados.

Una clave para entender lo lento de la adopción de la vida europea en América es considerar el bajo número de la población blanca, comparada con los millones de la población autóctona. La primera se estima, hacia 1650, en 849 000 personas, mientras que la indígena se calcula en 10 035 000, y la de negros, mestizos y mulatos en 1 527 000.

Se sabe que la conquista y la colonización ocasionaron la parcial destrucción de muchas obras hidráulicas, jardines de plantas medicinales, escuelas, etc., lo cual muy posiblemente causó la marginación de varias plantas, sin que ello significara que fueran substituidas de inmediato por otras europeas. La construcción de infraestructura tuvo lugar en forma significativa sólo a fines del siglo xvi. En materia de botánica, Francisco Hernández recolectó y estudió plantas mexicanas entre 1570 y 1577. Bajo los Borbones, se dio un gran impulso a la ciencia y tecnología y se organizaron expediciones botánicas a América, que parecen haber repercutido poco en la agricultura y en las plantas utilizadas.

Los cambios en la tenencia de la tierra son fundamentales para entender la marginación o expansión en el uso de las plantas. Sin embargo, se sabe que la expropiación de las tierras indígenas no tenía generalmente como motivación dedicarlas a cultivos exóticos, sino más bien obligar al pago por el arrendamiento en productos autóctonos o en servicios, y a encauzar por la fuerza la mano de obra a la minería, ganadería, construcción, etc. Sin embargo, las Coronas española y portuguesa se vieron obligadas, por sus propios intereses, a limitar la expropiación de las

tierras de las comunidades indígenas, y con ello protegieron en cierta forma las tradiciones agrícolas y detuvieron la marginación de plantas autóctonas.

La expansión de la ganadería llevó a cambios muy profundos en el uso del suelo. Con ella llegaron los forrajes y cultivos como el trigo, la cebada y el arroz. Muchas tierras se dedicaron originalmente a la ganadería y luego a la agricultura de plantas introducidas. Estos cambios están bien documentados en América del Sur y en América del Norte, y en menor grado en el Caribe.

La comercialización, industrialización y financiamiento de la agricultura fueron limitados durante la Colonia, por lo que no influyeron demasiado en la elección de las plantas que se cultivaron. Los tributos, impuestos y contribuciones religiosas seguramente repercutieron en los cambios de patrones de cultivo, sobre todo cuando se exigieron en metálico; sin embargo, se permitió generalmente que se cubrieran en especie en productos nativos.

La política de las Coronas española y portuguesa en materia de colonización obligaba, a través de la emisión de cédulas reales, a que los colonos llevaran al Nuevo Mundo las plantas de su región (Santa Fe de Bogotá, Puebla de los Angeles, Huancayo, etc. fueron lugares de América donde se practicó este tipo de introducción obligatoria). Se crearon así ciudades que imitaban en todo lo posible a las de la Península Ibérica.

CONCLUSION

Las situaciones aquí presentadas son las más aparentes; a través del descubrimiento, conquista y colonización, Iberoamérica tuvo la experiencia de un mestizaje agrícola evidente, aunque cada región respondió de diversas maneras a la llegada de las plantas del Viejo Mundo. Solamente cabe reflexionar sobre la eliminación de las poblaciones indígenas; epidemias y hambres están bien documentadas para los tres

CUADRO 2 Plantas marginadas por las repercusiones de los cultivos del Viejo Mundo

Especies	Nombres comunes
Zonas áridas y templadas de América del Norte	
<i>Asimina triloba</i>	Pawpaw
<i>Cyrtocarpa procera</i>	Jocote o chupandilla
<i>Diospyros virginiana</i>	Persimon o kaki
<i>Gossypium hopei</i>	Algodón de Arizona
<i>Helianthus tuberosus</i>	Alcachofa de Jerusalén
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo
<i>Opuntia spp.</i>	Nopales
<i>Panicum sonorum</i>	Arrocillo
<i>Phellopterus montanus</i>	Gamote o pastinaca de monte
<i>Photinia arbutifolia</i>	Fruta santa
<i>Ribes grossularia</i>	Grosella blanca
Terrenos bajos tropicales y región del Caribe	
<i>Aniba roseodora</i>	Palo rosa
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya
<i>Annona muricata</i>	Guanábana
<i>Annona reticulata</i>	Anona
<i>Calathea allouia</i>	Lerén
<i>Dioscorea trifida</i>	Ñame
<i>Heliconia bihai</i>	Platanillo o plátano silvestre
<i>Malpighia glabra</i>	Acerola
<i>Maranta arundinacea</i>	Sagú
<i>Monstera deliciosa</i>	Ceriman piñanona
<i>Pachyrrhizus erosus</i>	Jícama
<i>Platonia insignis</i>	Bacuri
<i>Pouteria campechiana</i>	Canistel o zapote amarillo
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Yautía
Mesoamérica	
<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	Huatle o alegría
<i>Bixa orellana</i>	Achiote
<i>Byrsomina crassifolia</i>	Nance o nache
<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco
<i>Crescentia alata</i>	Cirian o tecomate
<i>Cucurbita ficifolia</i>	Chilacayote

CUADRO 2 Plantas marginadas por las repercusiones de los cultivos del Viejo Mundo (conclusión)

Especies	Nombres comunes
Mesoamérica	
<i>Dahlia excelsa</i>	Dalia
<i>Diospyros digyna</i>	Zapote negro
<i>Indigofera suffruticosa</i>	Añil
<i>Manilkara zapota</i>	Chicle o chicozapote
<i>Phaseolus acutifolius</i>	Frijol tépari
<i>Pouteria sapota</i>	Mamey
<i>Spondias mombin</i>	Ciruela ácida o jobo
Región andina	
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Arracacha
<i>Bertholletia excelsa</i>	Nuez de Brasil
<i>Canna edulis</i>	Achira
<i>Fragaria chiloensis</i>	Fresa
<i>Lepidium meyenii</i>	Maca
<i>Oxalis tuberosa</i>	Oca
<i>Passiflora ligularis</i>	Granada de pasión
<i>Solanum phureja</i>	Papa andina
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Añu
<i>Ullucus tuberosus</i>	Melloco o ulluku

principales virreinos: Nueva Granada, Perú y Nueva España. La cultura agronómica europea no se desarrolló en grandes sectores de la población indígena, salvo en pequeñas áreas donde no había culturas con tradición agrícola o en las que ésta aceptó los cambios con facilidad.

No menos claro fue el proceso de marginación en el siglo XIX; el molde agrícola permaneció invariable a pesar del derrumbe del sector dominante de la población. Los países iberoamericanos independientes dependían de otras naciones que buscaban productos comerciales; Gran Bretaña, Francia, Alemania y Estados Unidos manipulaban el sector agrícola. Se cultivaron las plantas que demandaba la naciente modernización, cosa que provocó una mayor especializa-

ción, dejando no obstante lugar para cultivos americanos o introducidos que antes conformaban el paisaje agrícola.

Ante la crisis ecológica actual, no es de extrañar que los países con políticas reduccionistas en el manejo de germoplasma, que son los que llevaron a la marginación los cultivos, sean los primeros en querer restaurar la biodiversidad. Ahora se contempla cómo se extinguen varios cultivos, principalmente en zonas donde desaparecieron poblaciones y culturas nativas; es inquietante que en los trópicos, desiertos o zonas templadas, el recuerdo de muchas plantas que alguna vez se cultivaron no persiste ya ni siquiera en la memoria de los campesinos.

Bibliografía

- Anderson, E.** 1952. *Plants, man and life*. Mass., Boston. Little, Brown & Co.
- Archibald, R.** 1978. *The economic aspects of the California missions*. Wáshington, D.C. Academy of American Franciscan History.
- CATIE-GTZ.** 1979. *Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central*. Turrialba. CATIE-GTZ.
- Crosby, A.W.** 1972. *The Columbian exchange, biological and cultural consequences of 1492*. Wesport. Greenwood Press.
- Cuevas, S.J.A.** 1991. *Definición, aprovechamiento y conservación de los recursos fitogenéticos en una comunidad indígena totonaca*. Tesis de MC. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Chevalier, C.** 1985. *La formación de los latifundios en México*. México, D.F. Fondo de Cultura Económica.
- Delgado, S.A.** 1988. Variation, taxonomy, domestication and germoplasm potentialities in *Phaseolus coccineus*. En *Genetic resources of Phaseolus beans*. Gepts, P., ed. Dordrecht. Kluger Academic Publishers, págs. 441-463.
- Dressler, R.** 1953. *The pre-Columbian cultivated plants of Mexico*. Botanical Museum Leaflets, Harvard University, 16(6):116-172.
- Estrella, E.** 1988. *El pan de América, etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador*. Quito. Ediciones Abya-Yala.
- García, M.J.** 1959. *Lo que España llevó a América*. Madrid. Taurus.
- Gibson, C.** 1967. *Tlaxcala in the sixteenth century*. University of California Press, Standford, California.
- Gibson, C.** 1977. *España en América*. Barcelona. Grijalvo.
- Gibson, C.** 1987. *Los aztecas bajo el dominio español (1519-1810)*. México, D.F. Siglo XXI.
- Gómez Pompa, A.** 1985. *Los recursos bióticos de México (Reflexiones)*. Xalapa. INIREB.
- Hernández, X.E.** 1985. *Biología agrícola*. México, D.F. CECSA.
- Hernández, X.E. y Zárate, M.A.** 1991. Agricultura tradicional y conservación de recursos genéticos *in situ*. En *Avances en el estudio de recursos fitogenéticos de México*. Ortega, R., Palomino, G., Castillo, G., Gonzalez, V. y Livera, M., eds. Chapingo. SOMEFI, págs. 7-28.
- Hirshberg, J.** 1978. La fundación de Puebla de los Angeles — mito y realidad. *Historia mexicana*, 28(2):185-223.
- León, J.** 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. San José. IICA.
- Martínez, J.L.** 1984. *Pasajeros de Indias*. Madrid. Alianza Universidad.
- Miranda, J.** 1980. *El tributo indígena en la Nueva España durante el siglo XVI*. 2ª ed. México, D.F. El Colegio de México.
- Moreno, T.A.** 1968. *Geografía económica de México (Siglo XVI)*. México, D.F. El Colegio de México.
- Patiño, V. M.** 1969. *Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial*. Tomo IV: *Plantas introducidas*. Cali. Imprenta Departamental.
- Patiño, V. M.** 1980. *Los recursos naturales de Colombia, aproximación y retrospectivas*. Santa Fe de Bogotá. Carlos Valencia Editores.
- Rindos, D.** 1984. *The origins of agriculture. An evolutionary perspective*. Orlando. Academic Press.
- Rojas, T.** 1983. Evolución histórica de las plantas cultivadas en las chinampas de la cuenca de México. En *La agricultura chinampera, Compilación histórica*. Rojas, T., ed. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, págs. 181-213.
- Schmit, V. y Debouck, D.G.** 1991. Observations on the origin of *Phaseolus polyanthus*. *Economic Botany*, 45(3):345-364.
- Serrera, R. M.** 1974. *Cultivo y manufactura de lino y cáñamo en Nueva España (1777-1800)*.

- Sevilla. Publicaciones de la Escuela de Estudios Hispano-Americanos de Sevilla, N° 120.
- Solano, F. de.** 1977. *Tierra y sociedad en el reino de Guatemala*. Guatemala. Editorial Universitaria.
- Toscano, S.** 1946. Una empresa renacentista de España: la introducción de cultivos y animales domésticos euroasiáticos en México. *Cuadernos americanos*, 25: 143-158.
- Vavilov, N.I.** 1931. Mexico and Central America as the principal centre of origin of cultivated plants in the New World. *Bull. Appl. Bot. Pl. Breed*, 26:135-199.
- Vavilov, N.I.** 1949-1950. The origin, variation, immunity and the breeding of cultivated plants. Waltham. *Chronica Botanica*, 13(16)1366.

La agricultura en Mesoamérica

Plantas domesticadas y cultivos marginados en Mesoamérica

«En el sur de México y América Central, el investigador de plantas se halla, en el sentido completo de la palabra, en un verdadero foco de creación» (Vavilov, 1931).

Mesoamérica fue definida por Paul Kirchoff, en 1943, como la zona de influencia de las culturas mexicanas en la época precolombina. Sus límites son, por supuesto, muy difusos; por el norte, las cuencas de los ríos Pánuco y Santiago, al sur una línea que partiendo de la costa atlántica de Honduras incluye la vertiente del Pacífico de Nicaragua y la península de Nicoya en Costa Rica. Además de ser un área cultural, Mesoamérica es una de las zonas de origen de la agricultura, comparable con el Cercano Oriente, China y la región andina. Vavilov la considera como el «centro de origen» —hoy se dice de diversidad genética— más importante del continente.

GEOGRAFIA FISICA Y OCUPACION HUMANA

Mesoamérica es una región de ambientes físicos muy complejos. En el relieve se destacan, partiendo del centro de México, dos cordilleras, las Sierras Madres, que corren paralelas a las costas, y que, desde el centro de ese país hasta Panamá, se prolongan por otros ejes montañosos, algunos de ellos de volcanismo muy activo. Entre las cordilleras quedan en México áreas extensas más o menos planas, secas, que se elevan hasta el valle

central, y más al sur, hasta el final de la región, hay depresiones intermontanas y valles cortados por los ríos, de lo que resulta un relieve muy complejo. Entre las cordilleras y la costa, se extienden llanuras aluviales y una península, Yucatán, sobre rocas calcáreas.

La posición de Mesoamérica, entre el trópico de Cáncer y los 10° lat. N, la coloca en un área influida por grandes fuerzas climáticas que se originan en los océanos que la rodean. La interacción entre los elementos climáticos, la latitud y el relieve crean una variedad de ambientes que van desde las llanuras costeras del Atlántico, con precipitaciones de 3 000-5 000 mm, hasta los semidesiertos de las mesetas montañosas de México. La separación principal es de zonas con humedad continua en la vertiente atlántica, y de estaciones alternas con una época seca en la vertiente pacífica, que corresponde al invierno boreal, que los españoles llamaron verano. El área de estaciones alternas, desde la costa del Pacífico hasta las cumbres de las cordilleras, fue la primera en ocupación humana, y sigue siendo la de mayor densidad de población.

La cobertura vegetal es también muy variada, pues en Mesoamérica se unen elementos de origen norteamericano —los pinos llegan hasta Nicaragua—, con especies sudamericanas, muchas de las cuales han penetrado profundamente en las tierras bajas de ambas vertientes en México. Es de esperar que, en estas condiciones, el aislamiento y la selección hayan ido creando una alta diversidad biológica, con el endemismo consiguiente. Como en otras áreas tropicales, los grandes

El autor de este capítulo es J. León (San José, Costa Rica).

paisajes están determinados por la interacción de clima y relieve, siendo los factores edáficos de importancia menor.

El paisaje actual de Mesoamérica está definido por la ocupación humana. En general, da la idea de una región más bien seca, altamente erosionada, con una cobertura vegetal originaria localizadas en espacios pequeños y aislados. De la selva subcaducifolia que cubría la región desde Sinaloa a Guanacaste no quedan sino zonas reducidas, unas en México y otras en Costa Rica. En la mayoría de los países la frontera agrícola está agotada, y las selvas tropicales húmedas se van reduciendo a tal ritmo que dentro de 10 a 20 años habrán desaparecido.

LA SECUENCIA CULTURAL

Los primeros habitantes de Mesoamérica fueron los grupos inmigrantes que viniendo del norte, avanzando hacia América del Sur, se establecieron en pequeñas comunidades nómadas, hace 25 000 a 40 000 años. Los primeros rastros de utensilios aparecen hace unos 18 000 años, y las culturas conocidas hasta ahora se iniciaron con la olmeca, un conglomerado de poblaciones que se extendieron desde las llanuras costeras del Golfo de México hasta las tierras altas. Una serie de culturas sucesivas, que ocuparon áreas distintas y tuvieron épocas separadas de desarrollo, se fueron sucediendo en Mesoamérica. De su complejidad y origen quedan restos en los lenguajes indígenas, que muestran una ramificación antigua y profunda a partir de unos pocos troncos básicos de origen norteamericano. Esta sucesión de culturas llevó a algunas de ellas a un verdadero desarrollo, desde los rancheríos hasta los imperios. A la llegada de los españoles, Mesoamérica no estaba dominada, como los Andes, por un poder hegemónico. El imperio azteca coexistía junto a minúsculas tribus independientes, pero los aztecas eran la fuerza principal, y su idioma, el náhuatl, llegó a ser casi una lengua franca en

toda Mesoamérica. Las plantas, los instrumentos para su cultivo y utilización, y aun los tipos de suelos, tenían nombres náhuatl, que se empleaban desde Sinaloa hasta Costa Rica, y algunos más allá de las fronteras de Mesoamérica.

SISTEMAS AGRICOLAS

La agricultura fue la base de las civilizaciones mesoamericanas. Puede estimarse que tomó siglos para desarrollarse, y que su etapa final —la que conocieron los europeos en 1500— fue el resultado de la acumulación de prácticas y materiales, inventados y perfeccionados por culturas distintas que habían sobrevivido a guerras, hambres y desastres naturales. No puede asumirse que este resultado fuera un proceso lineal; debió concretarse lentamente en centros de poder económico y político; expandirse o contraerse según la suerte de los grupos humanos. El trabajo persistente por mejorar los cultivos, inventar prácticas de producción y utilización operó en forma más o menos continua, y quizás estuvo a salvo de muchas contingencias porque estaba en manos de agricultores, que fueron el grupo menos afectado por los cambios de poder.

De la recolección de productos vegetales se pasó a proteger y cultivar ciertas plantas. Se cree que los frutales, que proporcionaban una buena parte de los productos recolectados, fueron también las primeras especies sometidas a protección y cultivo. Los españoles de Cortés, en la expedición a Honduras, lograron subsistir gracias a los zapotes que encontraron en la selva. Se podría suponer que las siembras primitivas fueran parecidas a las que aún se observan en los solares de las casas en ciertas partes de Chiapas y Guatemala: una mezcla de árboles frutales, hierbas comestibles y medicinales, cacao, ornamentales, sembrados y cosechados sin ningún orden, bajo árboles nativos que no tienen otra utilidad que proveer combustible y sombra. Nada indica que en estas condiciones no se practicara la selección y se

FIGURA 2
Mesoamérica.



sembraran los tipos escogidos. En regiones más secas, las siembras primitivas pudieron basarse en hierbas que producen semillas y que requieren suelos limpios para crecer. Tarde o temprano se llegó al sistema de roza-tumba-quema, que se practica en todas las regiones, especialmente en las que tienen estaciones alternas.

Otra línea de desarrollo fue el control de la humedad del suelo. El riego es muy antiguo en Mesoamérica, y en el valle central de México se practicó en zonas muy extensas, con diferentes sistemas. No se llegaron a construir obras de ingeniería como en el Perú, pero se alcanzó a cubrir áreas suficientes para abastecer en alimentos a los grandes núcleos urbanos de Teotihuacán y Tenochtitlán. El mayor desarrollo del riego se inició en la época colonial, con las huertas de cacao que extendieron este cultivo en áreas nuevas, como las tierras bajas del Pacífico hasta Sinaloa. En un proceso opuesto, se inventaron sistemas de drenar el suelo húmedo, construyendo bancales; los más espectaculares fueron las *chinampas* del valle de México, reducidas ahora a una atracción turística. Contribuyeron notablemente a la alimentación de Ciudad de México antes de la Conquista y durante la época colonial. En las tierras bajas de Campeche y Veracruz, los bancales fueron utilizados desde las primeras culturas, y también se desarrollaron en las tierras bajas ocupadas por los mayas.

El desarrollo de sistemas agrícolas depende en gran parte de los instrumentos de trabajo y de la disponibilidad de tracción animal. En ninguno de estos dos aspectos Mesoamérica ofrece un aporte especial. Sólo se conocían los instrumentos de labranza más primitivos: la coa o bastón de sembrar era de uso general; en México se inventaron coas y palas de bronce, y en otras partes se usaron conchas grandes con ese propósito, pero no se llegó a desarrollar instrumentos, como en los Andes, que permitieran la aradura del suelo. La falta completa de animales de tiro era caracterís-

tica de todo el Nuevo Mundo. La fuerza del hombre suplió la energía necesaria, y la esclavitud, oculta o evidente, permitía a los grupos dominantes obtener el alimento, vestido y adornos por medio de tributos. En sistemas de cultivo, técnicas e instrumentos, Mesoamérica no contribuyó con ningún elemento nuevo o esencial que no se conociera en otras culturas agrícolas.

El sistema agrícola mesoamericano que ha recibido más atención ha sido el maya. Mucho se ha escrito para tratar de comprender cómo en un ambiente extremadamente desfavorable, con suelos muy pobres y lluvias muy abundantes o escasas, pudo desarrollarse una cultura cuyos avances en matemáticas, astronomía y arquitectura fueron superiores no sólo a los de otras culturas precolumbinas sino a las europeas y asiáticas contemporáneas. La construcción de grandes centros urbanos debió requerir muchos trabajadores, y la subsistencia de éstos y de las clases dirigentes no puede explicarse satisfactoriamente dentro del sistema actual de producción agrícola de la región. Aunque se han propuesto explicaciones teóricas parciales, el problema aún está lejos de resolverse. Se sabe que los mayas dependían de tres productos básicos —el maíz, los frijoles y las cucúrbitas—, y de otros menores, todos mesoamericanos. Se ha sostenido, sin pruebas seguras, que ellos fueron los que domesticaron el cacao, aunque se sabe que elaboraban un tipo de chocolate. Otras plantas que utilizaron y probablemente sembraron fueron *Brosimum alicastrum* (el ramón) y *Talisia* spp., ambos frutales. A la llegada de los europeos, la cultura maya había desaparecido casi por completo. Sus descendientes, sobre todo en Yucatán, practican un sistema de agricultura que no parece haber cambiado mucho desde la época clásica.

PLANTAS DOMESTICADAS

Resultaría académico clasificar las plantas de Mesoamérica, respecto a su proceso de domesticación,

en toleradas, cultivadas y domesticadas, como si éstas fueran categorías diferenciadas, puesto que entre las tres se presentan todos los estados intermedios. No ha sido posible identificar los factores que permitieron su domesticación, pero algunos de ellos debieron ser los mismos que la favorecieron en el Cercano Oriente, el sureste de Asia o China. En muchas ocasiones se ha señalado que dicho proceso ocurrió en una época más o menos similar en todo el mundo, y que fue más lento en Mesoamérica.

La información que existe sobre la domesticación es de orden botánico (presencia de una gran diversidad en la especie y de parientes silvestres), arqueológico (restos de plantas, representaciones o impresiones en utensilios), histórico y lingüístico (documentos, nombres en idiomas indígenas). Las pruebas arqueológicas son las de mayor peso, y se limitan a especies y regiones cuyas condiciones favorables a la conservación de restos orgánicos han llevado a una identificación correcta y a asignar fechas seguras. Por consiguiente, la información derivada de testimonios arqueológicos en Mesoamérica y en otras regiones de agricultura primitiva debe recogerse con estas limitaciones; quedan excluidas las especies que no se conservan bien y las áreas de alta humedad que, según Vavilov, pudieran haber sido las de agricultura más antigua.

Si Mesoamérica no hizo contribuciones de gran valor en materia de sistemas de cultivos, en la domesticación de plantas su lugar es comparable al de cualquier otra región, tanto por el número como por la importancia de las especies. Se sabe con plena certeza que el maíz fue domesticado en Mesoamérica, y que desde la época en que se practicaba una agricultura incipiente (hace unos 3 000 años), ya formaba, junto con una especie de *Cucurbita* y una de *Capsicum*, parte de los sistemas de producción más primitivos. Respecto al maíz, los testimonios arqueológicos descubiertos en Tehuacán, en el centro de México, por Mac-

Neish, constituyen la prueba más completa de la evolución local de un cultivo. En Mesoamérica se desarrollaron numerosas variantes o razas, que se adaptaron a casi todas las condiciones ambientales, desde los sitios de elevada humedad y temperatura, hasta las alturas de 3 100 m de clima frío y seco.

En Mesoamérica se inventaron el mayor número de formas de comer y beber los productos del maíz, y los instrumentos y modos para prepararlos. La cal se utilizó para separar la cáscara del grano, con lo que se incrementó su valor proteico y se obtuvo un alimento de primer orden. Este fue con toda seguridad un descubrimiento fortuito, cuyo resultado no se aplicó en otras regiones del mundo. Entre los usos que tuvo en México, Hernán Cortés menciona, en 1520, la producción de azúcar, y cañas «que son tan melosas y dulces como las de azúcar».

Por lo menos tres especies de *Cucurbita* se originaron en Mesoamérica: *C. argyrosperma*, quizás la primera en cultivarse, que se adapta a altitudes entre 0 y 1 500 m; *C. moschata*, la más común y útil, que se da entre 300 y 1 500 m, y *C. pepo*, que en Mesoamérica es menos importante que en Europa y Estados Unidos, y crece hasta 2 000 m. Una cuarta especie, *C. ficifolia*, se consume en forma diferente de las anteriores, y también puede ser originaria de Mesoamérica.

Entre las cucurbitáceas se cultivan asimismo dos especies de *Sechium*, el chayote (*Sechium edule*), del que se consumen los frutos, raíces y tallos tiernos, y cuya área de distribución es muy amplia en los trópicos americanos desde su centro de origen (México y Guatemala); y *S. tacaco*, aún restringida a su área original, las tierras altas de Costa Rica.

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) fue conocido primeramente en México, donde lo describió detalladamente Francisco Hernández, hacia 1571-1577. No tenía mayor importancia como hortaliza, pues era una hierba más en las milpas,

aunque sus frutos fueran del tamaño de las variedades modernas.

Una hortaliza de uso semejante es *Physalis philadelphica*, llamada comúnmente tomate o tomate de cáscara en México; se cultiva también en Guatemala y de ella se conservan unas pocas variedades.

La especie mesoamericana de chile, *Capsicum annuum*, de la cual se derivan los pimientos, presenta en esa región poblaciones silvestres y una diversidad varietal muy amplia.

Los frijoles comunes, *Phaseolus vulgaris*, aparecieron hace 5 500 a 7 000 años en el centro de México, donde abundan las poblaciones silvestres, pero su cultivo intensivo se inició entre los siglos I y VII. *P. coccineus*, una especie perenne de las tierras altas, ya se encontraba en México hace unos 2 200 años; otra especie muy afín, *P. polyanthus*, se cultiva asociada con *P. coccineus*. *P. acutifolius*, que se cultivaba hace unos 5 000 años en Tehuacán, se extiende desde Estados Unidos hasta Costa Rica.

Uno de los cultivos principales del México precolombino fue *Amaranthus hypochondriacus*, cuyas semillas se consumían como las de los cereales. Otra especie cultivada, especialmente en Guatemala, es *A. cruentus*.

Las raíces y tubérculos nativos no han sido de importancia en la agricultura mesoamericana. La jícama (*Pachyrhizus erosus*), es un cultivo antiguo y muy difundido en la actualidad. Las papas de las tierras altas de México, de gran valor como alimento energético, producen tubérculos comestibles pequeños, pero no se cultivaron.

El cacao (*Theobroma cacao*), que se encuentra silvestre en el sur de México, se domesticó posiblemente en esa región, donde hay variedades aberrantes, y su cultivo prehispánico no pasó de la actual frontera entre Costa Rica y Panamá.

El algodón (*Gossypium hirsutum*) constituye la planta fibrosa de mayor cultivo; uno de sus centros de domesticación parece haber sido la costa

del Golfo de México, y restos arqueológicos en ese país indican que se conocía hace 5 500 años. Otras fibrosas, hoy reemplazadas en gran parte por las fibras sintéticas, son el henequén (*Agave fourcroyoides*), sisal (*A. sisalana*), *A. angustifolia* var. *letonae*, de El Salvador, y varias especies de *Furcraea*.

Entre las hortalizas de hoja cabe mencionar *Crotalaria longirostrata*, *Solanum americanum*, *S. wendlandi*, *Cnidioscolus chayamansa*, *Chenopodium nuttalliae* y *Opuntia leucantha*, que se consumían frescas o cocidas, así como los tallos tiernos de *Cucurbita* y *Sechium*. La inflorescencia de *Chamaedorea tepajilote*, la pacaya, es un artículo de amplio consumo en México y Guatemala, pero su cultivo está aún reducido a las huertas. El chayote (*Sechium edule*), se utiliza por sus frutos, raíces y tallos tiernos.

Probablemente el mayor número de domesticaciones se hizo con los frutales. De algunos de ellos quedan restos arqueológicos, aunque no se sabe con certeza si son materiales recolectados o cultivados. *Annona diversifolia*, *A. reticulata*, y *A. scleroderma* son nativas de Mesoamérica, y de algunas de ellas se conocen poblaciones silvestres; *Casimiroa edulis* se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2 500 m; se han encontrado restos arqueológicos de hace 5 000 años. Esta es una especie compleja por sus diferentes poblaciones locales. *Couepia polyandra* y *Diospyros digyna* son silvestres de México a Costa Rica, datan también de hace unos 5 000 años y presentan numerosas variedades. *Inga jinicuil* e *I. paterno*, son de México y de El Salvador respectivamente. *Licania platypus* se da de México a Panamá; *Manilkara zapota*, con numerosas variedades, se cultiva actualmente en todas las áreas tropicales. *Persea americana*, el aguacate, es una de las frutas que, en Mesoamérica, se cultivan a cualquier altitud entre 0 y 2 500 m; de ella aún se hayan poblaciones silvestres. También crecen *Parmentiera edulis*, *Persea schiedeana*, *Pouteria campechiana*,

P. sapota, el zapote, y una población afín, *P. viridis*; *Pouteria hypoglauca*, *Prunus capuli*, *Psidium friedrichsthalianum* y *Spondias purpurea*, con muchas variedades y usos. Las cactáceas en México tienen numerosas especies silvestres cuyos frutos se recogen, y hay unas pocas especies en cultivo incipiente.

Entre las especias y condimentos se encuentran *Capsicum annuum* y *C. frutescens*; *Pimenta dioica*, silvestre de México a Costa Rica, de cultivo muy antiguo; *Vanilla planifolia*, que se produce más fuera de la región; y *Fernaldia pandurata*. Algunas especias se obtienen de plantas semisilvestres, como el xochinacaxtle (*Cymbopetalumpenduliferumpy*), chufle (*Calathea* sp.) y *Quararibea funebris*.

Las bebidas fermentadas (pulque) o frescas (aguamiel), eran conocidas desde la época precolombina y se obtienen principalmente de dos especies de agave, *Agave salmiana* y *A. mapi-saga*. El origen de la preparación de las bebidas destiladas (mescal, tequila), obtenidas de *A. tequilana* y otras especies también se remonta a aquella época.

Las plantas medicinales son muy numerosas, la mayoría de ellas en cultivo incipiente. La contribución más reciente de Mesoamérica han sido las especies de *Dioscorea*, utilizadas para la producción de diosgenina-cortisona y cultivadas con este propósito en México.

Un grupo no menos importante son las ornamentales. Los españoles encontraron en México jardines como los de Europa, y en siglos posteriores a la Conquista, numerosas especies de orquídeas y bromeliáceas de Mesoamérica han sido cultivadas en Europa y Estados Unidos. Un grupo de Compuestas, *Ageratum*, *Cosmos*, *Dahlia*, *Tagetes*, *Zinnia*, que se cultivaban en la región desde la época prehispánica, han sido seleccionadas intensamente en Europa y Estados Unidos; de todas ellas hay poblaciones silvestres así como de *Trigida*, *Zephyranthes*, *Euphorbia* y otras ornamentales.

MARGINACION DE CULTIVOS EN MESOAMERICA

Entre las causas que han contribuido a marginar cultivos, el reemplazo de un producto natural por otro sintético, ha sido quizás la más drástica. La agroindustria del añil (*Indigofera* spp.), que aún conserva una gran importancia comercial, ha desaparecido casi actualmente desplazada por la producción de tintes químicos; y *Agave* y *Furcraea* han sido sustituidos por las fibras sintéticas. El hule (*Castilla elastica*), cuyo uso era ya conocido en épocas prehispánicas, fue un cultivo incipiente a comienzos del siglo; se reemplazó por otro más eficiente, *Hevea brasiliensis*, y éste a su vez por el caucho sintético.

En las plantas alimenticias la marginación ha sido un proceso más largo y difícil. La preparación culinaria y el hábito de consumo desde la infancia han sido las condiciones culturales de la permanencia de estas especies. Sin embargo, los cambios sociales violentos, como la Conquista, trajeron alteraciones profundas. Los productos autóctonos fueron reemplazados por otros introducidos, que han competido con aquéllos por tener a su favor el prestigio que les atribuye el grupo social dominante. Los cultivos autóctonos son abandonados primeramente por los estratos sociales superiores, y luego por las capas más bajas. Sólo las comunidades muy pobres o las indígenas mantienen los cultivos tradicionales, y conservan las técnicas de su manejo y utilización. El cambio basado en el prestigio social se hace sin tomar en cuenta el valor intrínseco de los cultivos, como sus propiedades nutritivas o los costos de producción. En El Salvador, un estudio comparativo entre hortalizas nativas, como el chipilín (*Crotalaria* spp.) y la hierba mora (*Solanum americanum*), y las hortalizas europeas (lechuga, repollo) mostró la superioridad de las primeras como fuentes de vitaminas y aminoácidos, sin contar que su producción requiere menos cuidados y gastos en fertilizantes e insecticidas.

La falta de aceptación de un cultivo en base a su carencia de prestigio social se refleja en muchos aspectos. Un agricultor en Guatemala puede obtener créditos sobre sus cítricos, pero no sobre un fruto local tan estimado como la papausa (*Annona diversifolia*), a pesar de que éste tiene un buen mercado. También faltan servicios de extensión relativos a los cultivos autóctonos, quizás porque el conocimiento de éstos es acervo de los indígenas. La acción de muchos técnicos extranjeros se concentra en los cultivos exóticos y no en los nativos, puesto que su experiencia, informaciones y materiales de extensión se refieren sobre todo a aquéllos. En cambio, son a menudo antropólogos extranjeros los que llaman la atención sobre los cultivos autóctonos, y especialmente sobre los procesos conocidos por las comunidades aborígenes para su utilización.

Hay un caso interesante de marginación, el huautli (*Amaranthus hypochondriacus*), que se trata en otro capítulo de esta obra.

Son numerosos los cultivos nativos de Mesoamérica que no se han expandido fuera de áreas restringidas. La chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) se cultiva en Yucatán y Petén; el ixtlán (*Solanum wendlandi*), en el suroeste de Guatemala; el loroco (*Fernaldia pandurata*), en El Salvador; el huauzontle (*Chenopodium berlandieri*), en el centro de México. De la mayoría de éstos ya hay estudios locales sobre manejo agronómico; es posible que algunos se extiendan a nuevas áreas.

El futuro de los cultivos marginados de Mesoamérica depende de la acción conjunta de varios factores. Uno es la investigación sobre producción y manejo, dirigida a la obtención de variedades superiores y de prácticas agronómicas mejoradas, especialmente en la protección contra plagas y enfermedades. Otro es establecer fuentes seguras y permanentes de semillas y demás materiales de propagación, asequibles a los agricultores. Fundamentales son las campañas de extensión agrícola, que muestren las ventajas de los

cultivos marginados sobre los exóticos, en relación a su valor nutritivo y facilidad de producción. Estos aspectos requieren el estudio intensivo y la evaluación de las variedades, sistemas de producción tradicionales y formas de utilización de los productos por los grupos indígenas o campesinos, para adaptarlos a las técnicas modernas. Además, se han de estudiar las condiciones del mercado y las posibilidades de su ampliación a otras regiones, e investigar la presentación del producto y las normas que garanticen al consumidor una calidad estable y promuevan una aceptación más amplia. La diversificación de usos en la agroindustria creará nuevas posibilidades de mercado y una garantía para el productor.

Bibliografía

- Bukasov, J.M.** 1931. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. *Bull. Appl. Bot. Gen. Pl. Breed. Supl.*, 47:1-553. Versión española de J. León. 1981. Turrialba. CATIE-GTZ.
- Dressler, R.L.** 1953. The pre-Columbian cultivated plants of México. *Bot. Mus. Leaflet*. Harvard Univ., 16:115-172.
- Flannery, K.V.**, ed. 1987. *Maya subsistence*. Nueva York. Academic Press.
- Harrison, P.D. y Turner, B.L.**, eds. 1978. *Prehispanic Maya agriculture*. Albuquerque. University of New Mexico Press.
- Martínez, M.** 1959. *Las plantas útiles de México*. México, D.F., Botas.
- Palerm, A. y Wolf, E.** 1961. La agricultura y el desarrollo de la civilización en Mesoamérica. *Rev. Interam. Cienc. Soc.*, 1:1-345.
- Rojas Rabiela, T.** 1988. *Las siembras de ayer. La agricultura indígena del siglo XVI*. México, D.F. SEP-CIESAS.
- Rojas Rabiela, T. y Sanders, W.T.**, eds. 1985. *Historia de la agricultura. Epoca prehispánica - siglo XVI*. México. INAH. 2 vol.

Frijoles (*Phaseolus* spp.)

Cinco fueron las especies domesticadas del género *Phaseolus sensu stricto*, que incluye 55. Los pueblos precolombinos las cultivaron durante miles de años como principal fuente de proteínas, ya que los animales no jugaron un papel importante como alimento o fuerza de trabajo, particularmente en Mesoamérica. Ya en época precolombina, el frijol común (*P. vulgaris* L.) tuvo mayor aceptación y se seleccionó más intensamente. Los primeros cronistas informan que en los imperios azteca e inca se daba gran importancia a esta especie, y que con ella se pagaban los tributos. Su popularidad se acentuó después de la Conquista, y desde 1880, salvo trabajos aislados, el esfuerzo de mejora genética se ha concentrado principalmente en el frijol común. Esta práctica ha perjudicado a las demás especies, que presentan, en la agricultura moderna, un interés superior o comparable, por lo menos en las zonas que no ofrecen condiciones ecológicas óptimas para su desarrollo.

La forma ancestral de *P. vulgaris* crece en el límite entre dos zonas climáticas —subtropical

seca y tropical templada—, donde el hombre precolombino estableció muchos asentamientos, hecho que puede explicar la aceptación de la especie. Para cubrir la mayor parte de la superficie donde vivió (a excepción de algunas regiones andinas), domesticó cuatro especies más.

Las cinco formas ancestrales eran bejucos que crecían en nichos ecológicos diferentes; los estudios bioquímicos han mostrado cómo se domesticaron *P. lunatus* en varios lugares de Mesoamérica y *P. vulgaris* en los Andes. Salvo en esta última región, la uniformidad en la presión de selección condujo a una notable similitud en los patrones evolutivos. A excepción del tépari, la asociación con el maíz, aunque tardía en los Andes, contribuyó también a dicha uniformización. Los niveles de evolución de las cinco especies no han sido los mismos, y queda un gran potencial por explotar, por ejemplo, con respecto al hábito de crecimiento en *P. polyanthus*, y al tamaño y color de la semilla de *P. acutifolius*. Su potencial ecológico permitiría desarrollar ciertas especies incluso más profundamente que *P. vulgaris*.

En una época en que se ha aceptado el modelo de una agricultura a la vez sostenible y productiva, los frijoles merecen ser objeto de renovada atención.

El autor de este capítulo es D.G. Debouck (Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma).

El autor desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas: Dr. G.F. Freytag (USDA), Dr. J. León (Universidad de Costa Rica), Ing. G. Ballesteros (Universidad de Córdoba, Colombia), Sr. O. Toro (CIAT), Sra. O. Youdivich. También agradece a las siguientes instituciones: CIRF (Roma), CIAT (Colombia), UICN (Suiza), INIFAP (México), ICTA (Guatemala), ICA (Colombia), INIAP (Ecuador), INIAA (Perú), CIF (Bolivia), INTA (Argentina), Universidad de Costa Rica.

Phaseolus coccineus

Nombre botánico: *Phaseolus coccineus* L.

Familia: Fabáceas.

Nombres comunes: *castellano:* ayocote (nombre de origen náhuatl) (centro de México), patol [México (Zacatecas)], botil [México (Chiapas)], chomborote, piloy (altiplano de Guatemala), cubá (Costa Rica).

Esta especie ha sido cultivada en las partes altas de Mesoamérica por muchos siglos. Los pueblos del Anáhuac, en el México precolombino, la cultivaron extensivamente y aseguraron su distribución. Su introducción en el sur de Colombia (Antioquía y Nariño) y en Europa (donde se conoce con los nombres de *haricot d'Espagne* y *scarlet runner*) podría haber ocurrido a partir del siglo xvii, y luego en otras partes del mundo, como las tierras altas de Etiopía. Se ha encontrado en restos arqueológicos sólo en México, en Durango y Puebla, y en estado silvestre en Tamaulipas. Aunque la información arqueológica es muy escasa, se podría suponer que su domesticación mexicana se produjo en las zonas húmedas y altas.

El cambio de variedades de maíz (más precoces y de tallos menos fuertes) y el uso de fertilizantes (por ejemplo, urea) y herbicidas en las milpas han causado el abandono progresivo de este cultivo en el occidente de Guatemala y en Costa Rica. Parece verosímil asumir que lo mismo está pasando en otras partes de su área de cultivo. Debido a su nicho ecológico, *P. coccineus* ha sufrido una fuerte competencia por parte de cultivos exóticos que tienen mayor consumo y mejor mercado, como la arveja, haba, repollo, ajo y cebolla.

Esta legumbre ha sido utilizada en su zona nuclear sobre todo por sus granos secos o verdes. El consumo de semillas tiernas permite expandir el cultivo hacia altitudes mayores, pues la raíz carnososa produce un segundo crecimiento después de ligeras heladas (por ejemplo, en Huehuetenango,

Guatemala). Esta raíz tiene usos medicinales en México. También se consumen las flores. Las llamativas inflorescencias pueden ser la razón de su expansión reciente como ornamental en Europa y Estados Unidos. La vaina verde se usa como verdura en Europa occidental, y el grano seco (semillas blancas) se consume en ciertos platos típicos.

Descripción botánica

Especie plurianual, de gran vigor vegetativo, con tallos de varios metros (sólo en pocos cultivares modernos hay formas anuales arbustivas), que emergen de una raíz carnososa. Se distingue fácilmente por sus semillas de gran tamaño (peso de 100 semillas, 80-170 g; entre 6-12 g para la forma silvestre) con hilo estrecho, pequeño y elíptico; sus inflorescencias grandes (20 cm y hasta más de 20 ramillas fructíferas) con flores rojo escarlata, blancas o más raramente bicolors. Germinación hipogea; raíz carnososa, dividida y generalmente fusiforme, que permite el rebrote de yemas cotiledonares durante varios años consecutivos. Florece a partir de los 50 días de sembrada, en las formas más precoces, o al inicio de las lluvias, y sigue produciendo flores por largo tiempo, salvo en las formas arbustivas. La polinización es cruzada en la mayoría de los casos, ayudada por la presencia de un estigma extrorso y nectarios, a través de abejorros y picaflores. Hasta ahora, se considera autocompatible.

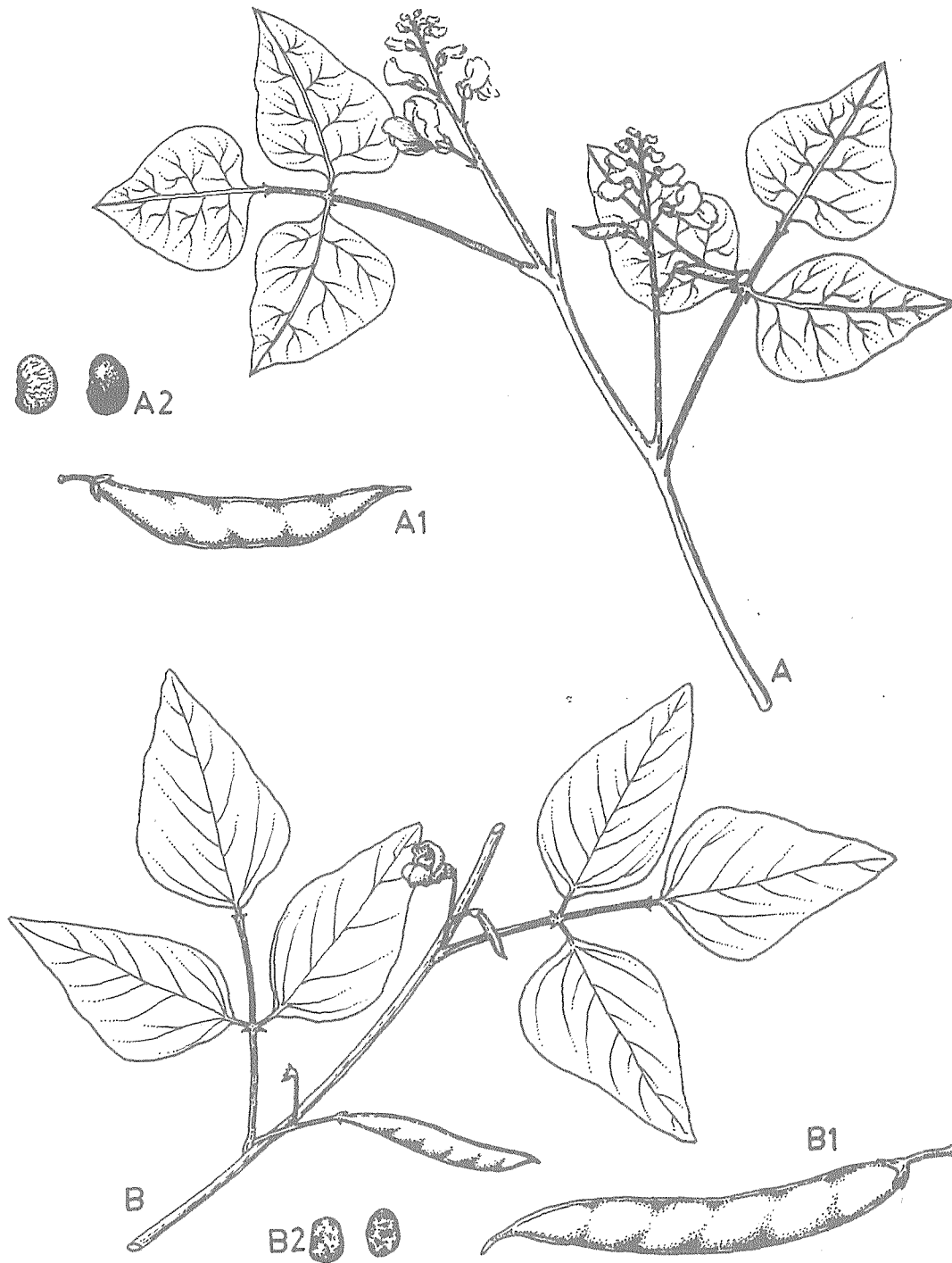
La dispersión de la semilla en las formas silvestres se hace por dehiscencia violenta de las vainas durante la temporada seca. En algunas poblaciones silvestres aparece una breve latencia; la viabilidad de la semilla en condiciones naturales no pasa de tres años.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Al igual que *P. polyanthus*, soporta precipitaciones superiores a otras especies de *Phaseolus* (Cuadro 3), con tal de que los suelos tengan buen

FIGURA 3

Frijoles: A. *Phaseolus coccineus*; A1. legumbre; A2. semillas; B. *P. acutifolius*; B1. legumbre; B2. semillas.



drenaje, como los derivados de cenizas volcánicas, migajones, etc. Crece a temperaturas más frescas en comparación con las demás especies cultivadas. Es generalmente heliófita, aunque soporta neblinas.

Su zona nuclear se extiende desde Durango hasta Veracruz y Puebla. En Guatemala, se siembra tradicionalmente en las vertientes de la sierra de Cuchumatanes, y en el altiplano de Huehuetenango hasta Alta Verapaz y Sacatepéquez, y en las partes más altas del resto de América Central. La forma silvestre de *P. coccineus* (sin que pueda afirmarse que es ancestral en la totalidad de su distribución) se extiende desde Chihuahua, en México, hasta Panamá, generalmente entre 1 400 y 2 800 m, creciendo en el bosque húmedo de altura.

Diversidad genética

Esta especie presenta, en estado silvestre, una gran variación fenotípica en la condición actual de su evolución, en contraste con las demás especies silvestres del género (hay cierto paralelismo con *P. augusti* de América del Sur). *P. coccineus* silvestre puede considerarse como un complejo de varias formas, ahora en especiación activa, a lo largo de su rango de distribución. Algunas formas muy diferenciadas, como *P. glabellus*, podrían haberse separado constituyendo una forma temprana de un grupo del que ahora es difícil distinguir todas las variantes. La alogamia es frecuente en estas plantas, y el cruzamiento de formas silvestres con cultivadas, desplazadas por el hombre, ha modificado los patrones de especiación. Por su activo proceso de evolución, este complejo no constituye un trabajo fácil para el taxónomo, pero ofrece, por esta misma razón, un gran potencial para el fitomejorador.

Además de un grupo de cuatro formas silvestres, con flores escarlatas, cabe mencionar otro de cuatro formas con flores moradas. *P. polyanthus* es una especie afín al límite del acervo genético primario

del ayocote, pues puede en algunos casos cruzarse con este último, como en Putumayo, Ecuador, o en Imbabura, Colombia. De igual manera, *P. vulgaris* puede considerarse como al límite del acervo genético primario del ayocote.

Existen pocos cultivares definidos, particularmente entre los volubles. Se puede señalar, entre los arbustivos indeterminados, 'Patol Blanco', y, entre los arbustivos determinados, 'Hammond's Dwarf'.

Hay riesgos de erosión genética en las zonas donde la milpa tradicional se ha modificado, como ocurre en algunas partes de México (Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz), Guatemala y Costa Rica. Allí era frecuente sembrar, junto con el maíz, las tres especies de frijol (*P. coccineus*, *P. polyanthus* y *P. vulgaris*) y calabazas. En el altiplano de México (Durango, Zacatecas), la extensión reciente del frijol común puede desplazar a los «patoles» por motivos de precio.

Existen materiales de *P. coccineus* en colecciones de germoplasma, principalmente en Chapinango, México (INIFAP), Pullman, Estados Unidos (USDA), y Palmira, Colombia (CIAT). El material cultivado ha sido ya recolectado en buena parte, con excepción de ciertas zonas de Guatemala (Quiché), Honduras y Costa Rica, donde quizás sea ya demasiado tarde realizar dicha recolección. Para el material silvestre, es necesario efectuarla en las cercanías de las grandes ciudades de Mesoamérica, particularmente en el valle de México, que era un centro de diversidad del complejo de *P. coccineus* muy rico en formas. Muchas zonas quedan por explorar, si se compara el material ya en colección con el abundante material de herbario. Debido al complejo manejo *ex situ* de estas formas, merece practicarse la conservación *in situ*.

Prácticas de cultivo

En la mayor parte de su zona nuclear, se siembra con maíz y otras variedades o especies (*P. vulgaris*, *P. polyanthus*) según prácticas

documentadas, pues las precipitaciones permiten su asociación. En Durango y Zacatecas, México, bajo condiciones de temporal, se siembra sola, en hileras distantes o esparcida, según el tipo de barbecho. La cosecha manual es aún frecuente; las vainas se recogen y dejan secar al sol antes de golpearlas; los granos se guardan en costales. La estimación del rendimiento en campos de cultivo es difícil, pues los agricultores siembran *P. cocci-neus* mezclado con otros frijoles, o lo cosechan periódicamente. Produce 400-1 000 kg/ha en las formas arbustivas, mientras que en las volubles el rendimiento podría ser más elevado (Cuadro 3). Se han registrado más de 23 t/ha en cultivos para vainas tiernas en Gran Bretaña.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El ayocote se ha usado en muchas oportunidades en la mejora del frijol común, pero sólo en muy pocos casos se ha trabajado en su propia mejora, aunque los especialistas concuerdan en su rusticidad frente a varios hongos, bacterias y virus. La demora en la producción de formas volubles puede ser considerada como limitante. El número de formas arbustivas no es suficientemente alto (especialmente con granos blancos), y varias de ellas son de bajo rendimiento. Sobre todo en las arbustivas, no existe toda la variación en colores y patrones de semilla. La abscisión floral puede a veces ser importante—tal vez por falta de polinizadores— y produce pérdidas de rendimiento.

Muchos cultivares enraízan fácilmente y se mantienen durante varios años gracias a su raíz carnosa. La flor grande y atractiva hace fácil la polinización por los insectos (se puede suponer un efecto positivo de este cultivo sobre la entomofauna local). Se podría desarrollar un ayocote híbrido; sin embargo, al contrario del frijol común o del tépari, no se sabe si existe un fuerte efecto de heterosis. El uso del ayocote como complemento del maíz de ensilaje merece ser investigado, pues aparte de su valor forrajero,

limita la erosión del suelo en este sistema. También puede ser útil intercalado en plantaciones forestales o frutales jóvenes (protección del suelo, valor fertilizante, ingresos adicionales). Por su germinación, es una especie útil para combatir la mosca del frijol (*Ophiomyia*) en las partes altas de África oriental.

Phaseolus acutifolius

Nombre botánico: *Phaseolus acutifolius* Asa Gray.

Familia: Fabáceas.

Nombres comunes: maya: xmayum [México (Campeche)]; castellano: tépari (nombre de origen opata) [México (Sonora)], escomite o escumite [México (Chiapas)], frijol piñuelero (nombre de origen mestizo) (Costa Rica).

Esta especie ha sido cultivada desde hace mucho tiempo en Mesoamérica, y principalmente como legumbre en las zonas desérticas o con una larga temporada seca. Primero se describió una de sus formas silvestres, y la relación con la forma cultivada fue reconocida más tarde, al contrario de lo que ha ocurrido con las demás especies cultivadas del género. Los hallazgos arqueológicos han mostrado una gran antigüedad del cultivo de esta especie en el suroeste de Estados Unidos (donde habría penetrado a partir de México hace 1 200 años) y en Puebla (donde existe hace 5 000 años). La distribución geográfica de la forma cultivada se extiende desde Arizona y Nuevo México hasta Guanacaste, Costa Rica, en la vertiente subtropical seca del Pacífico. Es una distribución esporádica, que se refleja en el mercado de este producto, que presenta poca variación. Se consume mayormente el grano seco por su riqueza en proteínas (17-27 por ciento) e hidratos de carbono; también se utiliza como ejote y como forraje después de la cosecha.

No se sabe aún con precisión cuál fue el lugar

de la domesticación de la especie. Cabe notar que los análisis electroforéticos de la faseolina y de isoenzimas indican que posiblemente fueran pocas las poblaciones domesticadas. Sea por su extinción histórica, porque la base genética inicial estuviese ya reducida en el momento de su domesticación, o por la autogamia de la especie, el potencial genético cultivado no parece haber sido muy amplio, a juzgar por su evolución ulterior.

Entre las causas, señaladas por diversos autores, que han conducido al olvido del tépari, cabe citar:

- la disponibilidad de agua barata en zonas desérticas, que hace posible el cultivo de forrajes u hortalizas u otras legumbres de mayor precio (frijol común, caupí), pues el tépari rinde igual o menos con riego;
- la pérdida de tradiciones de consumo en las comunidades indígenas;
- la falta de demanda en los grandes mercados.

Su potencial de cultivo en zonas desérticas es amplio y está aún por explorar.

Descripción botánica

Terófito propio de desiertos. Se distingue fácilmente de las demás especies de frijoles por su germinación epigea, hojas primarias sésiles, folíolos romboidales agudos, pseudorracimos con 2-4 ramillas fructíferas, flores pequeñas rosadas (o blancas en algunos cultivares), con bractéolas muy pequeñas y triangulares, y vainas con suturas marcadas con 5-10 óvulos. La autogamia parece ser dominante. Se reconocen dos formas silvestres: var. *acutifolius* con folíolos romboidales, y var. *tenuifolius* con folíolos lineares, a veces sagitados. Aparece esporádicamente una tercera forma silvestre con folíolos estrechamente falcados que, por sus características blastogénicas diferentes a la var. *tenuifolius* y una cierta incompatibilidad para su cruzamiento, podría considerarse como especie aparte (*P. parvifolius*).

La forma cultivada, así como las silvestres son de ciclo corto, florecen a los 27-40 días después de la germinación y maduran a los 60-80 días. Las plantas se secan por completo (salvo *P. parvifolius*). En las formas silvestres, la dispersión de las semillas dentro de un radio de 3 m se hace por dehiscencia violenta de las vainas. En algunos cultivares existe una breve latencia postcosecha de un mes. Las semillas de las plantas silvestres germinan por la imbibición causada por las fuertes lluvias del desierto del año subsiguiente, pero sólo en cierta proporción, escalonándose la germinación a lo largo de tres años.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

La forma cultivada se encuentra desde los 50 m hasta los 1 920 m sobre el nivel del mar. Requiere precipitaciones de 250-300 mm anuales, aunque se cultiva, en México, desde regiones con 150 mm (Sonora) hasta 750 mm (Campeche). Durante el período vegetativo, la temperatura diurna puede alcanzar 20-32 °C. Crece en suelos con pH 6,7-7,1, arenosos, limosos, a veces orgánicos, con buen drenaje.

Existe una especialización ecológica en sus formas silvestres: la var. *acutifolius* de Arizona, Nuevo México, Baja California, Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa y Jalisco ocupa hábitats semisoleados con el mezquite, a orillas de riachuelos, mientras que la var. *tenuifolius* coloniza las vertientes soleadas con cactáceas y arbustos espinosos en Arizona, Nuevo México, Baja California, Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Querétaro, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Jalapa. La forma cultivada es un heliófito con mecanismos de tolerancia al exceso de sol.

Diversidad genética

En comparación con el frijol común, la variabilidad de la semilla es menor. Básicamente se presentan dos formas: una de grano bastante pequeño,

redondeado, blanco o negro; y otra de grano anguloso, romboédrico, de mayor tamaño, blanco, blanco verdoso, gris, bayo, amarillo oscuro, caoba, negro o pintado de morado o café. El peso medio de 100 semillas, en el tépari cultivado, oscila entre 10 y 20 g, y en el silvestre entre 2 y 5 g. Se han citado dos cultivares, uno blanco ('Redfield') y otro amarillo oscuro, resultados de selección masal. Aunque los materiales cultivados y silvestres son de hábito indeterminado, el ambiente desértico resulta obligatorio. Mientras las formas silvestres son generalmente trepadoras con pocas guías, de 2-4 m de largo, existen dos grupos en los materiales cultivados: indeterminados arbustivos con guías cortas, e indeterminados rastreros con guías largas, volubles si encuentran soporte. El autor conoce una sola forma escapada. El acervo genético secundario es poco conocido; el frijol común puede considerarse dentro del acervo terciario.

Parece que se han dejado de sembrar un buen número de cultivares, de los cuales se habían hecho colecciones, principalmente en México. Parece poco probable que se puedan encontrar muchas más formas cultivadas, pero sería útil reexaminar la parte sur de la distribución. Dicho examen es un ejemplo de programa de recolección de germoplasma que ha permitido salvar una buena parte de la variabilidad del cultivo. Las dos formas silvestres representan la mayor fuente de variación para la mejora futura de la especie. Como ciertas poblaciones están amenazadas por el sobrepastoreo, sería recomendable recolectar germoplasma desde Nayarit hasta Jalapa.

Prácticas de cultivo

En la parte sur de su distribución, las comunidades campesinas han conservado esta especie sobre todo por su precocidad y menores requisitos. Se siembra en la orilla de las milpas, al inicio de las lluvias, para obtener el ejote, y al final de

las lluvias para obtener la semilla, o en solares cerca de las casas en casi cualquier época. En la parte norte de su distribución (suroeste de Estados Unidos, noroeste de México), se siembra bajo condiciones de temporal, en pequeños campos con topografía favorable o en orillas de arroyos, generalmente sola o con algunas calabazas y malezas toleradas. Después del primer aguacero, se hace el barbecho; se siembra en hileras o a voleo después del segundo. Las plantas se arrancan cuando alcanzan la madurez y se dejan secar al sol. Una semana después, se pisan sobre una superficie limpia y se recoge el grano, que se avienta con un canasto. Este se conservaba en canastos o vasijas de barro (hoy en latas o bolsas plásticas), manteniendo así su poder germinativo por tres años. En Campeche, se guardaba la semilla para sembrar, haciendo paquetes con las vainas sin abrir y poniéndolas en contacto con el humo del fogón.

Los rendimientos se cifran en 200-900 kg/ha, con amplias variaciones debidas a la densidad de siembra y la pluviosidad; se logran unos 1 000-2 000 kg/ha con fertilizante, habiéndose obtenido cosechas de hasta 4 t/ha.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El tépari se considera una especie útil para la mejora del frijol común (no es atacado por el añublo o tizón, *Xanthomonas phaseoli*), pero no se han llevado a cabo programas para mejorar el tépari por sí mismo. A diferencia de muchas legumbres, da un rendimiento aceptable con menos de 400 mm de precipitación anual. El exiguo tamaño de su grano podría corregirse mediante la mejora de la especie; también podría aumentarse la variabilidad de colores y patrones de los granos. Se observa una marcada heterosis cuando se cruzan líneas, existiendo la posibilidad de producir tépari híbrido (sería preciso determinar si el acervo secundario permitiría aumentar la capacidad de atracción de los insectos por la

flor¹). Ciertas poblaciones son susceptibles a la roya, oídio, añublo, pudriciones radiculares, minadores de hojas, brúquidos y lorito verde. Algunas líneas presentan buenos o excelentes niveles de tolerancia a estas plagas y enfermedades. En cultivo, el germoplasma se ha mostrado susceptible a temperaturas bajas, acidez, toxicidad aluminica y al mosaico común.

Su potencial de introducción en zonas desérticas (trópico americano, Sahel, Medio Oriente, India) es importante, pero no ha sido explotado. Por ejemplo, en julio de 1985, el autor envió un pequeño vivero de tépari a Chíncha, Perú, para su evaluación; en 1989 uno de los téparis ya se vendía con el nombre de cuarenteno en Chiclayo. En muchas zonas su uso como planta de cobertura, o como cultivo intercalado con mijo (*Pennisetum*), nopal (*Opuntia*), mezquite (*Prosopis*) y jobo (*Simmondsia*), para alimentación humana o animal, tampoco se ha aprovechado. Cabría la posibilidad de usarlo como cultivo postcosecha cuando aún las temperaturas son favorables y la humedad residual es baja.

Una de las principales razones de promover el cultivo del tépari es la de limitar el uso del agua en zonas subdesérticas.

La investigación debería orientarse a incrementar la recolección de germoplasma; distribuir a los agricultores semilla procedente de bancos de germoplasma; impartir, en el ámbito de la extensión agrícola, información sobre el potencial del cultivo del tépari en zonas secas; iniciar proyectos de mejora del grano; desarrollar tecnologías alimentarias adaptadas a las legumbres (por ejemplo, el procesamiento industrial de proteínas) que liberarían al agricultor de las exigencias del mercado; promover la información sobre las formas de consumo para revalorizar el empleo de esta legumbre.

¹ En esta especie no se ha registrado androesterilidad citoplasmática ni agentes restablecedores de la fertilidad.

Phaseolus lunatus

Nombre botánico: *Phaseolus lunatus* L.

Familia: Fabáceas.

Existen dos grandes acervos genéticos domesticados a partir de dos formas silvestres distintas y con morfotipos de semilla diferente.

Nombres comunes de los cultivares de semilla pequeña (peso de 24-70 g por 100 semillas): *maya*: ib [México (Yucatán)]; patashete [México (Chiapas)]; ixtapacal [Guatemala (Suchitepéquez)]; *castellano*: sieva, comba [Colombia (Guerrero)], furuna [México (Jalapa)], chilipuca (El Salvador), kedeba (Costa Rica), frijol caballero (Cuba), haba (Puerto Rico, Panamá), carauta [Colombia (Atlántico)], frijol de año [Colombia (Tolima)], guaracaro (Venezuela); *francés*: pois souche (Haití).

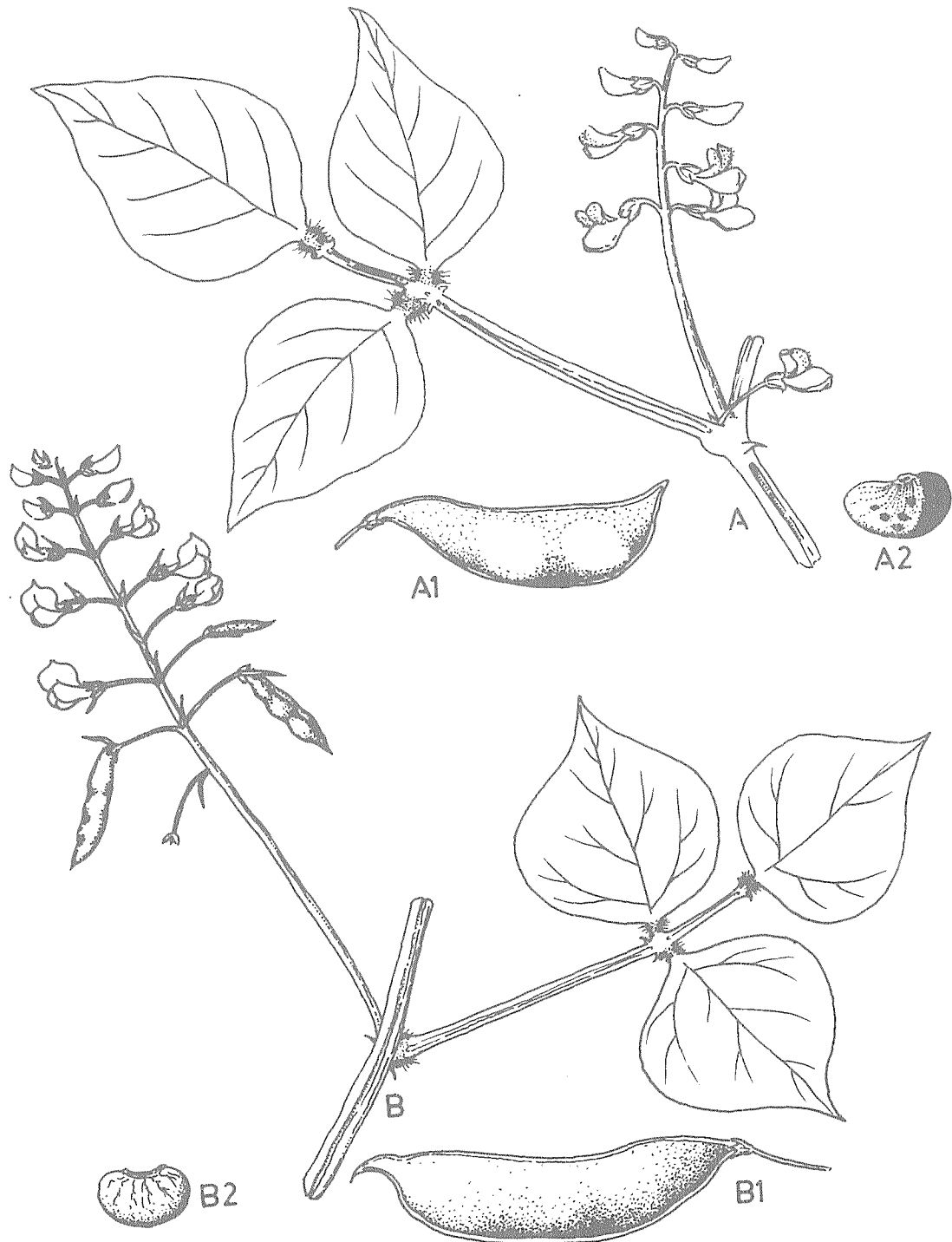
El grupo Caribe está constituido por materiales de semilla pequeña y redonda, distribuidos en esa zona.

Nombres comunes de los cultivares de semilla grande (peso de 54-280 g por 100 semillas): *castellano*: lima (en razón de su proveniencia de la costa del Perú), torta [Colombia (Nariño, Huila), Ecuador (Imbabura, Azuay, Loja)], layo [Perú (Cajamarca)], pallar [Perú (Lambayeque, La Libertad, Lima, Ica y algunas partes de la sierra)], palato [Bolivia (Chuquisaca)], poroto manteca (Argentina).

Los hallazgos arqueológicos en Ancash, Perú, señalan la especie de semilla grande entre las primeras cultivadas (desde hace 8 000 años), después de *Lagenaria siceraria*, mientras que la antigüedad de los materiales de semilla pequeña en Mesoamérica es de sólo 1 200 años. Los materiales de semilla grande aparecen en la costa del Perú hace 5 000 años, donde tenían gran valor alimenticio y

FIGURA 4

Frijoles: A. *Phaseolus lunatus*; A1. legumbre; A2. semilla; B. *P. polyanthus*; B1. legumbre; B2. semilla.



cultural, particularmente para los moche y los nazca. La distribución de la forma silvestre en la sierra del norte (la prueba mediante electroforesis indica que es ancestro del acervo andino) permite sugerir una domesticación en esta zona y su distribución ulterior tanto hacia las partes altas de Ecuador y Colombia, como hacia la costa peruana y demás partes altas del Perú y Bolivia. Hoy se consume sobre todo el grano verde. En la costa peruana, se prepara, a partir del grano seco, el dulce de pallar. El valor estético de los granos ha permitido su uso como juguete en comunidades campesinas. Los cultivares de semilla pequeña han sido domesticados a partir de una forma silvestre, posiblemente en Mesoamérica y en épocas más recientes. Los granos son consumidos en seco (los mayas de hoy los prefieren refritos) o verdes. En Asia, se consumen las plántulas o las hojas tiernas; en Madagascar se utilizan para la preparación de heno.

Entre las causas de la marginación actual, aparte del abandono de la alimentación tradicional debido al éxodo rural y al cambio de costumbres campesinas, se señala la presencia de un glucósido cianogénico, que en algunos cultivares, por el olvido de las prácticas de detoxificación, puede ocasionar intoxicaciones. La uniformización en el consumo de legumbres (algunas variedades de frijol común o de caupí) ha sido perjudicial para el frijol lima, debido a la presencia de este glucósido. Los cultivares de semilla pequeña, particularmente bajo regadío, sufren de la competencia de la soja (a veces también del caupí, en razón del precio). En los Andes peruanos, los pallares tienen fuerte competencia por parte del sarandajo [*Lablab purpureus* (L.) Sweet.] introducido y resistente al gorgojo, y del frijol de palo [*Cajanus cajan* (L.) Mills.] introducido y más tolerante a la sequía.

Descripción botánica

Especie plurianual (salvo algunos cultivares modernos) con germinación epigea y raíz fibrosa;

sus formas ancestrales proceden de bosques deciduos tropicales de baja o media altitud. Se distingue fácilmente por sus semillas en forma de media luna (con excepción de un grupo de cultivares de grano esférico del Caribe), estrías a partir del hilo; folíolos deltoides,seudorracimos con 4-12 ramillas fructíferas, flores pequeñas con estandarte verdoso (Mesoamérica) o morado (Andes), bractéolas muy pequeñas y redondeadas y vainas aplanadas, falcadas, con 3-6 óvulos. Las dos formas silvestres presentan diferencias marcadas pero no llegan a justificar un tratamiento taxonómico diferenciado por la notable introgresión entre sus acervos genéticos. Especie autógama con estigma introrso, pero la polinización cruzada puede llegar a superar el 32 por ciento.

Los genotipos más precoces florecen a los 35 días de ser sembrados y terminan su ciclo en unos 100 días. Otros pueden tener dos ciclos de floración al año según la distribución de las lluvias. En zonas secas, las plantas retoñan a partir de la parte inferior del tallo con el regreso de las lluvias. En la mayoría de las variedades tradicionales, las guías son largas (3-6 m), indeterminadas, rastreiras (y por lo tanto útiles como cobertura del suelo) o trepadoras. Las raíces fibrosas pueden alcanzar varios metros, en caso de suelos filtrantes con humedad profunda (Yucatán, costa del Perú), dotando a la planta de un gran vigor vegetativo (superior al del maíz) y una supervivencia de hasta 4 años. En las poblaciones silvestres, la dispersión de la semilla se produce por dehiscencia explosiva de las vainas.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Sin ser estricta, existe cierto modelo de distribución de las formas. La forma silvestre de semilla pequeña se encuentra desde Sinaloa, México, hasta Salta, Argentina, generalmente por debajo de los 1 600 m. Los cultivares de semilla pequeña crecen frecuentemente a menor altitud en la zona del Pacífico de Mesoamérica, desde Arizona,

Estados Unidos, hasta el Chocó, en la Cordillera Occidental de Colombia, y la costa ecuatoriana, y desde Yucatán hasta Colombia y Venezuela y en las Antillas. Existe también en el noreste del Brasil y en Formosa, Argentina. La forma silvestre de tamaño mayor se distribuye en Ecuador y en el norte del Perú entre los 320-2 030 m. Los cultivares de semilla grande están distribuidos en el Perú desde los 50 hasta los 2 750 m, y en los valles altos de Chuquisaca y Cochabamba, Bolivia. Curiosamente algunos existen también en el sur del Brasil.

Es una especie generalmente rústica, que prefiere climas secos y suelos profundos (pH 6,0-7,2) con buen drenaje. Si bien es cierto que algunas formas toleran bien el clima del trópico bajo, cabe mencionar el rango excepcional de distribución en altitud, particularmente en el Perú, donde algunas formas resisten temperaturas bajas (Cuadro 3). Es más bien heliófita, tanto cultivado como silvestre.

Diversidad genética

La variabilidad intraespecífica de *P. lunatus* es importante particularmente en los grupos de variedades Siva y Gran Lima, y menor en el grupo Caribe. Existen varios cultivares comerciales sobre todo en California (por ejemplo, 'Henderson' y 'Fordhook') y para el consumo casero (grano verde inmaduro en ensalada) en Estados Unidos. Parientes de la forma silvestre andina son *P. augusti* Harms, *P. bolivianus* Piper y *P. pachyrrhizoides* Harms. Entre las especies cultivadas, esta última tiene el acervo secundario más amplio.

Existen numerosos bancos de germoplasma, principalmente en Pullman, Estados Unidos (USDA), Chapingo, México (INIFAP), Palmira, Colombia (CIAT). Se ha recolectado germoplasma para rescatar material tradicional cultivado en varias regiones del trópico americano, donde la desaparición de variedades ha sido rápida. Se

podrían aún recolectar con provecho en ciertas partes de la península de Yucatán, norte de Colombia, San Martín en el Perú y Paraguay. Para material silvestre (sobre todo de la forma de semilla pequeña), faltan muchas regiones por muestrear: Tamaulipas, Sinaloa, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Petén, en México, El Salvador, Nicaragua, Panamá, Venezuela, y el oriente de Bolivia.

Prácticas de cultivo

En las zonas neotropicales de América, es muy común encontrar una a cinco plantas en huertos caseros y en pequeños solares, pues es costumbre entre las amas de casa echar algunos granos verdes a la sopa. En el Yucatán maya se siembra tradicionalmente en el ámbito del sistema de roza-tumba-quema con el maíz, el buul (*P. vulgaris*) y las calabazas. En la costa de Colombia, el carauta se encuentra en solares con maíz, yuca y guandul. En la costa del Perú, era frecuente encontrarlo sembrado esparcido en las riberas de las quebradas donde aprovechaba las «aguas de avenida». Prácticas similares pueden haber existido en el valle cinteño en Bolivia antes de la introducción de la vid. Hoy en Chíncha, Perú, se lo siembra como monocultivo comercial (semillas blancas) en caballones con riego. En muchas partes de la sierra andina (valles interandinos secos a los 2 000 m de Nariño, Colombia; Imbabura, Azuay, Ecuador; Cajamarca, Perú), es frecuente verlo crecer sobre muros viejos separando parcelas y caminos, o en derrumbes y declives. Los campesinos aprovechan así los espacios de menor valor. En otras partes de la sierra del Perú (Cajamarca, La Libertad), se siembran los tipos Gran Lima en la orilla de las chacras. En ciertos lugares, las plantas se comportan como espontáneas y se cruzan con las formas silvestres que existen alrededor (por ejemplo, en Succhubamba, Cajamarca).

Por ser sembrado en forma casi individual en

muchos huertos caseros, es difícil dar cifras de rendimiento por superficie; además las cosechas periódicas complican la evaluación. Se han registrado en formas arbustivas rendimientos de grano de 2 000 kg/ha, y en variedades volubles de más de 3 000 kg/ha.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Dentro de las especies cultivadas, rivaliza con *P. coccineus* por el acervo genético más amplio (primario y secundario) y diferenciado en forma muy temprana (condiciones para que haya progreso genético); tiene buena tasa de alogamia y se ha encontrado heterosis; por lo tanto hay buenas perspectivas de mejoramiento. Su entrada en producción algo tardía así como la larga producción de las formas indeterminadas trepadoras pueden compensarse con la explotación de formas arbustivas más precoces. Existe amplia variación en el contenido de glucósidos en la semilla y potencial de mejora con tipos de menos de 5 ppm, sin correlación con el color del tegumento. La evaluación de cultivares para determinar el contenido de glucósidos permitirá establecer muchos materiales en zonas tradicionales de cultivo y consumo. Su rusticidad y larga producción pueden ser ventajas en condiciones adversas, donde otras legumbres no prosperan. El valor estético del grupo de variedades Gran Lima podría volver a considerarse en el desarrollo de artesanías (útil en partes retiradas de los Andes). La recuperación de los platos y usos (juego) tradicionales serían también un elemento para la promoción del cultivo. La selección de variedades resistentes al gorgojo (*Acanthoscelides*), al picudo (*Apion*) (particularmente el Gran Lima), de formas arbustivas con una mayor diversidad de semillas (color, forma) y el estudio de técnicas de producción (enmallados, siembras en pendiente, etc.) pueden mencionarse como prioridades de investigación.

Phaseolus polyanthus

Nombre botánico: *Phaseolus polyanthus* Greenman.

Familia: Fabáceas.

Nombres comunes: botil [México (Chiapas)], piloya [Guatemala (Chimaltenango)], dzich [Guatemala (San Marcos)], piligiite [Guatemala (Alta Verapaz)], petaco [Colombia (Antioquía y región occidental)], cacha [Colombia (Cauca, Huila y región meridional)], matatropa [Colombia (Huila)], toda la vida (Ecuador, región septentrional del Perú).

Taxon de reciente reconocimiento como consecuencia de la identificación de sus formas ancestrales.

No se tienen registros de esta legumbre en yacimientos arqueológicos, a pesar de que las semillas encontradas han sido analizadas detenidamente. Las condiciones ecológicas bajo las que crece esta especie pueden no haber sido favorables para su conservación. Se ha señalado la gran antigüedad que debe tener este cultivo en México. En comparación con las formas silvestres y con las demás especies, *P. polyanthus* está menos evolucionada, lo que parece ser resultado de una domesticación más reciente.

Ha sido cultivado muy frecuentemente asociado con maíz, calabazas y dos especies de frijol (*P. coccineus* y *P. vulgaris*), en regiones de clima húmedo y altitud intermedia de Mesoamérica. Como el ayocote, este cultivo se ha reducido en muchas partes de Mesoamérica con la modificación del sistema tradicional de la milpa. Si el campesino tiene que dejar de cultivar una especie de frijol, conserva el común, que obtiene generalmente mejor precio. Entre otras causas de su marginación puede mencionarse la extensión de las plantaciones de café o de la ganadería en su zona de cultivo. Con el aumento de sus ingresos, los campesinos han tendido a abandonar el consumo de esta legumbre. Tradicionalmente se

prefiere el grano verde (mejor digestibilidad o tegumento más tierno) cuando la vaina llega a la madurez fisiológica, y menos el grano seco; se consume en sopa, guiso o inclusive en dulce (Amazonas).

Descripción botánica

Sólo se conocen formas plurianuales, que pueden vivir 2-4 años; en partes más secas (por ejemplo, occidente de Cajamarca, Perú) tiende a comportarse como anual. Se distingue fácilmente de las demás especies por su germinación epigea, raíces fibrosas, fasciculadas, inflorescencias con 6-16 ramillas fructíferas, brácteas primarias y bractéolas alargadas y estrechas (dando al pseudorracimo aspecto de espiga), flores blancas o lila (rosado morado en la forma silvestre) y estigma terminal. Su semilla (70-100 g por 100 semillas, y 16-25 g para las formas silvestres) presenta un hilo amplio y elíptico, con el parahilo frecuentemente fracturado.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Esta especie se distribuye entre altitudes intermedias (800-2 600 m) bajo climas frescos y húmedos con un período seco al año (Cuadro 3); presenta una larga floración (2-5 meses). Puede tener hasta dos períodos de floración y fructificación por año si la estación de lluvias es marcada (Colombia, Venezuela). Prefiere los suelos profundos, orgánicos, húmedos, filtrantes, con pH 6,2- 6,5. Tolerancia cierto nivel de sombra.

La forma cultivada se encuentra en Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas (México). En Guatemala, puede verse en Huehuetenango, San Marcos, Quezaltenango, Totonicapán, Baja y Alta Verapaz, Sololá, Chimaltenango y Sacatepéquez. Se distribuye también por las partes altas del Caribe (Jamaica, República Dominicana) y de Costa Rica. En América del Sur se cultiva, encontrándose en vegetaciones secundarias inclusive boscosas, desde Mérida, en Venezuela, hasta

Apurímac, en el Perú, y en las Cordilleras Occidental y Central de Colombia (las «petaqueras» antioqueñas), Ecuador (Azuay, Pichincha, Tungurahua) y el norte del Perú (Cajamarca, Amazonas, Junín). La forma silvestre se ha encontrado hasta la fecha sólo en la parte centrooccidental de Guatemala, donde es un bejuco que crece en el bosque húmedo montano bajo; no se descarta la posibilidad de que aparezca también en la zona montañosa del límite Jalisco-Michoacán, México.

Diversidad genética

Se considera que esta especie es la menos evolucionada entre las especies cultivadas de *Phaseolus*, por lo que presentaría un mayor potencial de evolución futura. Hay poca variación fenotípica (sólo el hábito de crecimiento indeterminado voluble), inclusive en las semillas. Presenta normalmente semillas amarillo anaranjado, pero aparecen otros colores: rojo-marrón, bayo, negro y blanco cremoso. Semillas de este último color fueron encontradas por el autor en Amazonas, Colombia, y Loja, Ecuador; puede tener potencial como cultivo comercial en el norte del Perú, y competir en planta con los «caballeros» (*P. vulgaris* de semilla blanca, redonda y grande), que no rinden en zonas húmedas. Se ve mayor variación en la semilla donde existen híbridos naturales con *P. coccineus* (por ejemplo, en Putumayo, Colombia) y con *P. vulgaris* (por ejemplo, en Tolima, Colombia); allí aparecen colores combinados con morado, café, etc. No parece haber hasta la fecha cultivares debidamente registrados.

Es evidente que debido a la introgresión natural entre las especies, *P. coccineus*, *P. polyanthus* y *P. vulgaris* son genéticamente cercanas; sin embargo, cada una de ellas proviene de una forma ancestral diferente e individualizada. La razón de este parentesco debería encontrarse en el origen de las formas ancestrales. Otras especies

del complejo de *P. coccineus* pueden también considerarse como cercanas al *cacha*; el acervo genético de *P. polyanthus* es por lo tanto amplio.

Una evaluación exacta de la erosión genética en esta especie es difícil: en ciertas partes de Guatemala (San Marcos, Chimaltenango) y Costa Rica, donde se ha modificado el sistema de cultivo tradicional de la milpa, desaparecen ciertos genotipos; en otras (Cauca, Tolima, Amazonas, en Colombia, y Junín, en el Perú), parece que se extiende en vegetaciones ruderales porque la gente campesina echa semilla en orillas de caminos, chacras, etc. Un agricultor en Huila, Colombia, refirió que era el primer grano que se sembraba en el sistema de roza-tumba-quema de los Páez. La rusticidad de la especie en ambientes húmedos asegura la alimentación cuando la cosecha de maíz es insuficiente, y explica su frecuente presencia en bosques secundarios en Colombia, Ecuador y norte del Perú. Es aún más difícil apreciar la erosión tratándose de una especie preferentemente alógama (aunque no se conoce bien la variación local de esta alogamia). Parece sin embargo útil documentar la evolución del material nativo en sus zonas de cultivo tradicional en México y Guatemala, y en caso oportuno recolectar germoplasma. En la parte sur de su distribución, donde parece haber menor variación y erosión, la recolección no sería urgente. Diferente es la situación relativa a la forma ancestral silvestre: su zona de distribución en Guatemala centrooccidental está amenazada por la urbanización y la agricultura (el bosque primario donde crece se tala para instalar cafetales). Urge completar la recolección de germoplasma, y asegurar que al menos algunas poblaciones sean incluidas en el perímetro de los parques naturales (conservación *in situ*). Este método también debería considerarse para los pocos sitios donde hay introgresión natural.

Existen colecciones de esta especie principalmente en Chapingo, México (INIFAP), Chimal-

tenango, Guatemala (ICTA), La Molina, Perú (INIAA) y Pullman, Estados Unidos (USDA). La colección más amplia es la del CIAT (Palmira, Colombia).

Prácticas de cultivo

La mayor parte de las prácticas de cultivo mencionadas para el ayocote en las zonas altas y húmedas de América Central se aplican también al frijol *cacha*. Aunque se siembra mezclado con el ayocote, entra frecuentemente en maduración un poco más temprano; la cosecha independiente (especialmente para consumirlo en verde) es posible, pero no siempre se practica. En los Andes, es frecuente verlo en los cercos o en los huertos caseros donde crece sin cuidados especiales.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Un factor limitante parece ser la menor digestibilidad que se ha comprobado en ciertas zonas (Amazonas). La documentación de las prácticas actuales de consumo en comunidades campesinas debe considerarse como prioritaria, antes de abordar la investigación de su calidad nutritiva. Hay que tener en cuenta que hasta un pasado muy reciente estos frijoles eran consumidos varias veces por semana. La falta de variación en los colores de la semilla es un problema que podría corregirse en parte con la distribución de germoplasma procedente de colecciones, y por recolecciones adicionales particularmente donde haya introgresión con *P. coccineus* y *P. vulgaris*. La variación en colores, tipos de grano y hábitos de crecimiento podría obtenerse a través de programas de cruzamiento, explorando el acervo genético primario y secundario de *P. polyanthus*. La evaluación es aún muy incipiente, y representa una prioridad de la investigación agraria. Sería muy útil, pues se conocen los caracteres de resistencia que ofrece esta especie frente a varias enfermedades y plagas como *Asochyta* (en las partes frescas y húmedas de los Andes) y

CUADRO 3 Escala de altitudes, temperatura diurna, precipitación media anual, duración del ciclo de crecimiento a inicio y fin de la cosecha, y potencial de rendimiento en zonas tropicales de cinco especies cultivadas de *Phaseolus*

	Altitud (m)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Ciclo de crecimiento (días)	Rendimiento (kg/ha)
<i>P. coccineus</i>	1 400 - 2 800	12 - 22	400 - 2 600	90 - 365	400 - 4 000
<i>P. acutifolius</i>	50 - 1 900	20 - 32	200 - 400	60 - 110	400 - 2 000
<i>P. lunatus</i>	50 - 2 800	16 - 26	0 - 2 800	90 - 365	400 - 5 000
<i>P. polyanthus</i>	800 - 2 600	14 - 24	1 000 - 2 600	110 - 365	300 - 3 500
<i>P. vulgaris</i>	50 - 3 000	14 - 26	400 - 1 600	70 - 330	400 - 5 000

Ophiomyia (en Africa oriental) respectivamente. Existen genotipos listos para su entrega al agricultor, precisamente en condiciones adversas al frijol común. Podría preconizarse el consumo en verde, desarrollando recetas para mejorar la conservación del grano verde; también podría fomentarse su cultivo en huertos caseros. Puesto que la planta es apetecida por el ganado podría considerarse su cultivo en asociación con el maíz. En contextos de agrosilvicultura (jóvenes plantaciones, setos vivos contra la erosión), es posiblemente la mejor especie de frijol. Se podría asimismo reconsiderar su papel en cafetales (valor fertilizante, protección del suelo).

Conclusión

El frijol se domesticó en una época en que, evidentemente, no se disponía de los conocimientos actuales de genética molecular y ciencia de la nutrición para la selección del material con el mayor potencial evolutivo y nutricional. Además del frijol común, se domesticaron cuatro especies que se han mantenido por miles de años. No se sabe si el éxito inicial del frijol común se debió a su mayor potencial evolutivo en comparación con el de las demás especies, o a que circunstancias particulares provocaran su domesticación. Tampoco se conocen todas las razones que explican su promoción durante los 200 años posteriores a 1492. Por lo tanto, el germoplasma recolectado

en aquellas especies durante los últimos 60 años, y la información que a ellas se refiere, son posiblemente escasos en relación a cuanto debió haber existido antes de la Conquista. Lo que ha podido recuperarse es sin embargo sorprendente y promisorio. A pesar de todos los cambios ocurridos en el frijol común desde el siglo xv, ha sido difícil modificar en forma drástica su ecología, y las alteraciones que ésta haya podido sufrir han repercutido negativamente en el rendimiento de la especie. ¿No se debería dar ya una oportunidad a los frijoles olvidados?

Bibliografía

- Baudin, J.P.** 1981. *L'amélioration du haricot de Lima (Phaseolus lunatus L.) en vue de l'intensification de sa culture en régions tropicales de basse altitude*. Tesis doctoral. Faculté des sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux, Bélgica.
- Debouck, D.G.** 1989. Early beans (*Phaseolus vulgaris* L. and *P. lunatus* L.) domesticated for their aesthetic value? *Ann. Rept. Bean Improvement Coop.*, 32:62-63.
- Debouck, D.G.** 1991. Systematics and morphology. En *Common beans: research for crop improvement*. Schoonhoven, A. van y Voysest, O., eds. Wallingford. Reino Unido. Commonwealth Agricultural Bureaux International, págs. 55-118.

- Debouck, D.G., Liñán Jara, J.H., Campana Sierra, A. y De la Cruz Rojas, J.H. 1987. Observations on the domestication of *Phaseolus lunatus* L. *FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsl.*, 70:26-32.
- Debouck, D.G., Maquet, A. y Posso, C.E. 1989. Biochemical evidence for two different gene pools in lima beans, *Phaseolus lunatus* L. *Ann. Rept Bean Improvement Coop.*, 32:58-59.
- Delgado Salinas, A. 1985. *Systematics of the genus Phaseolus (Leguminosae) in North and Central America*. Tesis doctoral, University of Texas, Austin, Texas, Estados Unidos.
- Delgado Salinas, A. 1988. Variation, taxonomy, domestication, and germplasm potentialities in *Phaseolus coccineus*. En *Genetic resources of Phaseolus beans*. Gepts, P., ed. Dordrecht, Países Bajos. Kluwer Academic Publishers, págs. 441-463.
- Hernández, X.E., Miranda Colín, S. y Prywer, C. 1959. El origen de *Phaseolus coccineus* L. darwinianus Hdz. X. & Miranda C. subespecies nova. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 20(1-4):99-121.
- Hernández, X.E., Ramos, E. A. y Martínez M.A. 1979. Etnobotánica. En *Contribuciones al conocimiento del frijol en México*. Engelman, E.M., ed. Chapingo. México. Colegio de Postgraduados, págs. 113-138.
- Kaplan, L. y Kaplan, L.N. 1988. *Phaseolus* in archaeology. En *Genetic resources of Phaseolus beans*. Gepts, P., ed. Dordrecht, Países Bajos. Kluwer Academic Publishers págs. 125-142.
- Katanga, K. y Baudoin, J.P. 1990. Analyses méiotiques des hybrides F1 et étude des descendances F2 chez quatre combinaisons interspécifiques avec *Phaseolus lunatus* L. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 25(2):237-250.
- Nabhan, G.P. y Felger, R.S. 1978. Teparies in southwestern North America. A biogeographical and ethnohistorical study of *Phaseolus acutifolius*. *Econ. Bot.*, 32(1):2-19.
- Nabhan, G.P. y Teiwes, H. 1983. Tepary beans, O'odham farmers, and desert fields. *Desert Plants*, 5(1):15-37.
- Pratt, R.C. y Nabhan, G.P. 1988. Evolution and diversity of *Phaseolus acutifolius* genetic resources. En *Genetic resources of Phaseolus beans*. Gepts, P., ed. Dordrecht, Países Bajos. Kluwer Academic Publishers, págs. 409-440.
- Schmit, V. y Baudoin, J.P. 1987. Multiplication et évaluation de *Phaseolus coccineus* L. et *Phaseolus polyanthus* Greenm., deux espèces intéressantes pour l'amélioration de la productivité des légumineuses vivrières. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 22(3):235-253.
- Schmit, V. y Debouck, D.G. 1991. Observations on the origin of *Phaseolus polyanthus* Greenman. *Econ. Bot.*, 45(3):354-364.

Cucúrbitas (*Cucurbita* spp.)

Uno de los grupos de plantas con mayor número de especies utilizadas como alimento humano es la familia de las Cucurbitáceas. Dentro de ella, el género *Cucurbita* se destaca como uno de los más importantes; cinco de sus especies—*Cucurbita argyrosperma* Huber, *C. ficifolia* Bouché, *C. moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poir., *C. maxima* Duchesne ex Poir., y *C. pepo* L.— fueron domesticadas en el Nuevo Mundo, y durante milenios han sido cultivadas o al menos manejadas en cierto grado por el hombre americano.

No obstante la marginación actual de algunas de estas especies, todas han aportado desde tiempos muy remotos productos alimenticios imprescindibles en la dieta de las comunidades rurales y de algunas urbanas del continente americano, y de muchas otras partes del mundo. Con excepción de *C. maxima*, cuyo centro de origen está en América del Sur, se supone que las restantes cuatro especies cultivadas fueron domesticadas en Mesoamérica, aunque esto no se ha podido comprobar en todos los casos.

Durante la segunda mitad de la década de los ochenta, se ha acopiado una gran cantidad de información acerca del origen y evolución de las cuatro especies. Los límites taxonómicos y genéticos de *Cucurbita argyrosperma* y *C. pepo* han sido redefinidos, y las especies silvestres más cercanas a ellas se han clasificado bajo categorías infraespecíficas dentro de dichos límites. Los

resultados de estas investigaciones han despertado ciertas dudas sobre el origen mesoamericano de *C. ficifolia* y *C. moschata*, tan repetidamente propuesto en muchas publicaciones.

Cucurbita argyrosperma

Nombre botánico: *Cucurbita argyrosperma* Huber.

Familia: Cucurbitáceas.

Nombres comunes: *castellano:* calabaza, calabaza pinta, calabaza pipiana (México), pipián (México, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica), saquil, pipitoria (Guatemala); *inglés:* cushaw (Estados Unidos).

Origen, domesticación y expansión

Cucurbita argyrosperma es una de las especies cultivadas del género más profundamente estudiada en los últimos años. Presenta dos subespecies:

Argyrosperma, formada por cuatro variedades—*argyrosperma*, *callicarpa*, *stenosperma* y *palmieri*—, tres de las cuales incluyen a todos los tipos cultivados, mientras que la cuarta corresponde a poblaciones espontáneas del noroeste de México, generalmente conocidas bajo el nombre *Cucurbita palmieri* L.H. Bailey.

Sororia, que comprende poblaciones silvestres con amplia distribución desde México hasta Nicaragua, descritas originalmente bajo el nombre *C. sororia* L.H. Bailey. Esta subespecie ha sido designada como el ancestro silvestre del grupo.

Los autores de este capítulo son R. Lira Saade (Herbario Nacional de México, México D.F., México), y S. Montes Hernández (CIFAP, SARH, Celaya, Guanajuato, México).

De acuerdo con la edad de los restos arqueológicos hasta ahora encontrados, se ha sugerido que la domesticación de *C. argyrosperma* debió llevarse a cabo en el sur de México hace más de 7 000 años.

Las características que más se transformaron en el proceso de domesticación de la ssp. *argyrosperma* fueron, al igual que en otros cultivos, principalmente aquellas relacionadas con su manejo y preferencias de uso: por ejemplo, germinación relativamente uniforme, reducción en tamaño y abundancia de tricomas, aumento de tamaño de partes u órganos utilizados, como frutos y semillas, y disminución del sabor amargo de la pulpa. Se considera que la var. *argyrosperma* es la menos especializada o primitiva del grupo, y que la var. *callicarpa*, la más reciente o especializada.

La existencia de diferentes grados de variación en las partes de importancia alimenticia de las tres variedades cultivadas del complejo *argyrosperma* sugiere una fuerte asociación con los intereses del hombre. El tamaño relativamente mayor de las semillas de la var. *argyrosperma* indica que fue seleccionada principalmente para la obtención de semillas, mientras que la mayor diversidad de formas, colores y tamaño de los frutos y semillas de las var. *stenosperma* y *callicarpa* indican que la selección tuvo un doble propósito: la obtención de pulpa y semillas.

A diferencia de lo que ocurre con el resto de las especies cultivadas de *Cucurbita*, los datos acerca de la difusión extraamericana de las variedades cultivadas de *Cucurbita argyrosperma* son muy escasos, y no se tiene la certeza de que alguna vez haya sido cultivada en el Viejo Mundo o aun fuera de su área general de domesticación.

En América del Sur se cultiva en el Perú y Argentina, aunque parece ser que se trata de introducciones muy recientes de algunos cultivares que pueden ser ubicados dentro de la var. *callicarpa*. En los Estados Unidos algunos culti-

vares de la var. *callicarpa* se cultivan a muy baja escala con fines alimenticios, y un cultivar de la var. *argyrosperma*, 'Silver Seed Gourd', se cultiva ocasionalmente como una curiosidad hortícola.

Las razones de la escasa difusión a nivel mundial de esta especie son desconocidas y sorprendentes, principalmente por la baja calidad de la pulpa, comparada con la de *C. moschata* o *C. pepo*, y por las dimensiones de las semillas de todas las variedades cultivadas, que pudieron resultar atractivas para los primeros europeos que las conocieron.

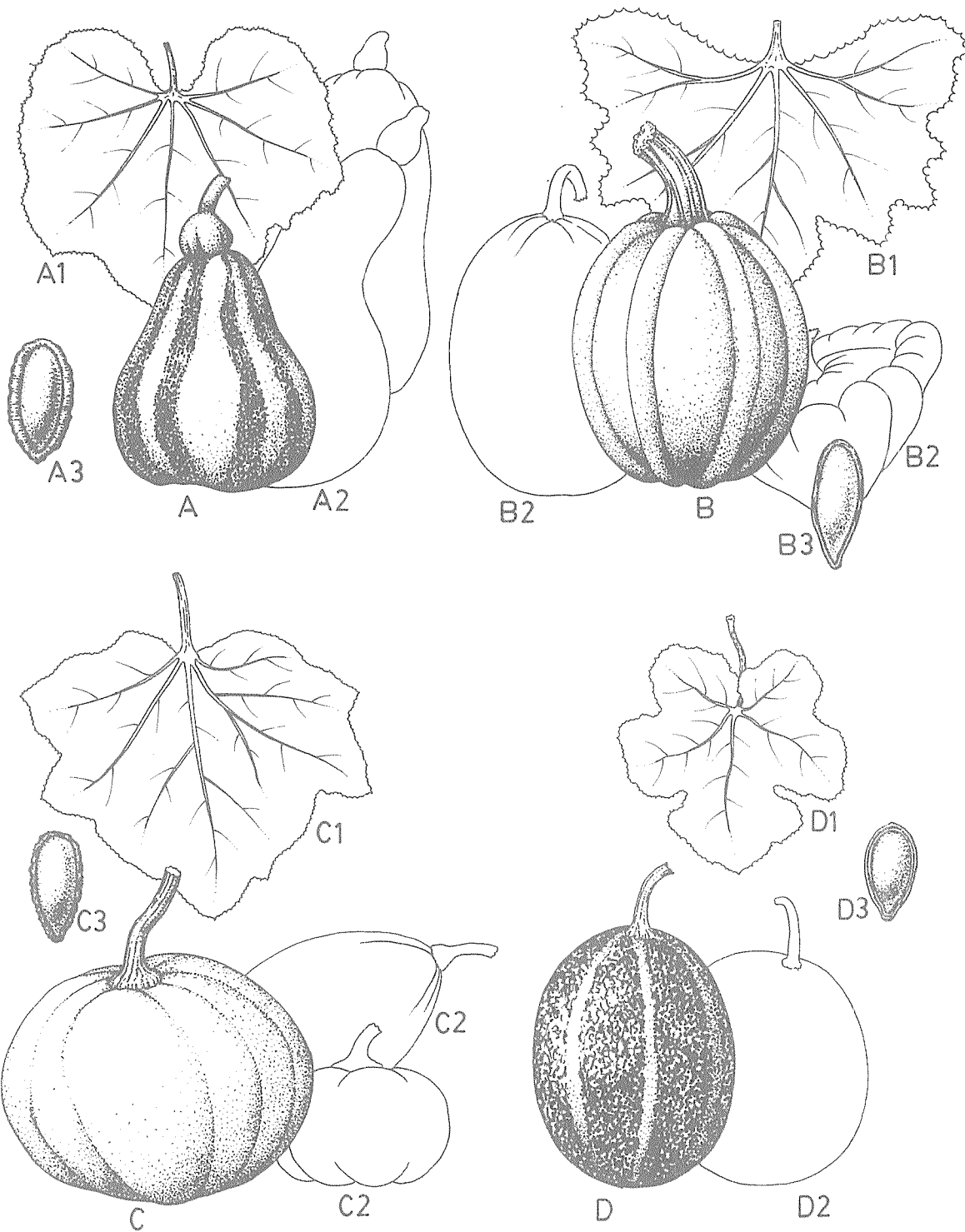
Usos y valor nutritivo

En toda su área de distribución, las flores, tallos jóvenes, frutos tiernos y frutos maduros se consumen como verdura. Los frutos maduros raramente se emplean para la elaboración de dulces, y más frecuentemente se utilizan como forraje para ganado y aves de corral. Las semillas se consumen enteras, asadas, tostadas o molidas, y constituyen el principal ingrediente de salsas usadas para la elaboración de diferentes guisos (por ejemplo, pipián, mole verde, etc.). Las semillas son el producto más importante, principalmente por su alto contenido de aceite (39 por ciento) y proteína (44 por ciento), y su consumo en zonas urbanas de México y otros países de América Central es bastante común.

En algunas regiones de México, las semillas y en también los frutos inmaduros de taxones silvestres se emplean como alimento; estos últimos se consumen después de ser lavados y hervidos varias veces, para quitarles el sabor amargo que les confieren las cucurbitacinas presentes en la pulpa y las placentas, mientras que las semillas sólo son lavadas, aderezadas con sal y asadas o tostadas. En la península de Yucatán, los campesinos usan la pulpa de los frutos de las variedades cultivadas para curar quemaduras, llagas y erupciones de la piel, mientras que las semillas son

FIGURA 5

Cucúrbitas mesoamericanas: A. *Cucurbita argyrosperma*, A1. hoja; A2. frutos; A3. semilla; B. *Cucurbita pepo*; B1. hoja; B2. frutos; B3. semilla; C. *Cucurbita moschata*; C1. hoja; C2. frutos; C3. semilla; D. *Cucurbita ficifolia*; D1. hoja; D2. frutos; D3. semilla.



preparadas con agua y usadas como antihelmíntico y para estimular la producción de leche materna.

Descripción botánica

Plantas rastreras o trepadoras, monoicas, de vellosas a pubescentes, en ocasiones hirsutas, con tricomas cortos, rígidos, algo engrosados y punzantes. Raíces fibrosas; tallos ligeramente angulosos. Hojas con pecíolos de hasta 30 cm, ovado-cordadas, de 10-30 × 15-40 cm, con manchas blancas, en número de 3-5, lobuladas; lóbulos triangulares a elípticos; márgenes denticulados a serrado-denticulados. 2-4 zarcillos ramificados. Flores pentámeras, solitarias, axilares. Flores masculinas en pedicelos de 10-20 cm; cáliz campanulado, de 5-20 × 8-25 mm, sépalos linear-lanceolados a raramente foliáceos, de 10-35 mm de largo; corola tubular-campanulada, amarilla a anaranjada, de 6-12 cm de largo, con 5 lóbulos hasta un tercio de su longitud total; 3 estambres. Flores femeninas sobre pedúnculos robustos de 2-3,5 cm; ovario globoso, ovoide-elíptico botuliforme o piriforme, multilocular; cáliz reducido y corola algo más grande que en las masculinas; 3 estigmas. Frutos piriformes cortos o largos y rectos o encorvados en la parte más delgada, de 11-50 cm de largo; cáscara rígida, lisa a levemente costada, blanca con franjas verdes longitudinales reticuladas a totalmente blancas, pulpa blanca, amarilla o anaranjada, semillas elípticas, ligeramente infladas, de 15-30 × 8-16 mm, de testa blanca, lisa y suave.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Las tres variedades cultivadas de *C. argyrosperma* se encuentran en una gama de altitudes relativamente amplia (0-1 800 m), generalmente en zonas de clima cálido y algo seco o con una estación de lluvias bien delimitada. Esta especie no es tolerante a temperaturas muy bajas, lo que limita su cultivo a las altitudes mencionadas.

Cada variedad cultivada presenta un modelo de distribución más o menos definido, aunque existen algunas zonas donde pueden encontrarse dos variedades que se cultivan simultáneamente.

En México la var. *argyrosperma* se cultiva en la vertiente del Golfo (Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Tabasco, Chiapas y Yucatán); en América Central ha sido registrada en Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. La var. *callicarpa* se encuentra principalmente en la vertiente del Pacífico, desde el suroeste de los Estados Unidos, hasta el centro de México (Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Zacatecas, Guanajuato, Nayarit y Jalisco). La var. *stenosperma* es endémica de México, y se cultiva en los estados del centro y sur-suroeste (Guerrero, Morelos, Michoacán y Oaxaca), y en algunas zonas de la vertiente del Golfo (Veracruz y Yucatán).

Diversidad genética

Límites del acervo genético. El conocimiento de las relaciones genéticas de *C. argyrosperma* Huber, y la consecuente inclusión y definición de taxones silvestres y cultivados dentro de sus límites taxonómicos, han ampliado considerablemente el acervo genético de la especie. En éste se incluyen las razas locales de las variedades cultivadas en el suroeste de Estados Unidos, México y América Central, los dos taxones silvestres del complejo (var. *palmieri* y ssp. *sororia*), y en Estados Unidos, 'Green Striped Cushaw', 'White Cushaw', 'Magdalena Striped', 'Papago', 'Silver Seed Gourd', 'Japanese Pie', 'Hopi', 'Taos', 'Parral Cushaw' y 'Veracruz Pepita'.

Experimentos de hibridación de los taxones pertenecientes a *C. argyrosperma* con otros cultivados y silvestres del género, y algunas observaciones de campo, han revelado que con las especies cultivadas, *C. moschata* es la que presenta el mayor grado de compatibilidad. En un segundo nivel de compatibilidad están los taxones

cultivados y silvestres de *C. pepo*, algunos cultivares de *C. maxima* y la especie silvestre perenne *C. foetidissima* H.B.K. Un tercer grupo está formado por *C. lundelliana* L.H. Bailey y *C. martinezii* L.H. Bailey, con las que los cruzamientos sólo produjeron frutos sin semillas viables. El cuarto y último grupo incluye especies perennes *C. pedatifolia* L.H. Bailey, *C. digitata* A. Gray *sensu lato* y *C. radicans* Naudin, con las que sólo se han logrado obtener unos cuantos frutos, pero en general sin semillas viables.

Las especies silvestres que han mostrado algún nivel de compatibilidad con los taxones del complejo *C. argyrosperma* poseen genes de resistencia a algunas enfermedades virales de gran incidencia en las especies cultivadas.

No obstante, se deberán superar algunos obstáculos antes de llevar a cabo con éxito un programa de fitomejoramiento que incluya a todos estos taxones, en razón de dos aspectos relativos a los cruzamientos interespecíficos:

- no siempre produjeron híbridos con semillas viables;
- cuando se obtuvo algún éxito, la planta receptora del polen siempre era del complejo *C. argyrosperma*, y en el caso de las especies de los dos últimos grupos, siempre se trató de la var. *palmieri* o de la ssp. *sororia*.

Colecciones de germoplasma. Las colecciones de germoplasma no son tan escasas para los taxones cultivados, pero son muy deficientes para los silvestres; la mayor parte de las accesiones proceden de México, y se encuentran depositadas en el banco de germoplasma del CIFAP en México y del USDA en Estados Unidos.

Prácticas de cultivo

Las variedades cultivadas de *Cucurbita argyrosperma* se manejan en los sistemas de agricultura tradicional de temporal, y se siembran al inicio de la época de lluvias (mayo-junio). El período de

desarrollo de estas variedades es de 5-7 meses; los frutos tiernos para verdura se cosechan aproximadamente a los 3 meses de haberse sembrado, mientras que los maduros para semilla entre octubre y diciembre. En la región de Mixe, en el estado de Oaxaca, la var. *stenosperma* también se cultiva en época de sequía en terrenos llamados de humedad. Esta práctica se registra asimismo en algunas partes del estado de Sonora, al noroeste de México, donde algunos cultivares de la var. *callicarpa* pueden ser cultivados en época de sequía, pero siempre con el auxilio del riego, lo que asegura la producción durante todo el año.

La única forma de propagación es la siembra de semilla, que se realiza junto con algunos de los cultivos tradicionales de este modelo de agricultura (maíz, frijoles y otras especies de *Cucurbita*). En algunas regiones de Yucatán, Quintana Roo y Oaxaca, es frecuente que las semillas de *C. argyrosperma* sean las primeras en ser plantadas en las milpas. La siembra se realiza poco antes del inicio de las lluvias y de la siembra de los otros cultivos asociados.

En algunas localidades de Yucatán, la siembra se realiza muy pronto, al día siguiente de haber hecho la tradicional quema del rastrojo del cultivo anterior, y mucho antes de las primeras lluvias y de la siembra de los otros cultivos asociados. El objetivo es prevenir el desarrollo de malezas que afectarían a la producción de las restantes especies cultivadas en la milpa, aprovechando la rapidez de crecimiento y cobertura que alcanza esta especie. Este tipo de prácticas indica que las semillas de *C. argyrosperma* están totalmente adaptadas en esas regiones y germinan aun en condiciones de poca humedad.

A diferencia de otras especies cultivadas del género, es menos frecuente encontrar variedades del complejo *argyrosperma* en huertos o solares, asociadas a otras especies o en pequeñas explotaciones agrícolas.

Cucurbita pepo

Nombre botánico: *Cucurbita pepo* L.

Familia: Cucurbitáceas.

Nombres comunes: *castellano:* calabaza (México), güicoy (Guatemala).

Origen, domesticación y expansión

De acuerdo con los registros arqueológicos, *C. pepo* parece ser una de las primeras especies domesticadas. Los restos más antiguos se han encontrado en México, en el valle de Oaxaca (8750 a.C.-700 d.C.) y en las cuevas de Ocampo, Tamaulipas (7000-5000 a.C.). Su presencia en Estados Unidos es también muy antigua, tal como lo indican los registros en Missouri (4000 a.C.) y Mississippi (1400 a.C.). Esta especie pudo haberse domesticado cuando menos en dos ocasiones y regiones diferentes: en México y el este de Estados Unidos, teniendo en cada caso como posibles progenitores a *C. fraterna* y *C. texana* respectivamente. Se conocen ocho grupos de cultivares comestibles de *C. pepo*:

- ‘Pumpkin’ (*Cucurbita pepo* L. var. *pepo* L.H. Bailey) incluye cultivares de plantas rastreiras que producen frutos esféricos, ovals u oblados y redondeados o planos en los extremos. Los frutos de este grupo se cultivan para ser consumidos al madurar y algunos son empleados como forraje.
- ‘Scallop’ (*C. pepo* L. var. *clypeata* Alefeld) son de hábito subarbusitivo, los frutos aplanados a casi discoidales y con ondulaciones o márgenes ecuatoriales, y se consumen en estado inmaduro.
- ‘Acorn’ (*C. pepo* L. var. *turbinata* Paris), son plantas tanto arbustivas como rastreiras, con frutos obovoides o cónicos, agudos en el ápice y longitudinalmente costado-acanala-dos. La cáscara es suave, por lo que sus frutos pueden ser consumidos en estado maduro.
- ‘Crookneck’ (*C. pepo* L. var. *torticollia* Alefeld), de tipo arbustivo, con frutos de color

amarillo, dorado o blanco, claviformes y curvados en el extremo distal o apical, y generalmente de cáscara verrucosa. Se consumen inmaduros puesto que la cáscara y la pulpa se endurecen en la madurez.

- ‘Straightneck’ (*C. pepo* L. var. *recticollis* Paris), plantas arbustivas y frutos de amarillos a dorados y de cáscara verrucosa similares a los del grupo anterior.
- ‘Vegetable Marrow’ (*C. pepo* L. var. *fastigata* Paris), hábito rastroero como subarbusitivo y frutos cortamente cilíndricos, ligeramente más ensanchados en el ápice, con la cáscara lisa, endurecida y engrosada al madurar y de color variable desde crema hasta verde oscuro.
- ‘Cocozzelle’ (*C. pepo* L. var. *longa* Paris), frutos cilíndrico-alargados, delgados y ligeramente bulbosos en el ápice; se consumen en estado inmaduro y entre los más comunes está el llamado propiamente ‘Cocozzelle’.
- ‘Zucchini’ (*C. pepo* L. var. *cylindrica* Paris), grupo de cultivares comerciales más común en la actualidad; igual que el anterior, el grupo ‘Zucchini’ tiene una fuerte afinidad con el grupo ‘Vegetable Marrow’ y su origen es también reciente (siglo XIX). Plantas generalmente de hábito subarbusitivo y frutos cilíndricos, nada o sólo muy ligeramente ensanchados en el ápice, que se consumen como verdura en estado inmaduro.

En cuanto a los cultivares tradicionales, es común que en un simple campo de cultivo los campesinos mesoamericanos manejen una buena representación de cultivares con rasgos similares a los que aquí se reconocen como específicos de cada uno de los grupos comerciales. Aún queda por resolver el origen de los cultivares nativos del área maya, en las zonas medias y bajas de Chiapas y la península de Yucatán. Estos cultivares de frutos sin costillas o no tan pronunciadas y semillas más bien redondas y ovals se cultivan desde

casi el nivel del mar hasta menos de 1 800 m.

Cucurbita pepo es posiblemente la especie cuya difusión hacia fuera de América está mejor documentada; se sabe que algunos cultivares llegaron a Europa aproximadamente medio siglo después de 1492, e incluso se dice que otros más se originaron en ese continente. En contraste con esta antigua presencia de *C. pepo* en el Viejo Mundo, parece ser que su llegada a América del Sur es muy reciente. En la actualidad, los frutos de algunos cultivares (por ejemplo, 'Zucchini' y 'Cocozzelle') representan un aporte alimenticio y comercial común a diversas regiones del mundo.

Usos y valor nutritivo

Al igual que las otras especies cultivadas del género, los frutos maduros o tiernos y las semillas de *Cucurbita pepo*, y en menor grado las flores y las puntas tiernas de los tallos, se consumen en muchas partes dentro de su área de distribución nativa y en otras regiones del mundo. El aporte de nutrientes es similar al descrito para las otras especies cultivadas.

Descripción botánica

Plantas rastreras, compactas o subarborescentes, anuales, monoicas; pubescente-escabrosas. Hojas anchamente ovado-cordadas a triangular-cordadas, de 20-30 × 20-35 cm, con o sin manchas blancas, a menudo profundamente 3-5 lobuladas; márgenes denticulados a serrado-denticulados. Zarcillos con 2-6 ramillas o simples y poco desarrollados en los tipos subarborescentes. Flores pentámeras, solitarias, axilares, las masculinas con pedicelos de 7-20 cm de largo, cáliz campanulado de 9-12 mm, sépalos lineares, de 12-25 × 1-2 mm; corola tubular-campanulada, de 5-10 cm de largo, 5 dividida hasta un tercio o más de su longitud; 3 estambres. Flores femeninas con pedicelos robustos, sulcados, de 2-5 cm; ovario globoso, oblado, ovoide, cilíndrico, raramente piriforme, liso, costado o verrucoso, multilocular; cáliz muy

reducido. Frutos de tamaño muy variable y formas diversas, suave a fuertemente costillados, con frecuencia verrucosos, raramente lisos, cáscara rígida, de coloración diversa, verde claro a oscuro, liso a diminutamente moteada en crema o verde contrastando con amarillo, anaranjado o bicolor; pulpa crema a amarillenta o anaranjada pálida, de suave y no amarga a fibrosa y amarga, semillas numerosas, angostamente o anchamente elípticas a raramente orbiculares, levemente comprimidas, de 3-20 × 4-12 mm.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

De manera tradicional, *Cucurbita pepo* se cultiva desde América del Norte a América Central y en algunas partes de América del Sur; aunque generalmente se dice que es un cultivo de zonas altas. Esta especie, al igual que *C. moschata*, abarca una gama de altitudes bastante amplia. En México existen variedades nativas que crecen desde muy cerca del nivel del mar y en climas semisecos, como el llamado 'tsol' en Yucatán, hasta otras que se cultivan a altitudes mayores a los 2 000 m, como los llamados 'güiches' en Oaxaca. En Guatemala, los cultivares nativos llamados comúnmente 'güicoy', se cultivan por encima de los 1 000 m, mientras que los 'tsol' se siembran en las partes bajas y cálido-húmedas del Petén a menos de 500 m de altitud.

Diversidad genética

Límites del acervo genético. El acervo genético primario de *C. pepo* está conformado por los grupos de cultivares comestibles (ssp. *pepo*) y ornamentales (ssp. *ovifera*), así como taxones silvestres (*C. fraterna* y *C. texana*).

Existe una gran cantidad de cultivares comerciales con características particulares que, junto a las llamadas variedades locales cultivadas principalmente en México, constituyen un acervo genético extraordinario. Sin embargo, en contraste con otras especies, esta diversidad no representa

una fuente importante de genes de resistencia a plagas y enfermedades, pues *C. pepo* (incluyendo *C. texana*), es probablemente la especie que presenta una mayor susceptibilidad a las más importantes enfermedades virales que atacan a las especies cultivadas de *Cucurbita*.

Las especies que pudieran representar un acervo genético secundario son escasas, pues la mayor parte de los intentos de hibridizar *C. pepo* con otras especies silvestres o cultivadas ha requerido de técnicas especiales como el cultivo de embriones; no obstante, se han obtenido buenos resultados en materia de hibridación en México y en Estados Unidos.

Colecciones de germoplasma. Los datos obtenidos a partir de los bancos de germoplasma indican que *C. pepo* es la segunda especie del género con mayor número de accesiones (1 135). Sin embargo, esto se refiere solamente a formas cultivadas y comestibles, puesto que las correspondientes a los dos parientes silvestres más cercanos son muy escasas y, de hecho, las de *C. fraterna* fueron realizadas muy recientemente. Los bancos de germoplasma con mejor representación para los cultivares de *C. pepo* son los de Estados Unidos, México y Costa Rica.

Prácticas de cultivo

En su área de distribución nativa, *C. pepo* es cultivada tanto en milpas y huertos como en otros sistemas de manejo más intensivo. En el primer caso, se la asocia con maíz, frijol y/o con una a tres de las otras especies cultivadas de *Cucurbita*, mientras que en el segundo sistema puede encontrarse cultivada en parcelas o grupos pequeños, generalmente asociada a otras hortalizas. En las plantaciones comerciales se encuentra generalmente como monocultivo ocupando superficies de tamaño variable.

En la región de la Mixteca Alta, México, particularmente en San Andrés Lagunas, se han en-

contrado algunas variantes locales que se manejan en dos diferentes condiciones y épocas. Una de éstas es conocida como ‘calabaza de temporal’; se cultiva en terrenos pedregosos, generalmente con abundantes afloramientos de rocas calizas y comúnmente con poco suelo, que constituyen terrenos secos. La siembra se realiza en los meses de abril-mayo, dependiendo de la aparición de las primeras lluvias, y la cosecha de frutos maduros corresponde a los meses de octubre-noviembre. La otra se conoce como ‘calabaza de cajete’; se cultiva en terrenos denominados de cajete, muy planos y húmedos, ubicados en pequeños valles que se dice estuvieron antiguamente ocupados por lagos. En esta forma se siembra al inicio de la época más seca del año (febrero o marzo) y la cosecha de frutos maduros se realiza entre julio y septiembre.

En Yucatán se cultiva la variedad ‘tsol’ o ‘men-sejo’, generalmente en huertos o en sistemas de manejo intensivo como los llamados conucos y *pachpakal*, y muy raramente en milpas. Se trata de una variedad de ciclo breve; la siembra se hace aproximadamente 15-20 días después del inicio de la temporada de lluvias (mayo-junio); los frutos inmaduros para verdura son cosechados desde el mes de agosto, mientras que los maduros están disponibles entre septiembre y octubre.

Perspectivas de mejora

Las tres especies de *Cucurbita*, *C. argyrosperma*, *C. moschata* y *C. pepo*, se complementan en sus áreas naturales de producción, que van desde 0-2 000 m en su región de origen. En ésta es necesario intensificar la evaluación de los cultivares primitivos, y usar su germoplasma en el desarrollo de nuevos cultivares de mayor productividad y valor alimenticio, o con resistencia a enfermedades, especialmente las producidas por virus. Hay también, como ya se mostró para algunas especies, variedades locales que difieren en la época de producción. El uso directo de ellas,

o de los genes que determinan esa característica, permitirán ampliar el tiempo en que están disponibles en los mercados.

Es urgente recolectar el germoplasma de las cuatro especies de *Cucurbita* en su área de dispersión natural. También lo es el introducir variedades presentes en otras áreas, como las de *C. moschata* que se encuentran en África, de alto contenido en caroteno, e incorporarlas a programas de mejora genética.

La expansión del consumo, local o de exportación, requiere características de los frutos favorables al transporte y almacenamiento. Existe una amplia diversidad que puede utilizarse para producir variedades superiores.

Curcubita ofrece posibles nuevos usos o usos más intensivos que se pueden difundir. Uno de ellos es la preparación de purés o alimentos similares, para lo que se contaría con un acervo genético muy extenso a fin de fijar características organolépticas o nutricionales, que den un producto superior al que se consigue en los mercados, procedente de otras plantas. Se debe explorar igualmente la posibilidad de incrementar el uso de tallos jóvenes, que son la parte de la planta con mayor valor alimenticio por su contenido en aminoácidos y vitaminas. Incluso se podrían crear variedades que produzcan más follaje para este propósito.

El uso de las semillas como fruto seco es corriente en ciertas áreas de Mesoamérica, y casi desconocido en otras. Las semillas son una buena fuente de proteína y aceites, y se debe explorar su preparación industrial y comercialización.

Aún es mucho lo que queda por hacer en términos de recolección, conservación, evaluación y uso de las variedades regionales o locales. Estas tareas son factibles, pues la diversidad de estos cultivos aún está presente en las comunidades rurales del Nuevo Mundo. No se debe dejar pasar la oportunidad de aprovechar esos materiales para producir variedades superiores y conservar su germoplasma para una utilización futura.

Cucurbita moschata

Nombre botánico: *Cucurbita moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poir.

Familia: Cucurbitáceas.

Nombres comunes: náhuatl: tamalayota [México, Colombia (Guerrero)]; castellano: calabaza (México), ayote (Guatemala a Costa Rica), auyama (Panamá a Venezuela), zapallo (Ecuador, Perú), joko (Bolivia).

Origen, domesticación y expansión

Se pensó que, al igual que *Cucurbita ficifolia*, también *C. moschata* tenía origen asiático. Sin embargo, hoy día es evidente que se trata de una especie domesticada en América Latina, aunque no está todavía claro cuál fue el área precisa de domesticación de una y de otra. En numerosas ocasiones se ha señalado que se situó en Mesoamérica, y en otras en América del Sur, más específicamente con centro de origen en Colombia. Los vestigios disponibles son sin duda difíciles de interpretar. Los restos arqueológicos más antiguos de esta especie fueron encontrados en el noroeste de México (cuevas de Ocampo, Tamaulipas, y datan de 4900-3500 a.C.). También se conocen restos en el norte de Belice y en Tikal, Guatemala (2000 a.C.-850 d.C.) y en Huaca Prieta, Perú (3000 a.C.).

El análisis electroforético de isoenzimas no ha aportado pruebas importantes. No obstante, ha permitido reafirmar la fuerte relación entre esta especie y los taxones del grupo *C. argyrosperma*.

Los indicios lingüísticos tampoco son muy claros; *Cucurbita moschata* es conocida con nombres nativos tanto en la región mesoamericana (principalmente en México), como en América del Sur, lo que por otra parte, apoya la observación de que ambas regiones corresponden a dos centros de diversificación de este cultivo.

La variación de *C. moschata* tampoco parece ser un factor que permita sugerir ninguna región en particular como centro de origen, pues esta

especie es sumamente variable en la morfología de sus frutos y semillas.

La distribución geográfica de los restos arqueológicos conocidos de *C. moschata* indican que esta especie se cultiva desde hace más de 5 000-6 000 años. Su difusión hacia otros países, tanto dentro de América Latina como fuera del continente, fue seguramente muy temprana; así lo indica la existencia de la variedad llamada Seminole Pumpkin, cultivada desde tiempos precolombinos por grupos indígenas de Florida, Estados Unidos, y también su presencia en ilustraciones botánicas del siglo xvii. Una difusión tan temprana debió haber sido muy continua e intensa, ya que en la última década del siglo xix, la especie se cultivaba en India, Java, Angola y Japón.

Usos y valor nutritivo

En la mayor parte del área nativa de *C. moschata*, sus flores, tallos jóvenes, frutos tiernos y frutos maduros son consumidos como verdura. Estos últimos, además, son comúnmente empleados para la elaboración de dulces, y como forraje. Las semillas son consumidas enteras, asadas o tostadas, y molidas en diferentes guisos. Presentan altos contenidos de aceites y proteínas (similares a los observados en *C. argyrosperma*) y su consumo en zonas urbanas también es bastante común.

Descripción botánica

Plantas rastreras a trepadoras, herbáceas, anuales, monoicas, suave y densamente pubescentes, con tricomas cortos y largos uniseriados; ápices vegetativos caulinareos más o menos reflejos. Tallos ligeramente angulosos. Hojas con pecíolos de 30 o más centímetros, anchamente ovado-cordadas a suborbiculares, de 20-25 × 25-30 cm, con manchas blancas, ligeramente 3-5 lobadas, lóbulos ovados o triangulares, ápice obtuso, cortamente apiculado, márgenes serrado-denticulados. 3-5 zarcillos ramificados. Flores pentámeras, solitarias, axilares. Flores masculinas con pedicelos de

16-18 cm; cáliz muy breve, anchamente campanulado a pateriforme, expandido o foliáceo hacia el ápice, de 5-13,5 cm de largo, 5 dividida hasta un tercio de su longitud. Flores femeninas con pedicelos gruesos de 3-8 cm de largo; ovario globoso, ovoide, oblado, cilíndrico, piriforme, cónico, turbinado; cáliz muy reducido y sépalos más frecuentemente foliáceos que en las masculinas, de hasta 7,5 cm de largo, estilo engrosado, 3 estigmas, lobados. Frutos de tamaño muy variable y formas diversas, conservando las del ovario, lisos o con costillas redondeadas, raramente verrucosos o granulados, cáscara tan engrosada y durable como suave y lisa, de coloración muy variable, verde claro a verde oscuro uniforme o con manchas crema, pardo claras a oscuras, hasta completamente blancas; pulpa anaranjada clara o brillante a verdosa, de ligera a muy dulce, suave y generalmente no fibrosa; semillas numerosas, ovado-elípticas, de 8-21 × 5-1 mm, de superficie blanquecino amarillenta.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

En la literatura botánica se señala que *C. moschata* se cultiva principalmente en zonas de baja altitud y clima cálido con alta humedad. Sin embargo, aunque es cierto que esta especie se cultiva preferentemente dentro de dichos límites, éstos no parecen ser tan estrictos, pues recientemente se han encontrado variantes a más de 2 200 m, en Oaxaca, México.

Diversidad genética

Límites del acervo genético. La amplia gama de altitudes en que *C. moschata* se cultiva dentro del continente americano, la notable diversidad morfológica de sus semillas y frutos (colores, formas, grosores y durabilidad de la cáscara del fruto), la existencia de variedades con ciclos de vida de diferente duración, así como la de numerosos cultivares desarrollados en otras partes del mundo y de variedades locales con características

agronómicas sobresalientes, indican claramente que la variación genética de esta especie es vastísima.

Ejemplos de algunas variedades regionales interesantes para América Latina son las existentes en la península de Yucatán (y posiblemente en otras regiones de América Latina), con dos ciclos de vida de diferente duración, así como también las cultivadas en Guanajuato y Chiapas, en las que recientemente se ha encontrado resistencia a algunas enfermedades virales. Dentro de las primeras, es de gran interés la de ciclo corto cultivada comúnmente en los huertos mayas, pues de ella seguramente se derivó la variedad más importante a nivel comercial en la región; en cuanto a las segundas, cabe señalar que actualmente están siendo empleadas en programas de mejora genética.

Respecto a las fuentes de variación que presentan los cultivares de *C. moschata* desarrollados fuera de su área de origen, el mejor ejemplo es el de un cultivar nativo de Nigeria que representa la fuente única de resistencia a ciertas enfermedades virales. Las posibilidades de hibridación que ha mostrado *C. moschata* con otras especies cultivadas (por ejemplo, *C. maxima*) permiten afirmar que existen buenas perspectivas respecto a la mejora de estos cultivos.

Otra parte del acervo genético de *C. moschata* son los numerosos cultivares comerciales que se han desarrollado principalmente en los Estados Unidos y en menor medida en Brasil. Entre ellos destacan 'Butternut Squash', 'Golden Cushaw', 'Large Cheese', 'Tennessee Sweet Potato', 'Kentucky Field', 'Menina Brasileira' y otros. Algunos de estos cultivares comerciales también presentan diferentes niveles de resistencia y/o susceptibilidad a ciertas enfermedades, lo que es indicativo de la gran variación genética de esta especie.

Colecciones de germoplasma. *Cucurbita moschata* es la especie de *Cucurbita* mejor represen-

tada en los bancos genéticos de América, donde se hallan depositadas más de 2 000 accesiones. Estas proceden principalmente de México y América Central, y en menor grado de América del Sur y otras regiones del mundo. Las accesiones más importantes son las de Estados Unidos y Costa Rica. En su totalidad corresponden a materiales americanos, principalmente de América Central. Por su parte, la colección del CIFAP en México es posiblemente la más representativa de la variación de la especie en ese país.

Prácticas de cultivo

Las diferentes variantes de *Cucurbita moschata* se manejan en sistemas de agricultura tradicional de temporal. Es posible encontrar variedades cultivadas en las milpas, asociadas con maíz, frijol y una o dos especies más de *Cucurbita*, o en huertos y otros espacios agrícolas de manejo más intensivo, donde se cultiva sola o asociada a otras especies. La siembra se realiza al inicio de la época de lluvias, y el período de desarrollo es de aproximadamente 5-7 meses, aunque existen variedades de ciclo muy breve (3-4 meses) como las mencionadas de la península de Yucatán. En las variedades de ciclo largo, los frutos tiernos para verdura se cosechan aproximadamente a los 3 meses de haberse realizado la siembra, mientras que los maduros para semilla se cosechan principalmente entre el sexto y séptimo mes.

En la región Mixe y otras del estado de Oaxaca, *C. moschata* también se cultiva en la época fría y seca del año en terrenos que logran conservar la humedad. Esto mismo se practica con ayuda del riego en algunas partes del estado de Sonora y también se ha observado en algunas variedades de ciclo corto, cultivadas con fines comerciales en la península de Yucatán, en suelos húmedos o usando substratos poco comunes (bagazo de fibras de henequén) y con ayuda de riego.

Es probable que el cultivo de variedades como las descritas, y posiblemente otras más, sea más

común en el continente americano de lo que se piensa o se conoce. Existen antiguas referencias de una notable variación en Colombia, pero su situación actual ha de ser debidamente documentada y evaluada.

Cucurbita ficifolia

Nombre botánico: *Cucurbita ficifolia* Bouché.

Familia: Cucurbitáceas.

Nombres comunes: náhuatl: chilacayote (México Guatemala); castellano: lacayote (Perú, Bolivia, Argentina), chiverri (Honduras, Costa Rica), victoria (Colombia); inglés: fig leaf squash, Malabar gourd.

Origen, domesticación y expansión

A finales del siglo pasado y a principios del actual, algunos autores sugerían un origen asiático para *Cucurbita ficifolia*; desde mediados del presente siglo existe consenso respecto a que se trata de un cultivo de origen americano. No obstante, su centro de origen y domesticación son todavía desconocidos. Algunos autores han propuesto como lugares de origen América Central o el sur de México, mientras que otros sugieren América del Sur, y más específicamente los Andes. Los estudios biosistemáticos no han podido ratificar el origen mexicano sugerido por la difusión en toda América de nombres comunes derivados del náhuatl.

Los vestigios arqueológicos apuntan a un origen sudamericano, pues los restos más antiguos son peruanos. La biosistemática tampoco ha podido confirmar esta hipótesis.

Los intentos de obtener híbridos más allá de la primera generación con las otras cuatro especies cultivadas también han fallado, y los pocos resultados obtenidos han requerido el uso de técnicas especiales como el cultivo de embriones. Estos resultados han sido corroborados por otros estudios que evidencian que *C. ficifolia* presenta notables

diferencias de tipo isoenzimático y cromosómico respecto a todos los taxones del género.

El reciente descubrimiento de que *Peponapis atrata* no parece ser un polinizador específico de *C. ficifolia*, amén de las observaciones precedentes, han conducido a proponer que el ancestro silvestre de *Cucurbita ficifolia* pudiera corresponder a una especie aún no descubierta cuyo hábitat sería posiblemente la región oriental de los Andes. Por ello, la eventualidad de usar especies silvestres (o cultivadas) en futuros programas de mejora genética de este cultivo, y su empleo en la mejora de otras especies cultivadas del género es aún remota. La importancia de dichos programas reside en que se han identificado colecciones resistentes o totalmente inmunes al ataque de diferentes virus, que afectan severamente a otras especies cultivadas.

La extensión del cultivo de *Cucurbita ficifolia* abarca desde el norte de México hasta Argentina y Chile. Su difusión a Europa (Francia y Portugal, por ejemplo) y Asia (India), se inició según parece en los siglos XVI-XVII, cuando sus frutos llegaron al Viejo Mundo desde América del Sur y la India. Desde entonces, su cultivo se ha extendido a muchas otras partes del mundo (Alemania, Francia, Japón y Filipinas).

Usos y valor nutritivo

Las diferentes partes de las plantas de *Cucurbita ficifolia* se destinan, en toda el área de distribución en América, a diversos usos alimenticios. Los frutos inmaduros se consumen hervidos como verdura, mientras que la pulpa de los maduros se destina a la elaboración de dulces y bebidas refrescantes o ligeramente alcohólicas. Las semillas son también muy apreciadas, y en Chiapas, México, se usan para preparar dulces con miel, conocidos como palanquetas.

En algunas regiones de México (y tal vez de otros países del continente), los tallos jóvenes (o «puntas de las guías») y las flores también se

consumen como verdura cocida, mientras que los frutos maduros son empleados como forraje para animales domésticos; este uso es el más común en el Viejo Mundo, donde esta especie ha sido introducida.

El valor nutritivo más importante se encuentra en las semillas, cuyo consumo representa un aporte considerable de proteínas y aceites. La pulpa de los frutos, por su color blanco, presenta deficiencias en betacarotenos, además de una moderada cantidad de carbohidratos y bajo contenido en vitaminas y minerales.

Investigaciones recientes realizadas en Chile han demostrado que algunas enzimas proteolíticas extraídas de la pulpa de los frutos de *C. ficifolia* pueden usarse en el tratamiento del agua residual resultante en los procesos de elaboración industrial de alimentos derivados del pescado. Este descubrimiento es de gran interés, por la reducción en costos que lograrían esas industrias con el uso de enzimas que sustituirían a las que actualmente se importan.

En Japón y Alemania, se ha usado como soporte o portainjertos, para la producción invernal de pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de invernadero.

Descripción botánica

Plantas rastreras o trepadoras, monoicas, anuales, aunque persistentes por un cierto período dando la impresión de ser perennes de vida corta, sin raíces engrosadas de reserva; resistentes a bajas temperaturas, pero no a heladas severas; vellosas a suavemente pubescentes, con algunos aguijones cortos y punzantes esparcidos en las partes vegetativas. Cinco tallos vigorosos, ligeramente angulosos. Hojas con pecíolos de 5-25 cm; ovado cordadas a suborbicular-cordadas, con o sin manchas blancas en el haz, 3-5 lobuladas, con lóbulos redondeados u obtusos, apiculados, el central más grande que los laterales, márgenes denticulados. 3-4 zarcillos ramificados. Flores pentámeras, so-

litarias, axilares. Flores masculinas largamente pediceladas; cáliz campanulado, de 5-10 mm de largo y casi igual de ancho, sépalos lineares, de 5-15 × 1-2 mm; corola tubular-campanulada algo ensanchada hacia la base, de 6-12 cm de largo, amarilla a anaranjado pálido, 3 estambres. Flores femeninas con pedúnculos robustos, de 3-5 cm de largo; ovario ovoide a elíptico, multilocular; sépalos ocasionalmente foliáceos y corola algo más grande que en las masculinas; estilo engrosado, 3 estigmas lobados. Frutos globosos a ovoide-elípticos, con tres modelos de coloración:

- verde claro u oscuro, con o sin rayas o franjas longitudinales blancas hacia el ápice;
- diminutamente manchados de blanco y verde;
- blancos o crema; pulpa blanca, dulce; semillas ovado-elípticas comprimidas, de 15-25 × 7-12 mm, pardo oscuras a negras o blanco-crema.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Cucurbita ficifolia se encuentra ampliamente distribuida bajo cultivo desde los 1 000 hasta casi los 3 000 m, en prácticamente todas las cordilleras de América Latina. La restricción del cultivo en zonas de notable altitud es un carácter distintivo de *C. ficifolia*, respecto a las otras especies cultivadas del género, que en general pueden crecer en un rango más amplio de condiciones ecológicas (para *C. pepo* y *C. moschata*, desde 8 m hasta 2 300 m).

Diversidad genética

Límites del acervo genético. Dada la incompatibilidad reproductiva de *C. ficifolia* con las otras especies del género, se puede decir que su acervo genético está limitado a ella misma. Por otra parte, esta especie es mucho menos diversa que las restantes cultivadas del género, y no existen cultivares comerciales. Entre las variaciones morfológicas más notables están la coloración y el tamaño de sus frutos y semillas.

La escasa variación morfológica de esta especie es congruente con la observada a nivel de los patrones de isoenzimas hasta ahora estudiados.

Desde el punto de vista agronómico es posible admitir la existencia de cierta diversidad genética para *C. ficifolia*, por dos razones:

- el hecho de que sea cultivada en una amplia región geográfica, cuyas condiciones sólo son relativamente uniformes en cuanto a altitud, pero diversas en cuanto a otros factores ecológicos locales;
- el que sea manejada de manera indistinta, tanto en sistemas agrícolas de alta competencia (por ejemplo, milpas de temporal), como en otros con menor competencia o que permiten un manejo más intensivo (por ejemplo, milpas cultivadas en épocas de sequía en terrenos de humedad, huertos, solares, etc.). Sin embargo, hasta la fecha ninguno de estos aspectos ha sido evaluado.

La productividad, en cuanto al número de frutos y cantidad de semillas por fruto, es otro aspecto que posiblemente refleje la diversidad genética de la especie y que tampoco está suficientemente documentado. Las observaciones de campo han revelado que algunos frutos de tamaño mediano contienen 500 o más semillas, y que cada planta puede llegar a producir más de 50 frutos.

Colecciones de germoplasma. Las accesiones de germoplasma de *C. ficifolia* son las menos abundantes de todas las existentes para las especies de *Cucurbita* cultivadas. Además son poco representativas de su distribución geográfica. 338 accesiones se encuentran en bancos de germoplasma de América, que sumadas a otras 82 depositadas en instituciones de países fuera del continente, hacen un total de 420. Sin embargo, muchas de estas accesiones corresponden a duplicados, lo cual reduce su número a cerca de la mitad.

Prácticas de cultivo

Cucurbita ficifolia es un cultivo manejado principalmente en sistemas de agricultura tradicional de temporal, lo cual indica que el inicio de la época de lluvias corresponde a la época de siembra, mientras que la cosecha abarca desde finales de septiembre (frutos tiernos y flores para verdura) hasta diciembre-enero (frutos maduros para semilla y pulpa). En algunas regiones de México como la Mixteca Alta en Oaxaca, se ha encontrado que esta especie, además de cultivarse durante la época de lluvias en terrenos de temporal, también se maneja en época de sequía en terrenos con mayor humedad (valles o zonas con suelos de drenaje ligeramente deficiente). La siembra en esos casos se realiza en los primeros meses del año y la cosecha desde la época de la sequía (abril) hasta la correspondiente al verano (mayo-julio). Esto ha permitido asegurar la producción casi ininterrumpida durante el año.

La única forma de propagación es la siembra de semilla, junto a uno de los cultivos tradicionales de este tipo de agricultura (maíz, frijol y otras especies de *Cucurbita*), o bien el cultivo en huertos, asociada a otras especies o en monocultivo. Los frutos maduros son cosechados y seleccionados para semilla; pueden ser almacenados por largos períodos (hasta 18-20 meses), y es común observarlos secándose en los techos de las casas de los agricultores.

Bibliografía

- Andrés, T.C. 1990. Biosystematics, theories on the origin and breeding potential of *Cucurbita ficifolia*. En *Biology and utilization of the Cucurbitaceae*. Bates, D.M., Robinson, R.W. y Jeffrey, C., eds. Ithaca. Cornell University Press, págs. 102-199.
- Azurdia, C.A. y González, M. 1986. *Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala*. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, Guatemala.

- Bailey, L.H.** The domesticated cucurbits. *First Paper. Gent. Herb.*, 2:32-34.
- Bates, D.M., Robinson, R.W. y Jeffrey, C., eds.** *Biology and utilization of the Cucurbitaceae*. Ithaca. Cornell University Press.
- Bukasov, M.S.** 1981. *Las plantas cultivadas en México, Guatemala y Colombia*. CATIE-Turrialba, Costa Rica.
- Delgadillo, S.F., Garzon, T.J.A. y Vega, P.A.** 1989. Cucurbit viruses in México: a survey. *Fitopatología*, 7(2):136-139.
- Lira, R.** 1990. *Estudios taxonómico y ecogeográfico de las Cucurbitáceas de Latinoamérica*. 1^{er} Reporte semestral (enero-agosto). CIRF, Roma.
- Lira, R.** 1991. *Estudios taxonómico y ecogeográfico de las Cucurbitáceas de Latinoamérica*. 2^o Reporte semestral (enero 1990-agosto 1991). CIRF, Roma.
- Lira, R.** 1991. *Estudios taxonómico y ecogeográfico de las Cucurbitáceas de Latinoamérica*. 3^{er} Reporte semestral (enero-agosto 1991). CIRF, Roma.
- Merrick, L.C.** Systematics and evolution of a domesticated squash, *Cucurbita argyrosperma* and its wild and weedy relatives. En *Biology, and utilization of the Cucurbitaceae*. Bates, D.M., Robinson, R.W. y Jeffrey, C., eds. Ithaca. Cornell University Press.
- Paris, H.S.** 1989. Historical records, origins and development of the edible cultivar groups of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). *Econ. Bot.*, 43:423-443.
- Whitaker, T.W. y Davis, G.N.** 1962. *Cucurbits, botany, cultivation and utilization*. Londres. Leonard Hill.

Chayote

(*Sechium edule*)

Sechium edule

Nombre botánico: *Sechium edule* (Jacq.) Swartz.

Familia: Cucurbitáceas.

Nombres comunes: náhuatl: chayote (México, Nicaragua, Costa Rica, Panamá); castellano: cidrayota (Colombia), gayota (Perú), huisquil, güisquil o uisquil [México (Chiapas), Guatemala, El Salvador], papa del aire, cayota (Argentina); portugués: chocho, chuchu, xuxu, machiche, machuchu (Brasil); francés: christophine, mirliton [Haití, Guadalupe, Bermuda, Trinidad y Tabago, Estados Unidos (Louisiana), Guayana francesa].

Origen y domesticación

A diferencia de otros cultivos, no existen indicios arqueológicos que indiquen la antigüedad del cultivo de *S. edule*. Sus frutos carnosos, con una sola semilla de testa suave, no permiten su conservación y, hasta donde se sabe, tampoco se han identificado en yacimientos arqueológicos granos de polen u otra estructura de esta especie.

Crónicas de la época de la Conquista indican que, cuando menos en México, el chayote ha sido cultivado desde épocas precolombinas. En cuanto a las referencias lingüísticas, los nombres comunes de origen nativo se concentran principalmente en México y América Central. En cuanto a

los testimonios derivados de la diversidad bajo cultivo de *S. edule*, los registros de exploraciones coinciden en que la mayor variación se encuentra entre el sur de México y Guatemala. La distribución geográfica de los parientes silvestres de *S. edule* también confirma el origen mesoamericano de este cultivo.

Los parientes más cercanos a *S. edule* son:

- los llamados tipos silvestres de *S. edule*, cuya ubicación taxonómica se encuentra pendiente, ya que se hallan distribuidos de manera aparentemente natural en los estados mexicanos de Veracruz, Puebla, Hidalgo, Oaxaca y Chiapas;
- *S. compositum*, especie restringida al sur de México (Chiapas) y Guatemala;
- *S. hintonii*, especie endémica de México, hasta hace poco considerada como extinta, que crece tanto en el estado de México, Guerrero y tal vez en Jalisco;
- una especie nueva de la sección *Sechium* que habita en el norte del estado de Oaxaca.

Lo anterior ha permitido corroborar que *Sechium edule* es una especie que sin duda fue domesticada dentro del área cultural de Mesoamérica, y precisamente en la región comprendida entre el sur de México y Guatemala.

El cultivo del chayote está ampliamente difundido en Mesoamérica. Su introducción en las Antillas y América del Sur se llevó a cabo entre los siglos XVIII y XIX; de hecho, la primera descripción botánica en la que se menciona el nombre *Sechium* se debe a P. Brown en 1756, y se refiere a plantas cultivadas en Jamaica. En esta misma

El autor de este capítulo es R. Lira Saade (Herbario Nacional de México, México D.F., México).

El autor desea expresar su agradecimiento a los Ing. E. Valverde y E. Chinchilla (CINDE, Costa Rica).

época, el chayote se introdujo en Europa, desde donde fue llevado a Africa, Asia y Australia, mientras que su introducción en los Estados Unidos data de fines del siglo XIX.

Usos y valor nutritivo

El chayote se utiliza principalmente como alimento humano. Los frutos, tallos y hojas tiernas, así como las porciones tuberizadas de las raíces, son consumidos como verdura, tanto solos y simplemente hervidos, como formando parte de numerosos guisos. Los frutos, por su suavidad, se han empleado para alimentos para niños, jugos, salsas y pastas. En México, se ha intentado aumentar la vida útil del fruto mediante la deshidratación. Los resultados han sido buenos y han hecho posible elaborar mermeladas y otros dulces, así como frutos deshidratados que pueden usarse como verdura después de cierto tiempo. Los tallos, por su flexibilidad y resistencia, han sido destinados a la fabricación artesanal de cestas y sombreros. En la India, los frutos y raíces, además de usarse como alimento humano, también se emplean como forraje.

Las partes consumibles de *S. edule* presentan menor contenido de fibra, proteínas y vitaminas que otros vegetales. Sin embargo, el contenido de calorías y carbohidratos es alto, principalmente en el caso de los tallos jóvenes, la raíz y la semilla respectivamente, mientras que el aporte de micro y macronutrientes por los frutos es suficiente. Los frutos, y principalmente las semillas, son ricas en aminoácidos como ácido aspártico, ácido glutámico, alanina, arginina, cisteína, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, metionina (sólo en el fruto), prolina, serina, tirosina, treonina y valina.

El chayote también tiene usos medicinales; las infusiones de hojas se emplean para disolver cálculos renales, y como auxiliares en el tratamiento de la arterioesclerosis e hipertensión; las infusiones de frutos se utilizan para aliviar la retención de orina. Las propiedades cardiovascu-

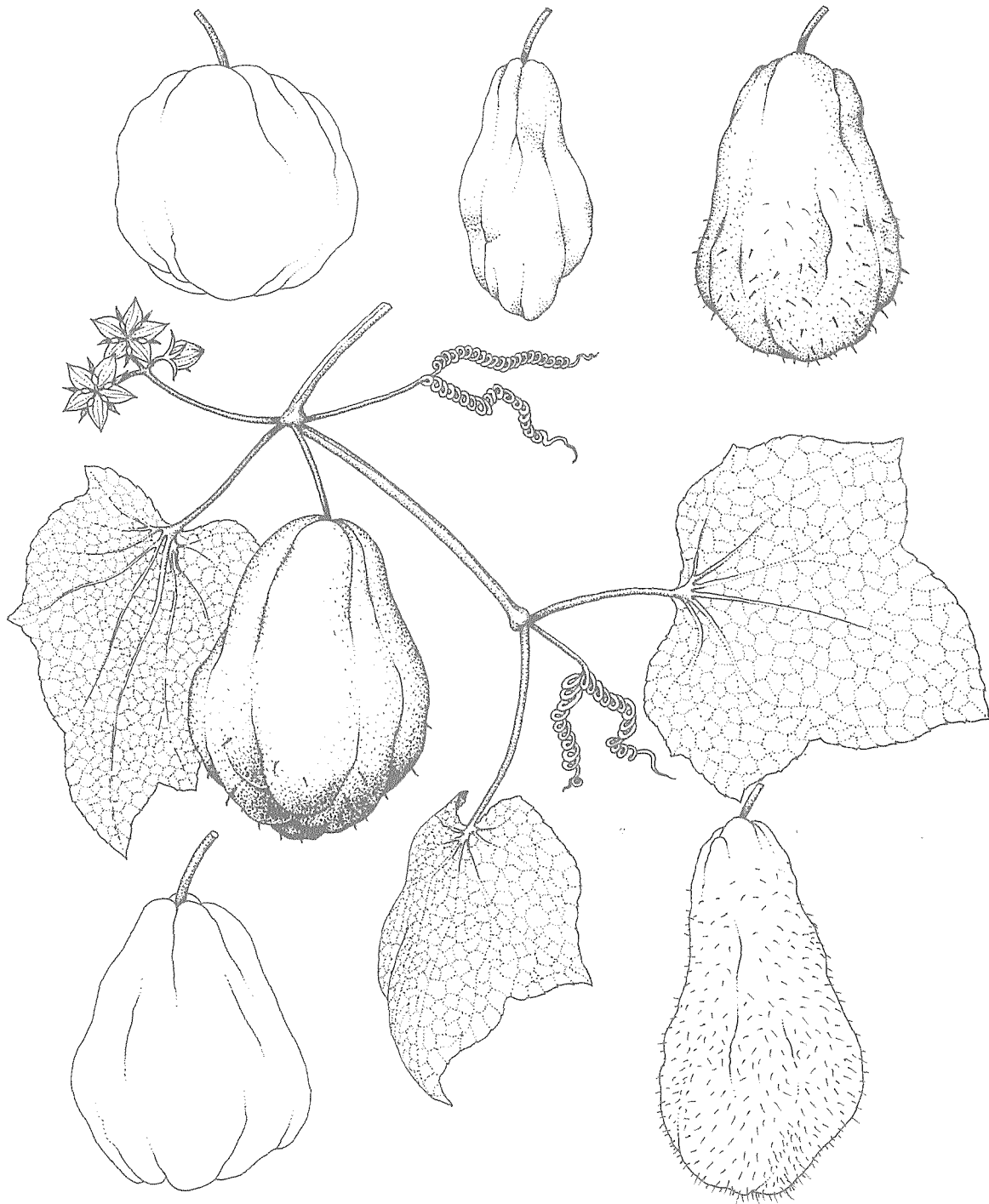
lares de las infusiones de hojas han sido comprobadas en estudios modernos, mientras que su gran efectividad en la curación de enfermedades renales ya se conocía en la península de Yucatán, desde la época colonial, donde estos padecimientos son muy comunes.

Descripción botánica

El chayote es una trepadora perenne, monoica, con raíces engrosadas y tallos delgados, ramificados, de hasta 10 m de longitud. Hojas en pecíolos sulcados, de 8-15 cm de largo, ovado-cordadas a suborbiculares, de 8-18 × 9-22 cm, ligeramente 3-5 anguloso-lobadas, márgenes diminutamente denticulados. 3-5 zarcillos partidos. Flores unisexuales, normalmente pentámeras, coaxiales y con 10 nectarios en forma de poro en la base del cáliz. Flores estaminadas en inflorescencias racemosas axilares, de 10-30 cm de largo. Las flores en grupos, distribuidas a intervalos a lo largo del raquis: cáliz pateliforme, de 5 mm de ancho; sépalos triangulares, de 3-6 mm de largo; pétalos triangulares, verdosos a blanco-verdosos, de 4-8 × 2-3 mm; 5 estambres, filamentos fusionados casi en toda su longitud, formando una columna engrosada, separándose en el ápice en 3 ó 5 ramas breves. Flores pistiladas, normalmente en la misma axila que las estaminadas, solitarias a ocasionalmente en pares; ovario globoso, ovoide o piriforme, glabro e inerme, unilocular; perianto como en las estaminadas pero de dimensiones ligeramente diferentes; estilos fusionados en una columna delgada; nectarios generalmente menos evidentes que en las estaminadas. Frutos solitarios o raramente en pares, vivíparos, carnosos, algunas veces longitudinalmente sulcados o crestados, de muy diversas formas, tamaños, indumento, número y tipo de espinas, blancos y amarillentos, o verde pálido a verde oscuro, pulpa verde pálida a blanquecina, amarga en las plantas silvestres y no amarga en las cultivadas; semilla, ovoide, comprimida, testa lisa y suave.

FIGURA 6

Chayote (*Sechium edule*), formas de fruto.



Aspectos ecológicos y fitogeográficos

El chayote se cultiva de manera tradicional en muchas regiones del mundo, preferentemente entre los 800 y 1 800 m de altitud. En muchas regiones existen variantes adaptadas al cultivo a nivel del mar (en Río de Janeiro y Yucatán); en otras se da por encima de los 2 000 m (en Bolivia y en México, en Oaxaca y Chihuahua). Los taxa silvestres más cercanos a *S. edule* presentan una distribución de altitudes similar, ya que crecen entre los 50 y 2 100 m. El chayote es cultivado de manera más intensiva y con fines comerciales en Costa Rica, Guatemala, República Dominicana y México. La diversidad manejada es mínima y siempre de acuerdo a los requerimientos de los consumidores.

La biología floral de *Sechium edule* ha sido estudiada detalladamente. Existen diversos patrones en la estructura y expresión sexual de las flores estaminadas y pistiladas, los cuales parecen estar determinados por factores genéticos, ambientales, estacionales y por la edad de las plantas.

La polinización es entomógama. Entre los polinizadores más eficientes hay especies de abejas nativas del género *Trigona*, principalmente en zonas de altitudes medias y bajas y libres de pesticidas, y la abeja italiana (*Apis mellifera*) en plantaciones comerciales donde el uso de pesticidas es muy frecuente. Entre los polinizadores secundarios hay avispa de los géneros *Polybia*, *Synoeca* y *Parachartegus*.

Los frutos del chayote son vivíparos, es decir que las semillas germinan dentro del fruto, aun cuando éstos todavía están en la planta. Esta característica no se presenta en ninguna de las especies silvestres de *Sechium*, en las cuales las semillas germinan después de haber caído al suelo y de manera asincrónica. Una posible explicación del viviparismo es que el proceso de domesticación pudo haber traído consigo una supresión de los mecanismos de latencia.

Diversidad genética

Pocas especies cultivadas despliegan la gran diversidad de formas, tamaños, ornamentación, armadura, indumento y colores como la que se encuentra en los frutos del chayote. Sin embargo, esta diversidad, presente en las más variadas combinaciones, ha dificultado la definición de cultivares, por lo que al hacerse referencia a los diferentes tipos de chayote más bien se habla de razas o variantes locales. Además de la diversidad morfológica, existen variantes en los períodos de fructificación. Una muestra de lo anterior fue observada en Oaxaca y Chiapas, donde variantes locales pueden rendir entre una y cuatro cosechas por año. Este tipo de variación también se ha citado para otras regiones.

La notable diversidad manejada por los agricultores tradicionales contrasta con la relativa homogeneidad que se observa en los frutos que se producen en plantaciones comerciales. En estos casos, los frutos deben cumplir con las normas de calidad impuestas por el mercado (piriformes, verde claro, lisos, más o menos de 15 cm de largo y 450 g de peso), presentación (sin daños físicos o manchas provocadas por patógenos), textura y sabor (suave y agradable).

Los parientes silvestres más cercanos al chayote son *S. compositum* y *S. hintonii*, cuya área de distribución está en México y Guatemala. Por falta de evaluaciones agronómicas estas especies no se han usado en programas de mejora genética, tan necesarios en la búsqueda de fuentes de resistencia a las enfermedades.

Colecciones de germoplasma

Las características de la germinación de las semillas del chayote no permiten su conservación por métodos ortodoxos y simples. Esto obliga a que las muestras tengan que ser conservadas en colecciones de campo, que requieren un manejo cuidadoso.

Este tipo de limitación se evidencia en la desaparición de algunas de las pocas colecciones

del género *Sechium*. Entre 1988 y 1990, la colección de chayote cultivado más importante del mundo (CATIE, Turrialba, Costa Rica), así como otra de menores dimensiones pero igualmente importante (CIFAP, Celaya, México), fueron eliminadas. Afortunadamente aún existen algunas instituciones en el mundo que hacen esfuerzos por conservar este importante acervo genético, por lo menos en lo que toca a la variación de la especie cultivada. Así, en México se cuenta con la colección manejada por la Universidad Autónoma de Chapingo en Huatusaco, Veracruz, con cerca de 150 muestras de tipos cultivados de Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas; es la única colección que actualmente conserva plantas de algunos de los más importantes parientes silvestres del chayote, como *S. compositum* y los tipos silvestres de *S. edule*. Otras dos instituciones que manejan colecciones de *S. edule* son el Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de Nicaragua (Centro Experimental Campos Azules) y el Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças, EMBRAPA, Brasil.

Prácticas de cultivo

El chayote se cultiva de manera tradicional en los solares, traspatios y huertos. La característica de viviparidad de sus frutos es muy conocida por los agricultores campesinos, de tal forma que los frutos seleccionados para consumo se mantienen sin permitir que germinen, mediante la realización de un pequeño corte o punción en los embriones, mientras que los seleccionados para semilla simplemente se dejan madurar hasta que se decida plantarlos.

La forma común y más eficaz de propagación es por medio de la semilla. La práctica de siembra más generalizada consiste en plantar uno o más frutos completos. Sin embargo, en algunos sitios la semilla es extraída cuidadosamente y sembrada en macetas y otro medio que permita su manejo, para posteriormente trasplantarla al sitio definitivo de siembra.

En las zonas de producción tradicional, el sitio de siembra se prepara previamente abriendo en el suelo una cavidad lo suficientemente grande para que permita que las raíces alcancen su máximo desarrollo. Junto a los sitios de siembra es común que se prepare un enramado de madera y otros materiales, para permitir que la planta trepe rápidamente sobre ella; también es frecuente que la siembra se realice cerca de un árbol con los mismos propósitos. Durante las primeras semanas de desarrollo los cuidados son relativamente mayores (riego, fertilización con estiércol o gallinaza, etc.), aunque la atención (protección de daños físicos y adición de abonos naturales) a la raíz es considerada de gran importancia durante todo el ciclo de vida de la planta.

La siembra puede realizarse en cualquier época del año, aunque es común que se haga al inicio de la época lluviosa. La duración del ciclo productivo de las plantas es de un promedio de tres años, y en casos excepcionales de ocho.

En plantaciones comerciales la siembra se hace con estacas enraizadas, o con semilla seleccionada. Las plantas se siembran en barbaças permanentes, y se disponen a distancias que permitan la recolección más fácil posible, el transporte a las cámaras de refrigeración y empaque. En plantaciones de tipo comercial es común el uso periódico de fertilizantes químicos y abono foliar, así como de herbicidas y nematocidas. El país líder en la producción comercial y exportación de frutos de chayote es Costa Rica; le siguen Guatemala, México y la República Dominicana.

Perspectivas de mejora y limitaciones

A pesar de que el chayote puede ser utilizado en forma integral y múltiple (partes de la planta son usadas con diferentes propósitos), en varios países la mayoría de estos usos no se han difundido, o no se han ideado las formas de hacerlos accesibles a otros sectores de la población fuera del campesino.

El uso más difundido a todos los niveles es el de los frutos como vegetal de mesa o para la elaboración de algunos alimentos industrializados. La demanda comercial exige una producción morfológicamente homogénea que descarta la posibilidad de incorporar al mercado la notable diversidad de frutos producida en los sistemas de cultivo tradicional. Sin embargo, como los estándares exigidos para la exportación son muy diferentes de los que se aceptan para el producto de consumo local, hay pocas posibilidades de que se abandonen las variedades corrientes y de que se produzca una seria erosión genética en la especie.

Un plan para la intensificación y diversificación del cultivo del chayote tendría que incluir los proyectos siguientes:

- Establecimiento de bancos de germoplasma permanentes en varias localidades de Mesoamérica, para mantener la diversidad varietal, poblaciones silvestres y congéneres afines. Estas colecciones podrán servir para evaluar la resistencia a enfermedades, tipo de crecimiento y características organolépticas de los frutos. Permitirán suministrar materiales de siembra nuevos a los agricultores, y servirán de base para trabajos de mejora genética.
- Programas de selección de variedades de alto rendimiento de raíces o de alta producción de tallos jóvenes. Ambos son artículos de consumo de aceptación popular, de alto valor nutritivo y de uso potencial como material básico en agroindustrias.
- Desarrollo de métodos de propagación vegetativa, que proveerán a los agricultores material de siembra a precios razonables.
- Estudios básicos sobre las enfermedades de mayor importancia (*Ascochyta phaseolorum*, *Mycovellosiella cucurbiticola*, *Fusarium oxysporum*, y complejos de éstas y otras especies), sobre todo las que atacan al fruto, que en condiciones de producción comercial determinan un 35-40 por ciento de rechazo.
- Identificación de problemas en el manejo postcosecha, empaque y conservación durante el proceso de comercialización.

Bibliografía

- Cruz-León, A.** 1985-86. ¿Chayote o cruzas intergenéricas? Hallazgo y características. *Rev. Geogr. Agr.*, 9-10:100-106.
- Cruz-León, A. y Querol-Lipcovich, D.** 1985. *Catálogo de recursos genéticos de chayote (Sechium edule Sw) en el Centro Regional Universitario Oriente*. Univ. Aut. Chapingo, México.
- Flores, E.** 1989. El chayote, *Sechium edule* Swartz. (Cucurbitaceae). *Rev. Biol. Trop.*, 37, supl. 1:1-54.
- Jeffrey, C.** 1978. Further notes on Cucurbitaceae. IV. Some New World taxa. *Kew Bull.*, 33:347-380.
- Lira, R.** 1988. *Cucurbitaceae de la península de Yucatán: taxonomía y etnobotánica*. Tesis M.C. (Ecología y Recursos Bióticos). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz.
- Lira, R.** 1990. *Estudio taxonómico y ecogeográfico de las cucurbitáceas de Latinoamérica*. 1^{er} Reporte semestral (enero-agosto). 2^o Reporte semestral (agosto 1990-enero 1991).
- Maffioli, A.** 1981. *Recursos genéticos de chayote, Sechium edule (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae)*. Turrialba. CATIE/GTZ.
- Newstrom, L.** 1989. Reproductive biology and evolution of the cultivated chayote *Sechium edule*: Cucurbitaceae. En *Evolutionary ecology of plants*. Bock, G.H. & Linhart, Y.B., eds. Boulder. Westview Press, págs. 491-509.
- Newstrom, L.** 1990. Origin and evolution of chayote, *Sechium edule*. En *Biology and utilization of the Cucurbitaceae*. Bates, D.M. Robinson, R.W. y Jeffrey, C., eds. Ithaca. Cornell University Press, págs. 141-149.

Anonas (*Annona* spp.)

Se estima que hay 2 200 especies de Anonáceas en el mundo. Entre ellas hay numerosos frutales, especialmente en los géneros *Annona* y *Rollinia*; la mayoría de las especies de *Annona* y todas las de *Rollinia* son originarias del Nuevo Mundo.

Los indígenas cultivaron cuidadosamente muchas de ellas, en Mesoamérica, los valles interandinos, Amazonia y otros lugares. Otras frutas anonáceas del Nuevo Mundo incluyen especies de *Asimina*, *Duguetia*, *Fusaea* y *Porcelia*. Estos frutales tienen una notable diversidad y adaptación a diferentes ambientes, y son un material rico para trabajos de hibridación, selección y propagación vegetativa. El alto valor nutritivo de los frutos y sus sabores y aromas muy distintos, así como de formas y colores atractivos, justifican esos esfuerzos.

Hay tres especies, *Annona cherimola*, *A. muricata* y *A. squamosa*, marginales en varias regiones de América tropical; en otras se ha desarrollado la tecnología de su producción y el manejo del producto hasta tal grado que no pueden incluirse propiamente en esa categoría. Las técnicas conocidas y los cultivares seleccionados pueden extenderse a las regiones en que su cultivo está aún atrasado. Otras tres, *A. diversifolia*, *A. reticulata* y *A. scleroderma* en cambio, han sido marginadas, a pesar de su valor intrínseco y potencial como frutales.

Los frutos de las Anonáceas no deben ser vistos solamente como artículos de lujo para consumi-

dores ricos, sino como parte de la alimentación de las poblaciones nativas. Estos frutos no son sólo de características especiales por su buen sabor, sino también altamente nutritivos. Su valor alimenticio varía considerablemente, pero la mayoría de ellos son abundantes en carbohidratos, proteínas, calcio, fósforo, hierro, tiamina, niacina y riboflavina, y algunos en magnesio, ácido ascórbico y caroteno. Si fueran abundantes y a precios razonables, conseguirían una mejora considerable en la nutrición de muchos.

Annona cherimola Miller, la chirimoya, se cree es originaria de los valles fríos, pero libres de heladas de los Andes, entre 700-2 400 m. Se conocen excelentes cultivares, todos de propagación vegetativa, que se plantan a escala comercial en España, Chile, Australia, Israel, Estados Unidos (California, Florida) y la isla de Madeira. Los frutos se venden en los supermercados de muchos países y son muy apreciados.

Entre los cultivares comerciales están 'Bay Ott', 'Chaffey', 'Dr. White', 'Libby', 'Nata', 'Orton', 'Spain'.

En las regiones donde la chirimoya es todavía un cultivo marginal, hay que aplicar nuevos métodos: polinización artificial, injerto en patrones de la misma especie o de *A. squamosa* o *A. glabra*, de cultivares superiores; combate de la antracnosis y de los insectos perforadores de la semilla; combate del saltahojas verde; manejo y empaque de la fruta.

A. muricata L. (español: guanábana; portugués: graviola; inglés: soursop) es nativa posiblemente de las Antillas y de la parte septentrional de

El autor de este capítulo es H. Mahdeem (Boynton Beach, Florida, Estados Unidos).

América del Sur, y crece entre 0-1 000 m de altura. Su producción comercial se ha desarrollado en Brasil, Venezuela, Costa Rica y otros países, para el consumo local y la exportación. Las prácticas de cultivo han sido establecidas en las zonas de producción mencionadas; incluyen el control de insectos y enfermedades y la protección de los frutos en bolsas de plástico. Hay mucha variación en el tamaño del fruto y en el contenido de azúcar. Los árboles superiores en calidad o resistencia se deben injertar en patrones de la misma especie de *A. purpurea* y *A. montana*, o con mucha dificultad en *A. glabra*.

A. squamosa L. (*español*: sarumuyo, anón; *portugués*: ata, pinha; *inglés*: sugar apple), parece ser nativa del sureste de México, en lugares secos, entre 0-1 000 m, aunque crece bien en regiones de humedad media. Se ha distribuido por todos los trópicos y en la India presenta una alta variabilidad. Se propaga por semilla con resultados satisfactorios; sin embargo, los cultivares comerciales son injertados. Entre ellos se recomienda 'Red Sugar', de cáscara roja y pulpa blanca. Los problemas principales son los insectos perforadores de la semilla, el saltahojas verde, las tendencias a la momificación de los frutos y las dificultades de cosecha y empaque debidas a la falta de firmeza de las frutas.

El nombre de atemoyas, derivado de *ata* (en portugués) y de chirimoya, se da a los híbridos entre estas dos especies. Se conocen varios cultivares, que se siembran comercialmente en Estados Unidos (Florida) y Australia. Las mejores atemoyas combinan la adaptación a altitudes bajas y clima cálido, y la alta productividad y buen sabor de *A. squamosa*, con la cáscara firme, relación baja entre pulpa y semilla, y el sabor y aroma de *A. cherimola*, de modo que el producto en calidad y características de empaque resulta comparable a las mejores chirimoyas, aunque con mayor cantidad de azúcar. Actualmente se hacen cruces entre cultivares de chirimoya y de

A. squamosa 'Red Sugar' y 'M-2', con el propósito de obtener atemoyas con frutos de cáscara roja o rosada, más atractivos que los de frutos verdes de los que se dispone actualmente. Los cultivares verdes más famosos son 'Gefner', en Israel y Estados Unidos, y 'African Pride', en Australia.

Annona diversifolia

Nombre botánico: *Annona diversifolia* Safford.

Familia: Anonáceas.

Nombres comunes: ilama, ilamatzapotl, izlama, papausa; *castellano*: anona blanca; *inglés*: ilama.

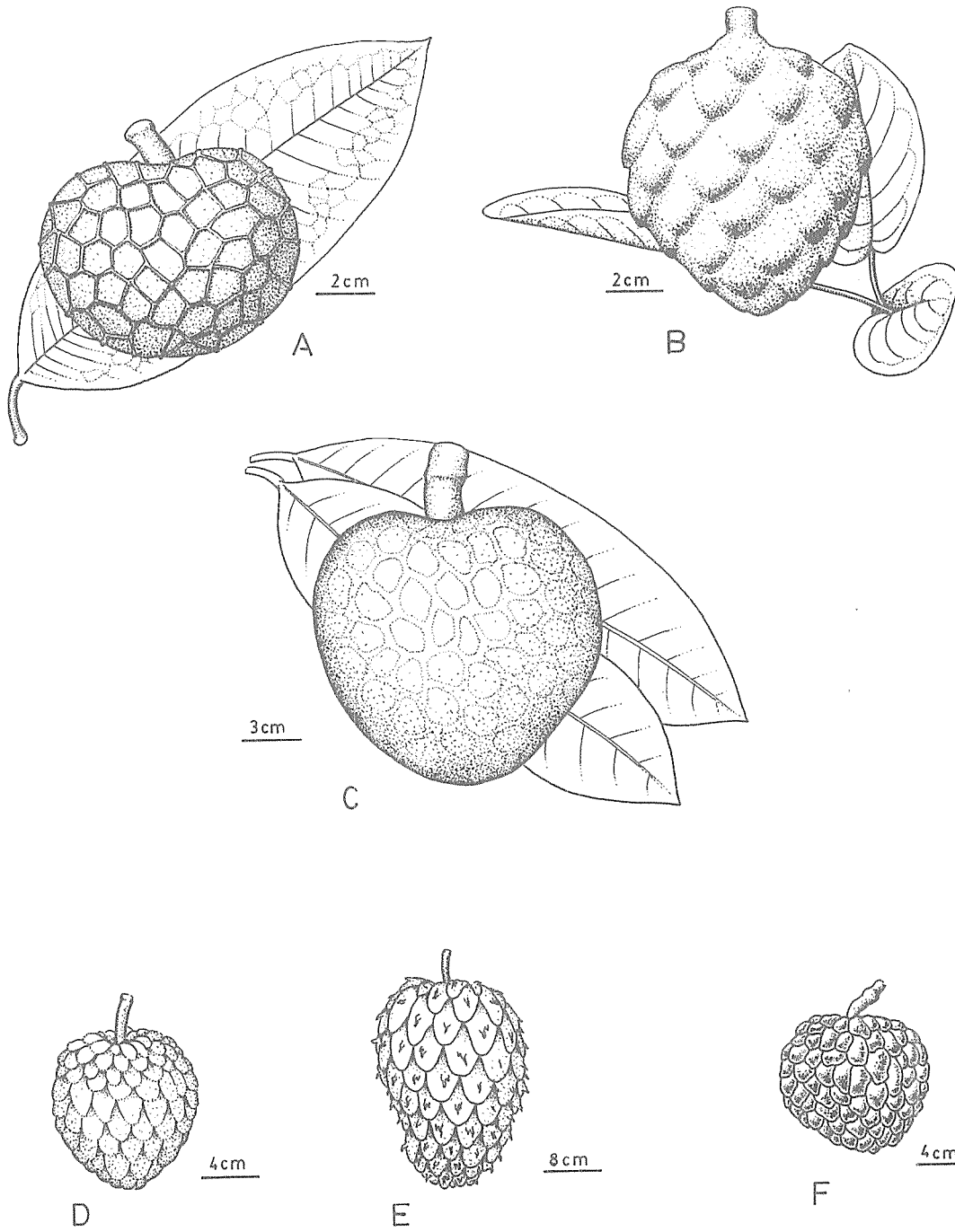
Este frutal, muy estimado en su área de origen, no se ha desarrollado como merece por tratarse de una especie plantada prácticamente sólo por los indígenas. Aunque es muy apreciada y bien pagada en los mercados de Guatemala, su cultivo no atrae a otros propietarios agrícolas, ni éstos consiguen créditos de los bancos sobre estos árboles, pero sí los obtienen para frutales exóticos. Otros factores que ayudan a marginarla son la baja productividad de los árboles; la dificultad de germinación de las semillas (aunque ya se conocen métodos para promover artificialmente la germinación), y la poca duración de la fruta en los mercados, 2-3 días a temperatura ambiente. Si se dejan madurar en el árbol, los frutos se rajan pero si se recogen en ese estado y se almacenan a temperatura normal, las rajadas se cicatrizan. En Guatemala se acostumbra recogerlos así rajados, madurándolos en cajones u otros lugares cerrados.

Descripción botánica

Este árbol se distingue de las otras especies de anonas porque tiene dos clases de hojas, las corrientes obovadas, glabras, con pecíolo, y otras en forma de brácteas, redondas, caedizas, sin

FIGURA 7

Anonas: A. *Annona scleroderma*; B. *A. diversifolia*; C. *A. reticulata*; D. *A. cherimola*; E. *A. muricata*; F. *A. squamosa*.



pecíolo, que crecen en la base de las ramillas. En el lado inferior de las hojas, ramillas y frutos, la superficie tiene un aspecto pulverulento, blanquizco, que es más notable en las variedades de pulpa blanca. Las flores tienen tres pétalos externos, de 2-5 cm de largo, y tres internos diminutos; el color de las flores es una característica varietal y va de rosado a rojo púrpura. El fruto, de unos 12 cm de largo, tiene pulpa blanca, rosada o rojiza, con aroma típico y sabor dulce y exquisito, según la mayoría de las opiniones superior al de la chirimoya. Los frutos son muy resistentes, o tal vez completamente inmunes a los ataques del insecto perforador de las semillas.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

La ilama crece en la vertiente del Pacífico desde el centro de México hasta El Salvador, entre 0 y 1 800 m, pero se siembra más intensamente entre los 200-600 m en el suroeste de Guatemala. Esta región tiene una estación seca marcada (diciembre-marzo), con lluvias entre 1 000-1 400 mm, y suelos volcánicos muy fértiles.

Diversidad genética

Se cultiva sólo en huertos de pocos árboles, y se nota una amplia variabilidad. Esta se expresa especialmente en características de los frutos: color, como se mencionará en la enumeración de cultivares; textura, que puede ser desde ligeramente pastosa a jugosa, suave o con concentraciones de granos más duros; y sabor dulce, con aroma típico.

Cultivares

- ‘Fairchild’, ‘Rosendo Pérez’, ‘Guillermo’ y ‘Gramajo’ tienen frutos de cáscara gruesa, verde grisácea, con aréolas prominentes redondas y pulpa rosada. ‘Rosendo Pérez’ y ‘Gramajo’ son de frutos grandes. (Estos cultivares han sido seleccionados para Florida.)
- ‘Imery’ (seleccionado en El Salvador), de frutos grandes con cáscara menos gruesa y prominencias bajas, verde-rosada (grisáceo-café en la madurez), tiene la pulpa rosada, con manchas más intensas.
- ‘Pajapita’, también con superficie suave, rosada (café cuando está madura), tiene pulpa rosada brillante.
- ‘Nilito’ tiene la superficie ligeramente irregular, verde azulada, y pulpa roja.
- ‘Román’, de frutos más pequeños, con cáscara dura, verde azulada con manchas rosadas, y pulpa purpúrea.
- ‘Genova white’ tiene la cáscara verde blanquizca, suave y delgada, y pulpa blanca.
- ‘Efrain’ tiene hasta 200 frutos por árbol.

En los mercados de Guatemala se vende una ilama de fruto verde azulado, con marcas arremolinadas como una pintura de Van Gogh, y pulpa rojo brillante, deliciosa, que se separa fácilmente de las semillas. No han sido estudiados aún los árboles de los que proceden esas frutas.

La única región que se ha evaluado en erosión genética es el suroeste de Guatemala, donde no parece ser. No existen bancos de germoplasma, ni se conocen técnicas de conservación fuera de colecciones vivas. El área más prometedora para futuras exploraciones es el suroeste de Guatemala, y en México el estado de Chiapas.

Prácticas de cultivo

La ilama sólo se cultiva junto con otros frutales, en los patios de las casas o en pequeñas fincas de los indígenas. Se propaga siempre por semilla, que tiene un período largo de latencia, difícil de interrumpir. La semilla no se debe sembrar sin tratamiento previo para interrumpir la latencia, como remojarla en una solución de ácido giberélico, exponerla al sol, sumergirla en agua caliente o almacenarla por 2-3 meses.

Perspectivas de mejora y limitaciones

En esta especie es urgente trabajar en los siguientes aspectos:

- propagación vegetativa, por injerto, de las mejores variedades, utilizando diversos patrones y métodos de injerto;
- interrupción eficaz de la latencia de las semillas;
- recolección y manejo comercial de la fruta;
- aumento del período de producción (julio-agosto) seleccionando variedades tempranas y tardías;
- establecimiento de bancos de germoplasma por lo menos en localidades de la zona pacífica de América Central o México;
- intensificación de la exploración de áreas productoras en México, Guatemala y El Salvador;
- hibridación con otras especies de *Annona*, para la producción de híbridos de mayor adaptación;
- investigación de una especie silvestre afín: *A. macrophyllata*, de Guatemala y El Salvador, como patrón;
- investigación de la posibilidad de que la ausencia de micorrizas u otros factores del suelo sean responsables del escaso crecimiento de esta especie en otras regiones de Mesoamérica con clima y suelos favorables, y del uso posible del injerto en estos casos.

Annona reticulata

Nombre botánico: *Annona reticulata* L.

Familia: Anonáceas.

Nombres comunes: cahuex, pox, qualtzapotl, tzumuy; **castellano:** anona, anona colorada, anona rosada, corazón; **portugués:** coração de boi; **inglés:** bullock's heart, custard apple.

Aunque se dice que esta especie es nativa de las Antillas, la presencia en Guatemala y Belice de

una variedad silvestre, *A. reticulata* var. *primitiva*, y de una variabilidad muy amplia de cultivares indica que esta zona puede considerarse como el área de origen de la especie. Se ha introducido en otras regiones de los trópicos americanos y del sureste de Asia, sin que haya llegado a alcanzar una importancia comparable a *A. cherimola* y *A. squamosa*.

Entre las causas de su marginación actual, dos parecen ser las más notables: la reproducción por semilla, que lleva a que muchos árboles produzcan frutos muy inferiores; y el ataque del perforador de la semilla, que deposita los huevos en los frutos tiernos. Cuando se desarrolla el insecto adulto, perfora túneles a través de la pulpa provocando infecciones micóticas y el deterioro consiguiente de la fruta.

Lo que más atrae de esta especie son los frutos de sabor muy agradable, generalmente dulce y cremoso, el volumen ocupado por la cáscara y la semilla, relativamente pequeño, y el que la planta no es demasiado exigente en cuanto a suelos.

Descripción botánica

Arbol bajo, de copa abierta e irregular, con hojas delgadas y glabras, en algunas variedades largas y estrechas, de 10-20 × 2-7 cm, rectas y agudas en el ápice; en otras arrugadas y hasta de 10 cm de ancho. Las flores por lo común en grupos de 3 ó 4, con los tres pétalos externos largos y los tres internos muy pequeños. El fruto es acorazonado o esférico, de 8-15 cm de diámetro; la pulpa variable según el cultivar, desde jugosa y muy aromática, hasta dura y de sabor repulsivo. Alta variabilidad en la presencia de grupos de células duras, como granos de arena. El color externo e interno varía según el cultivar.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Annona reticulata crece en América Central en las áreas de estaciones alternas, entre 0-1 500 m, y se ha extendido a América del Sur. Pero es en la

primera donde se encuentran las variedades que antes se habían clasificado como especies: *primitiva*, ya mencionada, y *lutescens*, la anona amarilla, que crece de México a Costa Rica.

Diversidad genética

En Florida (Estados Unidos) se han seleccionado cultivares superiores, en especial de Belice y Guatemala. Difieren en caracteres del fruto y aun en su compatibilidad con patrones.

- ‘Tikal’ es de calidad excelente y producción mediana. La pulpa es roja brillante, excepto en las áreas blancas que rodean las semillas.
- ‘Canul’, de frutos medianos, con la superficie roja oscura cerosa y brillante y pulpa rojo púrpura, muy aromática, deliciosamente dulce, con pocas concreciones de células duras.
- ‘Sartenaya’, frutos medianos, con la superficie roja y cerosa, brillante y pulpa rosada de magnífico sabor y textura. Aunque los frutos no son tan atractivos en aspecto como los de los dos cultivares anteriores, el árbol es más robusto.
- ‘San Pablo’, frutos alargados y grandes, con superficie opaca rojo claro. La pulpa es rosado oscura, de buen aroma y sabor. Es un cultivar vigoroso y productivo.
- ‘Benque’, frutos grandes, cónicos, con la superficie roja oscura y pulpa rosado oscura y de muy buen sabor.
- ‘Caledonia’, fruto pequeño, con la superficie oscura, muy atractiva a cochinillas (*Phyllophedra*), que no son comunes en otras variedades; la pulpa es rosada y de excelente sabor.
- ‘Chonox’, frutos medianos con cáscara roja y pulpa rosada, jugosa, de muy buen sabor; es muy productivo y por eso a menudo tiene frutos de baja calidad. Produce abundantes flores en grupos de hasta 16.

De las anonas amarillas no se han hecho selec-

ciones. Aparentemente no hay grandes riesgos de erosión genética. Es posible que una exploración más intensa en Belice, Guatemala y El Salvador permita encontrar nuevos cultivares.

Prácticas de cultivo

Se propaga generalmente por semilla, cuya germinación va de baja a mediana. El injerto se realiza habitualmente sobre patrones de la misma especie. La recolección se hace siguiendo las normas de cambio de color en los frutos, pero en algunos cultivares eso no sucede y es al tacto como se determina el estado de madurez. La cáscara es muy delgada y el manejo de la fruta debe ser muy cuidadoso. La mayor parte de los frutos se producen para el consumo familiar, y fuera de Guatemala no es común encontrarlos en los mercados. El futuro comercial de esta especie depende de dos factores: uno es establecer árboles injertados, sembrando cultivares de frutos de alta calidad, buena apariencia y alta producción, y el otro es adoptar prácticas de control utilizando sacos protectores, o erradicando el insecto perforador de la semilla.

Annona scleroderma

Nombre botánico: *Annona scleroderma* Safford.

Familia: Anonáceas.

Nombres comunes: cawesh, cahuex, poshté; *castellano:* chirimoya, anona del monte.

Este es uno de los frutales menos conocidos del género, cultivado principalmente en el suroeste de Guatemala, notable por la estructura de la fruta que, a diferencia de las otras anonas cultivadas, tiene cáscara muy correosa, lo que permite manejarla mucho más fácilmente y la hace resistente al ataque de insectos. La fruta se corta y la pulpa se puede extraer con una cuchara. El valor potencial está en su pulpa de alta calidad, cáscara dura y alta

producción. Podría llegar a ser un artículo de exportación y de gran consumo local.

Sin embargo, la altura del árbol, que no facilita la recolección de los frutos, el ataque del que éstos son objeto por los pájaros y la defoliación causada por el viento cuentan como factores negativos que perjudican la explotación de esta especie.

Descripción botánica

Annona scleroderma es un árbol alto, que alcanza 15 a 20 m, con hojas duras, lanceoladas, de 10-25 × 5-8 cm, brillantes en el lado superior, un poco pubescentes en el inferior; pecíolos largos de 3 cm y quebradizos. Flores amarillo verdosas, pétalos externos con una prominencia longitudinal, que nace en las ramillas o en grupos, en la parte vieja de las ramas gruesas. Frutos en grupos compactos, esféricos, de 5-10 cm de diámetro, desprendiéndose generalmente maduros, sin cambios notables de color. La pulpa, crema, es de sabor agrio-dulce y textura blanda.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Aparentemente esta especie crece silvestre en la vertiente atlántica de Campeche a Honduras, pero sólo se cultiva en el suroeste de Guatemala, entre 300-1 000 m en la vertiente pacífica. En esta zona, llamada la Bocacosta, con suelos volcánicos muy fértiles, hay una corta estación seca, y cerca de 4 000 mm de lluvia. La fructificación se produce entre finales de diciembre y abril, con un máximo hacia comienzos de febrero.

Diversidad genética

El carácter de variabilidad más visible está en la superficie del fruto. Generalmente las aréolas están marcadas por bordes elevados que forman un hexágono. En algunas variedades los bordes están reducidos a una red de líneas café sobre una superficie verde y lisa; en otras hay una prominencia central en cada aréola; en ciertas variedades hay tanto bordes como prominencias bien

desarrollados, y otras tienen la superficie irregular y corrugada. Parece haber diferencias también en el grosor de la cáscara, que en promedio es de unos 3 mm, y en las variedades de cáscara lisa es un poco más gruesa y dura; las del Pacífico son verdes o verdes con manchas café, en las del lado atlántico la cáscara es más gruesa y de color verde rojizo. No se conocen cultivares fijados por propagación vegetativa. La erosión genética es evidente, por tratarse de un cultivo de área restringida, en una región muy poblada en que se requiere superficie para edificación o para sembrar más café. Árboles que se sembraron en cafetales han sido destruidos o deformados por producir mucha sombra, o porque los niños que recogen los frutos hacen daños en las fincas. La erosión genética es muy marcada en esta especie; no hay bancos de germoplasma, y se han introducido unas pocas plantas en Australia y Estados Unidos (Florida). Por eso es urgente recoger materiales en el suroeste de Guatemala (San Felipe, San Andrés Villa Seca, San Sebastián, Colomba, El Tumbador, etc).

Prácticas de cultivo

Las semillas frescas tardan cerca de un mes en germinar, igual si se recogen y secan el mismo día que si se almacenan en bolsas por una o dos semanas. No es necesario remojarlas ni darles otro tratamiento. Semillas que se almacenaron por 2-3 meses necesitaron cerca de 6 meses para germinar. En Australia, *A. scleroderma* crece bien injertada en patrones de *A. muricata* y de *Rollinia mucosa*. Al plantar material injertado se debe tomar en cuenta que los árboles probablemente deberían ser podados, de modo que quede una copa ancha que facilite la recolección de los frutos. Esto reduce también la exposición al viento y el daño por pájaros.

Es preciso estudiar la necesidad de sombra en las plantas jóvenes que parece favorecer el crecimiento. Sin embargo, los árboles al sol tendrían

un porte más bajo y compacto. Los árboles de semilla comienzan a producir alrededor de los 4 años, cuando alcanzan de 4-6 m de altura.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Las ventajas de *A. scleroderma* como fruta para el consumo local y exportación son su alta productividad, y el sabor y aroma de su pulpa no tan fuerte como en otras anonas, pero diferente y agradable. La pulpa crema o gris-crema, abundante, se separa fácilmente de las semillas; no tiene granos arenosos ni fibras que se adhieran a las membranas de las semillas. La cáscara gruesa y correosa no se raja y es muy resistente al ataque de insectos y al manejo ordinario de empaque y transporte.

Los aspectos que merecen un estudio detallado son:

- recolección y evaluación de material genético;
- propagación por injerto sobre patrones de la misma especie o de especies afines, para obtener árboles bajos y de copa abierta, que faciliten la recolección de los frutos;
- manejo de huertos pequeños o de cultivos interplantados;
- comercialización, ya que es una fruta «nueva» aun para los mercados de Guatemala;
- tecnología del empaque y transporte para prolongar el buen estado de la fruta y su aceptación en el mercado.

Bibliografía

- Ahmed, M.S. 1936. Pollination and selection in *Annona squamosa* and *Annona cherimola*. *Ministry of Agriculture Egypt Bull.*, 157.
- Campbell, C.W. y Popenoe, J. 1968. Effect of gibberillic acid on seed dormancy of *Annona diversifolia* Saff. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 11:31-36.
- Cañizares, J. 1966. *Las frutas anonáceas*. La Habana.
- Fairchild Tropical Garden. 1990. Annona issue. *Tropical fruitworld*, 1(4):93-131.
- Leal, F. 1990. Sugar apple. En *Fruits of tropical and subtropical origin*. Nagy, S., Shaw, P.E. y Wardowskz, W.F., eds. Lake Alfred, Florida, FSS.
- Lizama, L.A. y Reginato, G. 1990. Cherimoya. En *Fruits of tropical and subtropical origin*. Nagy, S., Shaw, P.E. y Wardowskz, W.F., eds. Lake Alfred, Florida. FSS.
- Morton, J. 1987. *Fruits of warm climates*. Greensboro, N.C., Media Inc.
- Popenoe, W. 1920. *Manual of tropical and subtropical fruits*. Nueva York. Macmillan.
- Safford, W.E. 1912. *Annona diversifolia*, a custard-apple of the Aztecas. *J. Wash. Ac. Sc.*, 2: 118-125.
- Safford, W. E. 1914. Classification of the genus *Annona* with descriptions of new and imperfectly known species. *Contr. U.S. Nat. Herb.*, 18(1):1-68.
- Sanewski, G.M. 1988. *Growing custard apples*. Queensland Dep. Prim. Ind. Ser.
- Schwarzenberg, C. 1946. Polinización artificial del chirimoyo. *Agric. Tec. (Chile)*, 4:156-172.

Amarantos de grano (*Amaranthus* spp.)

Amaranthus cruentus

Amaranthus hypochondriacus

Nombres botánicos: *Amaranthus cruentus* L.,
A. hypochondriacus L.

Familia: Amarantáceas.

Nombres comunes: alegría, huautli (México),
bledos (México, Guatemala), amaranto.

Dentro de la gran diversidad genética existente en Mesoamérica, centro de origen y dispersión de numerosas especies, los amarantos ocupan un lugar preferente. Constituyeron una de las cinco plantas esenciales en la alimentación básica de las civilizaciones prehispánicas mesoamericanas, a la vez que parte esencial de los tributos aztecas.

Resulta difícil clasificar al amaranto en uno solo de los tres grandes grupos de alimentos vegetales habitualmente reconocidos por los especialistas en nutrición: *a*) cereales y tubérculos ricos en hidratos de carbono; *b*) leguminosas y otras fuentes de proteína vegetal; *c*) frutas y verduras ricas en hierro y vitaminas, especialmente A y C. Efectivamente, los amarantos participan de los tres, pues además de ser aprovechados como verdura por sus hojas, el principal interés de su cultivo y uso está en sus semillas, que amén de hidratos de carbono, contienen entre un 12 y 16 por ciento de proteínas, con un alto contenido en lisina.

Los hallazgos arqueológicos efectuados en Tehuacán, Puebla, México, muestran que fueron ya

cultivados hace más de 6 000 años. Bajo la cultura azteca, en el valle de Anáhuac, alcanzaron su máxima utilización. Su cultivo empezó a decaer en la época de la Colonia. El huautli estaba tan arraigado en la alimentación, la religión y las faenas agrícolas del México precortesino que incluso a un pájaro que visitaba sus semillas en el tiempo de la cosecha se nombraba *uauhtotl*, que procede de *huauhtli* y de *tototl*, pájaro. Una bebida (atole) que se preparaba con agua y harina de *huauhtli*, la llamaban *uauhatolli* y la masa de harina rellena con su misma hoja, *huauquiltamalimaliztli* (manjar de tamales de bledos). Las prácticas de su cultivo también tenían una nomenclatura especial. Así, *uauhteca* era la siembra de sus semillas, *uauhpuztequemi* su cosecha, y el nombre de la semilla sin descascarillar, *uauhtlipolocayo*. En la religión azteca, había meses señalados en los que se elaboraba con la harina de las semillas del huautli y con la miel de maguey una masa llamada *tzoalli* con la que se moldeaban, según la festividad mensual de que se tratara, diferentes figuras, desde pequeñas pirámides a imágenes de ciertas deidades de los montes. Estos ídolos se repartían en pedazos entre los asistentes y así eran consumidos. Este tipo de ceremonias pareció a los ojos de los colonizadores similar a la eucaristía cristiana, por lo que fue perseguido su cultivo y prohibido su consumo. Realmente, fueron varios los factores que actuaron sinérgicamente en la reducción del cultivo del huautli, principalmente su sustitución por otras especies de grano, introducidas desde el Viejo Mundo; la falta de aprecio o el disgusto a causa de su sabor, y motivos religiosos.

Los autores de este capítulo son G.A. Itúrbide (Instituto Politécnico Nacional, Durango, México) y M. Gispert (Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., México).

Los dos primeros han sido fácilmente comprobados, pero la demostración del tercero no ha sido tan evidente por lo sutil de su origen. Sin embargo, a través de los cronistas, especialmente de los religiosos, se pueden encontrar suficientes pruebas de esta causa. Las referencias al carácter diabólico del amaranto son constantes. Las dos menciones directas respecto a la prohibición de su cultivo fueron hechas por fray Bernardino de Sahagún, en 1570, y por Ruiz de Alarcón, en 1626.

Sahagún escribe, en la *Historia general de las cosas de la Nueva España*, al final del Primer Libro, que trata de los dioses que adoraban los aztecas: «... si sabes que hay alguna cosa entre estos naturales tocante a esta materia de la idolatría des luego noticia a los que tienen cargo al regimiento temporal o espiritual para que con brevedad se remedie. (...) No se debe tener por buen cristiano al que no es perseguidor de este pecado y sus autores por medios lícitos y meritorios. (...) Suficiente se ha mostrado por el texto de la Sagrada Escritura la gran malignidad de la idolatría y de los idólatras. (...) Otro desatino mayor que los demonios [sus dioses] que idolatraban era que a los “montes nublados”, los tenían por dioses, hacían unas imágenes de tzoatlí en forma humana, con ciertos colores pintados, las cuales llamaron “Tapictoton”, al acabar la fiesta dividían entre sí las imágenes y comíanlas...».

Un poco más adelante Sahagún describe la festividad del dios del fuego Xiuhtecutli, a cuya imagen le ponían todas las vestiduras del principal señor y colocando en su altar un trono, descabezaban en su presencia muchas codornices y «derramaban la sangre de ellas delante de él y también ofrecíanle copa [incienso] como a un dios y ofrecíanle unos pasteles que llaman quimaltemalli hechas de bledos (huautli) y estos mismos comían por su honra en todos los barrios en cada casa antes que los comiesen los ofrecían el fuego y antes de ofrecérselos no los comían...».

También al culminar la ceremonia de adoración del dios de la guerra Huitzilopochtli, como acto de purificación colectiva, los pobladores de la gran Tenochtitlán (hoy Ciudad de México) repartían y consumían porciones chicas de la masa de *tzoalli* que configuraba su cuerpo. A este culto se le llamaba *tecuelo* (dios comido).

Como puede verse, ciertos ritos de la religión politeísta de los antiguos mexicanos poseían una gran semejanza con la eucaristía cristiana.

En 1626, Ruiz de Alarcón refiere la rebeldía existente, aún en esa época, entre ciertos grupos de indígenas frente a la aceptación del cristianismo y la permanencia de ceremonias de idolatría y construcción de dioses con *tzoalli*. La persecución religiosa del consumo, y por lo tanto del cultivo de esta especie eran igualmente vigentes, como lo demuestra el siguiente párrafo del Capítulo III del *Tratado de las supersticiones y costumbres gentílicas que hoy viven entre los indios naturales desta Nueva España*, de Alarcón:

«La idolatría está en que en acción de gracias de que se haya sazonado, de lo primero que cogen bien molido y amasado, hacen unos ídolos de figura humana de tamaño de una cuarta de vara poco más o menos; para el día que los forman tienen preparado mucho de su vino y ya estando hechos los ídolos y cocidos los ponen en sus oratorios como si colocaran alguna imagen y poniéndole candela e incienso les ofrecen entre sus ramilletes del vino preparado para la dedicación (...) y sentados en rueda con mucho aplauso delante de dichos ídolos empieza su honra y alabanza (...) y en señal de sacrificio derraman de aquel vino (...) o parte o todo delante de los idolillos del hautli y esta acción llaman Tlatotoyahuahua. (...) Empero los dueños de los idolillos los guardan con cuidado para el día siguiente, en el cual todos juntos los de la fiesta en dicho oratorio, repartiendo los idolillos a pedazos como por reliquias se los comen entre todos. (...) Este

FIGURA 8

Amarantos de grano: A. *Amaranthus cruentus*; A1. fruto y brácteas; B. *A. hypochondriacus*; B1. fruto y brácteas.



hecho prueba muy bien las grandísimas ansias y diligencias del demonio, en continuación de aquel su primer pecado, origen de soberbia de querer ser semejante a Dios nuestro Señor (...) pues en lo que acabo de referir se ve tan al vivo envidiado y imitado el singularísimo misterio del Santísimo Sacramento del Altar, en el cual recopilando nuestro Señor los beneficios de nuestra redención dispuso que verdaderísimamente le comiésemos y el demonio, enemigo de todo lo bueno, aliña como estos desventurados le coman, o se dejen apoderar de él comiéndole en aquellos idolillos.»

En el famoso centro ceremonial de Monte Albán en Oaxaca, al descubrir la tumba siete se encontró una pieza única, un cráneo humano cubierto con un mosaico de turquesas. Inicialmente se pensó que la base utilizada para su incrustación era una resina, pero más tarde se ha demostrado que la amalgama era *tzoalli*, que cumpliría además de la función escultórica otra religiosa y purificadora.

Además de la cultura nahua, otras muchas hicieron del huautli su alimento ritual en ofrendas o en la confirmación de sus dioses, como los tepehuanos, mayas, tarahumaras, yaquies... Los coras lo denominan *bé-be* y los huicholes *wa-ve*. Los huicholes y los purepechas manufacturaban galletas con figuras de animales. Esta última etnia las llamaba *tuycen*.

De la forma de preparación del *tzoalli* o *tzoale*, es decir la mezcla de harina de huautli con miel de maguey, procede la elaboración actual de la alegría, golosina que desde hace aproximadamente dos siglos se vende constantemente en las ferias, dulcerías y calles de México. El cambio que se introdujo para no recordar al *tzoale* fue sustituir la harina por semilla reventada, formando también con miel una pasta. La forma de preparar el dulce es sencilla. La semilla se revienta calentándola y se le agrega jarabe hecho de azúcar de caña; la mezcla se pone en moldes de 80 x 50 x 4 cm, se compacta y se corta en bloques. También se hacen

galletas cilíndricas. A veces el dulce se empaca en bolsas de plástico, lo que permite conservarlo higiénicamente y mantenerlo en buenas condiciones durante varios meses.

Aunque la confección del dulce de alegría es el principal uso del amaranto, en menor escala y en algunas regiones se utiliza en la preparación de atole, pinole, tamales, *chuales*¹, dulce y nieves. Se adiciona también en mezcla de harina para fabricar pasteles, «panqués», y las hojas tiernas se utilizan en sopas. Hay formas de consumo a las que podría incorporarse el amaranto, tales como los atoles, leche o panes que se sirven habitualmente en los desayunos escolares. Esta sería una forma rápida de extender su uso. Otra podría ser la de incorporar el amaranto a las tortillas de maíz, alimento de uso general en Mesoamérica o en mezclas con otras harinas a fin de enriquecerlas en proteína. Es muy prometedor el desarrollo agroindustrial que puede llevarse a cabo con este cultivo, ya que el amaranto tiene una gran versatilidad en su utilización, sea en forma de harina, pastas para sopas, repostería, extracción de lisina y triptófano y como cereal. A este fin se necesita llevar a cabo investigaciones agronómicas y disponer de maquinaria para conseguir un desarrollo industrial y un manejo del huautli comparables a los del maíz.

Las semillas de huautli se utilizan para harina (en la confección de tortillas, pinole, pasteles, pastas, galletas, atole, «agua fresca», tortitas saladas, dulces, pan, acalgamas y empanizado), reventadas (en dulce de alegría, cereal y confituras) y para extraer el aceite escualeno (para la confección de cosméticos).

Las hojas se consumen en sopas, potajes, concentrados proteínicos, colorantes, laxantes y como

¹ Del náhuatl *tzohualli*, la pasta ritual hecha de semillas de amaranto por los aztecas; es una clase de tamal que se consume cerca de Ciudad de México, en días de festividad religiosa.

verdura. Las inflorescencias sirven de ornato, y los tallos de alimento animal y combustible.

Actualmente, las principales zonas de cultivo en México se encuentran en los estados de Guerrero, México, Michoacán, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Oaxaca. Se siembra predominantemente *A. hypochondriacus*, en condiciones de temporal, en áreas pequeñas, con semilla mezclada de variedades diferentes, como se hace con el maíz, a fin de asegurar la cosecha. En Guatemala se siembra principalmente *A. cruentus*, en condiciones similares de cultivo, en los departamentos de Guatemala, Chimaltenango y Alta Verapaz.

En los últimos años se ha registrado en México un gran avance en la industrialización del grano de amaranto, que se empaca en diferentes formas para su consumo como alimento. También se utiliza como almidón en la industria farmacéutica. En Guatemala, el INCAP edita la revista *El amaranto*, que trata de los aspectos agrícolas y nutricionales de esta planta.

Como consecuencia del creciente interés mundial por este cultivo, se organizó el Primer Congreso Mundial del Amaranto, que se celebró en Oaxtepec, Morelos, México, en septiembre de 1991 con la participación de especialistas de Argentina, Bolivia, Cuba, China, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, India, Japón, Kenya, México, Perú y Venezuela. En el congreso se expusieron los últimos avances en el cultivo y utilización y se creó una red internacional de especialistas en amaranto.

Descripción botánica

Los amarantos son hierbas anuales, hasta de 3,5 m de alto, con hojas de elípticas a ovado-oblongas y lanceoladas, con ápice de agudo a acuminado. En *Amaranthus hypochondriacus* las inflorescencias son muy grandes y ramificadas, de color uniforme, verde o rojo, con muchas flores que tienen brácteas agudas, lo que da una sensación de aspereza al tocarlas. En *A. cruentus*, las plantas

son de menor tamaño, hasta de 180 cm, con inflorescencias verdes o rojas, a veces manchadas y suaves porque las brácteas no son agudas. Las semillas son de color muy variable.

Las inflorescencias son de color y desarrollo variable, con tendencia a ser más erectas en *A. hypochondriacus* y algo más péndulas en *A. cruentus*.

Germinación epigea; las plántulas emergen a los 3-4 días de la siembra, a los dos meses y medio comienza a aparecer la panícula y más tarde se produce la floración. Las semillas no presentan problemas de dormición, y conservan su viabilidad a temperatura ambiente durante más de cinco años, con tal de que su humedad sea inferior al 5 por ciento.

Si hay mecanismos de dormición en la semilla éstos se dan principalmente en las especies silvestres. Las malezas de amaranto tienen mecanismos defensores: panículas espinosas, semillas con testa gruesa y pruinosa que permiten la germinación en años posteriores.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Las especies de *Amaranthus* cultivadas en Mesoamérica se localizan principalmente entre 1 000-1 500 m. El amaranto se desarrolla mejor en suelos de textura franca y franco-arenosa, y en general no tolera los suelos arcillosos, ya que éstos absorben demasiada humedad. En zonas de clima subtropical, es posible obtener dos cosechas al año, sobre todo en campos de cultivo que cuentan con riego.

En las zonas templadas, las áreas cultivadas están supeditadas en su mayoría al inicio del temporal en los meses de mayo a junio, con un promedio de 500-800 mm de precipitación anual. Los rendimientos en grano varían de 800-1 200 kg/ha, aunque es posible aumentarlos incrementando las densidades de población y utilizando fertilizantes. Experimentalmente se han obtenido en Durango, México, promedios de 1 500-3 000 kg/ha de grano,

utilizando riegos de auxilio al inicio de la siembra.

Diversidad genética

Existe una amplia variabilidad en *A. hypochondriacus*, ya que es posible encontrar cultivares criollos con panojas rojas, verdes o rosadas; la semilla puede ser crema, blanca, dorada o negra. La coloración de las hojas coincide con la de las panojas. Sin embargo en el tallo se dan tonalidades diferentes. Los cruzamientos entre cultivares de *A. hypochondriacus* son viables, aunque éstos sean autofértiles; lo mismo sucede con *A. cruentus*. En esta especie se encuentran diversos colores de panojas: rojo, verde, anaranjado, rosado y bicolor (rojo y verde). La coloración de las hojas y los pecíolos coincide con la de la panoja y en algunos casos el tallo tiene un color similar; la semilla puede ser blanca, crema transparente o dorada. Los cruzamientos interespecíficos han resultado viables, lo que sugiere que la coincidencia en la floración puede producir híbridos.

Hasta ahora hay sólo unas pocas variedades de amaranto mejoradas en Mesoamérica. En México, el INIFAP-CIFAP obtuvo la variedad 'Revancha' que se cultiva en los valles altos. El CIIDIR-IPN, Unidad Durango, ha obtenido cinco selecciones de *A. cruentus* y tres de *A. hypochondriacus*, con diferentes características y ciclos de cultivo.

La utilización de nuevas áreas de cultivo y la introducción de cultivos más rentables, así como áreas dedicadas a la ganadería, causan erosión genética. Por eso es necesario recoger germoplasma en las principales zonas de producción, sobre todo de los cultivares criollos que pudieran dejar de cultivarse. La formación de bancos de germoplasma es una tarea que requiere de acciones rápidas; a ella ya se dedican el INIFAP y la Universidad de Chapingo. Es urgente que se unan más instituciones con este propósito.

El programa CIIDIR-IPN, Unidad Durango, inició, en 1984, una serie de ensayos agronómico de evaluación de germoplasma y mejora genética de cultivares criollos para las regiones semiáridas; en el futuro se propone establecer un banco de germoplasma. Las zonas de prospección deberán abarcar la altiplanicie mexicana: Chihuahua, Sonora, Durango, Sinaloa, regiones aún poco exploradas, y los estados del centro y sur que aún no han sido objeto de exploración en su totalidad.

Prácticas de cultivo

El cultivo del amaranto se lleva a cabo de dos maneras: mediante almácigos, en la zona de chinampas (centro de México), y mediante siembra directa.

Almácigo. En los siglos XIV a XVI, el huautli se cultivaba en el valle de México en chinampas. Las prácticas agrícolas que se utilizaron en aquellas épocas todavía se mantienen en algunas localidades cercanas al lago Xochimilco (Tulyehualco, Tláhuac, Mixquic). Consisten en la preparación de almácigos y su posterior trasplante. Los pasos a seguir son los siguientes:

Construcción de camellones. Los camellones pueden medir de 11 a 20 m de largo por 1,5 m de ancho, según la cantidad de plantas; el desnivel respecto a la chinampa es de 10 cm.

Trazo de chapines o almácigo. El camellón se cubre de lodo extraído del fondo del agua que rodea a la chinampa, hasta alcanzar el nivel del terreno, o sea de un grosor de 10 cm. Este lodo, que es el principio agrícola de la chinampa, es muy rico en materia orgánica, pues en él se depositan todos los restos micro y macroorgánicos del lago y sus alrededores.

Una vez extraído y colocado el lodo en los camellones se deja que evapore («escurra») el exceso de agua, por exposición al sol. Cuando la consistencia es la apropiada, se corta a lo largo y a lo ancho, formando pequeños cuadrados de

4 × 4 cm («chapines»), u ocasionalmente «tepehuales», cuadrados más grandes de 20 × 20 cm, que pueden incluir hasta cinco chapines.

«*Ensemillado*». A los chapines se les hace un orificio de 1 cm de profundidad, empleando para ello el olote de una mazorca de maíz o bien un dedo. En cada agujero se depositan de 6 a 8 semillas. Después se cubre el chapín o almácigo con estiércol seco de caballo, que es el preferido por ser el más ligero.

Destape del almácigo. Al tercer día de germinación de la semilla, cuando la plántula alcanza de 3 a 9 mm, se destapa el almácigo, es decir se retira el estiércol, para que la plántula crezca sin obstáculos.

Realización de acomanas. Destapado el almácigo, las plántulas permanecen en él durante un mes, creciendo aproximadamente de 5 a 10 cm. En este tiempo se empiezan a separar del suelo y entre ellas mismas. Las acomanas se practican con el fin de que las plantas no enraícen en el camellón y detengan momentáneamente su crecimiento, dando tiempo a que llegue la temporada de lluvias (junio-septiembre).

Enhuacalado. Dependiendo del comienzo de las lluvias, los chapines se colocan en un «huacal» de madera (angarilla formada de maderos delgados para trasportar objetos), para evitar que las plántulas se maltraten o rompan durante su traspaso al terreno de cultivo.

Trasposición. Es una faena que requiere al menos cuatro personas. Una de ellas surca el terreno para que la tierra húmeda quede abajo; otra quita las plántulas: «capa» para dejar dos o tres por chapín. Los chapines se ordenan en una penca de maguey que se amarra por un extremo a la cintura y por el otro se sujeta con una mano, o bien se utiliza un huacal colgado del hombro, para que una tercera persona deje caer, «tirando planta» cada 60 u 80 cm, un chapín en la parte inferior del surco; una cuarta arregla el chapín para que la planta quede erecta, apretando la tierra a su alre-

dedor con las manos o los pies, finalizando así la tarea de trasponer.

Trilla. Se cortan las plantas a 10 ó 20 cm de la superficie del suelo, formando gavillas de 10 a 15 plantas, que se dejan secar durante 15 días. La trilla comienza cuando se ponen «brazadas» de la planta seca en una lona extendida en el terreno, para realizar el tradicional «baile», que consiste en pisar una y otra vez las panojas, hasta conseguir que las semillas se desprendan. Las que no lo logran son sometidas a un posterior tratamiento: azotar con más fuerza la panícula con una cuerda.

Limpieza de la semilla. Se fabrica un cernidor con un costal de lazo, sujeto por las cuatro esquinas a cuatro troncos. En él una persona vierte cubetas con semillas, en tanto que otra con una mano las va moviendo circularmente, para que pasando por las aberturas del saco caigan hacia abajo. Al mismo tiempo, la primera persona las abanica con un sombrero para que el aire las acabe de limpiar.

En la actualidad, a estas prácticas ancestrales se han añadido otras, como la fertilización y la trilla, que ha dejado de ser manual.

Almacenamiento. La forma más antigua que se conoce para almacenar el huautli es su conservación en depósitos contruidos bajo tierra. También se usaban ollas de barro (*cuexcomates*) de gran tamaño (2,5 m de ancho por 2,5 m de alto, con paredes de 10 a 12 cm de grosor). Otros dispositivos empleados eran las trojes, los sincolotes (graneros) o los huacales. En el presente, todavía se emplean estos depósitos, pero es más frecuente el ensilado en sacos de unos 50 kg, o construir cuartos de cemento con piso y lodo que impidan el paso de la humedad. No obstante, las semillas del huautli pueden permanecer en lugares secos y bien ventilados almacenadas por más de 10 años.

Siembra directa. En Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Morelos y Guerrero es más común la siembra

directa, que se efectúa en el lomo del surco a chorro, al inicio de las lluvias. Posteriormente se practica el raleo de las plantas, que es más fácil de hacer cuando miden de 10 a 15 cm de altura. En general las prácticas culturales son similares a las que se utilizan en el cultivo del maíz: aporcadura, fertilización en dos etapas y escarda de malezas.

La cosecha en esas áreas de cultivo es similar a la del valle de México. En los meses de septiembre a octubre las panojas se cortan, y una vez secas todas las hojas del tallo se forman montones para golpearlas y desprender las semillas, que después se criban y se limpian. Los rendimientos que se obtienen en general varían entre 800 y 1 500 kg/ha.

Perspectivas de mejora y limitaciones

En Mesoamérica se requiere investigar tanto los aspectos básicos de este cultivo como el desarrollo de tecnologías agropecuarias para las áreas actualmente en producción y para las de expansión futura (zonas semiáridas del norte de México). Será necesario también promover el consumo a nivel local y de exportación. Es fundamental poner en práctica un programa completo de investigaciones básicas, desarrollo de técnicas y materiales mejorados, campañas de propaganda del producto y de su valoración alimenticia. Sirva como ejemplo el caso del Perú, donde un programa de esta índole ha logrado elevar los rendimientos de 1 800 a 3 000 kg/ha y hasta 6 000 kg/ha en campos experimentales. Una labor de extensión complementaria se dedicó a las diferentes formas de consumir el producto y al embalaje para la exportación.

Entre los proyectos que se pueden desarrollar para el mejoramiento de la producción del amaranto en Mesoamérica se pueden considerar los siguientes:

- formación de bancos de germoplasma en las zonas actuales de cultivo (centro y norte de México, tierras altas de Guatemala), para

caracterizar y evaluar los cultivares criollos, y su selección preliminar;

- estudios de adaptación de cultivares a condiciones nuevas, especialmente a siembra y cosecha mecanizadas;
- desarrollo de nuevas prácticas de cultivo: distancia de siembra, fertilización, control de hierbas, enfermedades y plagas;
- desarrollo de maquinaria para condiciones de temporal y riego;
- trabajos de mejoramiento genético utilizando material nativo e introducido de otras áreas en que se cultiven las dos especies nativas, y de *Amarantus caudatus*;
- desarrollo de una campaña de información sobre el valor nutritivo del amaranto y de nuevas formas de utilización;
- estudios sobre el manejo del producto cosechado, su empaque, elaboración y mercadeo.

Las investigaciones aplicadas deberán tener un componente económico y social, para evaluar los resultados experimentales. Del punto de vista social, debe buscarse en el cultivo intensivo del amaranto una contribución al mejoramiento de la alimentación campesina, como se intentó hacer hace algunos años en Guatemala.

Bibliografía

- Alejandro Itúrbide, G. y Gómez, F. 1986. *Cultivo de amaranto en México*. Dpto de zonas áridas, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Alejandro Itúrbide, G. 1990. Cruzas interespecíficas en amaranto. *Memorias del Congreso Nacional de Fitogenética*. Cd. Juárez Chih., México.
- Alejandro Itúrbide, G. 1990. *Evaluación de germoplasma de amaranto*. Informe técnico. CIIDIR-IPN-Unidad de Durango, México.
- Bressani, R. 1991. Aspectos nutricionales del amaranto. *Memorias del Primer Congreso Internacional del Amaranto*. Oaxtepec, Morelos, México.

- Castilla Chacón, F.** 1980. *El amaranto*. Laboratorio de farinología CIAMEC, INIA, Chapingo, México.
- Espitia, E.** 1991. Recursos genéticos de amaranto (*Amaranthus* spp). *Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México*. Ortega Paczka, R. *et al.*, eds. SOMEFI, Chapingo, México, págs. 197- 216.
- Feine, L. et al.** 1979. Amaranth: gentle giant of the past and future. En *New agricultural crops*. Ritchie, G.A. ed., Boulder. AAAS Selected Symposium 38.
- Feine, L.** 1980. An ethnobotanical observation and collection of grain amaranths in México. *Proc. 2nd Amaranth Conf.*, págs. 111- 116.
- Jain, S. y Kulakow, P.** 1991. Genetic improvement of amaranth. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Amaranto*. Oaxtepec, Morelos, México.
- National Research Council.** 1984. *Amaranth: modern prospects for an ancient crop*. Wáshington. National Academy Press.
- Pal, M.** 1991. Development and use of amaranths in Asia. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Amaranto*. Oaxtepec, Morelos, México.
- Sánchez, M.A.** 1980. *Potencialidad agroindustrial del amaranto*. CEESTEM, México, D.F.
- Sauer, J.D.** 1950. The grain amaranths: a survey of their history and classification. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 37:561-632.
- Sauer, J.D.** 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 54:103-137.
- Saunders, R. y Becker, R.** 1984. *Amaranthus*: a potential food and feed resource. En *Advances in cereal science and technology*, vol. VI, págs. 357-396.

Zapote (*Pouteria sapota*)

Nombre botánico: *Pouteria sapota* (Jacq.)
H. Moore & Stearn.

Familia: Sapotáceas.

Nombres comunes: *castellano:* zapote, mamey zapoteo, mamey colorado, zapota grande; *francés:* grosse sapote, *inglés:* mamee sapota, marmelade plum.

El zapote (*Pouteria sapota*), originario de las partes bajas de América Central, es un frutal de polinización libre, multiplicado en general por semilla. Los frutos del zapote pueden ser comidos crudos o frescos y la pulpa se utiliza en la confección de jaleas, helados y jugos; cocinada puede constituir un sustituto aceptable del puré de manzana o usarse en pastelería.

Los análisis químicos muestran que por 100 g de pulpa de zapote se obtienen 65,6 por ciento de agua, 1,7 g de proteínas, 0,4 g de grasa, 31,1 g de carbohidratos, 2 g de fibras, 1,2 g de cenizas, 40 mg de calcio, 28 mg de fósforo, 1 mg de hierro, 115 mg de vitamina A, 0,01 mg de tiamina, 0,02 mg de riboflavina, 2 mg de niacina y 22 mg de ácido ascórbico.

El cultivo de esta especie tiene un mercado externo aún no satisfecho y puede jugar un papel importante como fuente de ingresos, a la vez de que puede contribuir a una adecuada composición de la dieta, particularmente de las poblaciones de bajos recursos, tanto urbanas como rurales.

En algunos lugares de Mesoamérica las semi-

llas molidas se utilizan para dar al chocolate un sabor amargo y aroma característico; en Costa Rica, se han usado para planchar ropa. En Guatemala y El Salvador el aceite contenido en la semilla se utiliza como tónico para la piel, para evitar la calvicie y reducir dolores musculares y afecciones reumáticas.

Este árbol produce látex, que es empleado como caústico para eliminar hongos de la piel. Con la madera del zapote, resistente y sólida, se pueden construir muebles u otros objetos que requieran maderas fuertes.

Desde el punto de vista ecológico, es de enorme importancia impulsar el cultivo de esta especie ya que permite ayudar a mantener la diversidad genética y evitar que algunos genotipos con valor potencial puedan desaparecer. El establecimiento de esta especie como cultivo en sistemas de producción tradicional permitirá mantener un desarrollo frutícola de gran sostenibilidad. El desarrollo agroindustrial se verá beneficiado con la producción de frutas de gran valor nutritivo y subproductos de alto valor agregado.

Descripción botánica

El árbol de zapote puede alcanzar hasta 20-25 m de altura; por lo común es de copa simétrica o irregular, de ramas gruesas y follaje denso. Las hojas son de formas ovadas o lanceoladas y se concentran en el ápice de las ramas. Las flores son pequeñas y casi sésiles, crecen en grandes cantidades debajo de las ramas nuevas y a lo largo de las ramas sin hojas. Cada flor consta de cinco estambres verdaderos y cinco falsos; el pistilo

posee un solo estigma y el ovario tiene cinco carpelos.

Los frutos pueden ser desde fusiformes, elongados, elipsoidales hasta esféricos, llegando a pesar hasta 3 kg en algunos genotipos. La cáscara es dura, rugosa y quebradiza, de color pardo rojizo. La pulpa varía en textura y color de rojo anaranjado o grisáceo; es aromática, dulce y suave en la madurez, comúnmente con algunas fibras dependiendo del cultivar. Por lo general el fruto contiene una o varias semillas. Estas son de tamaño grande, con los extremos agudos, de forma elipsoidal, de color café oscuro, lisa y brillante en el segmento dorsal y color canela en la parte ventral. Las semillas necesitan entre 40 y 70 días para germinar. Este proceso de germinación puede ser acelerado con sólo remover o escarificar la cáscara antes de la siembra.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Muy poco se ha escrito respecto a las condiciones climáticas, plagas y enfermedades y otros factores limitantes de la producción y productividad del zapote. No obstante, los factores que más importancia tienen desde el punto de vista ecológico son la altura, el suelo, la temperatura y la lluvia, ya que pueden limitar la zona para el cultivo y en gran parte se pueden considerar como los factores más críticos para su desarrollo. En algunos lugares, el viento puede ser el factor limitante de más importancia. De la humedad relativa puede depender la facilidad de propagación de algunas enfermedades e insectos.

El zapote se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 1 400 m. Crece en arcillas pesadas de Puerto Rico, en arcillas arenosas de Guatemala y hasta en los suelos arenosos de Florida, Estados Unidos.

Las características esenciales del suelo para el desarrollo óptimo del cultivo son la calidad del drenaje, profundidad, grado de acidez, fertilidad, nivel freático adecuado y permeabilidad mode-

rada. En las áreas tropicales existen muchos suelos con estas características. Sin embargo, las relaciones que guardan los factores del suelo con la potencialidad fotosintética de la planta de zapote son casi inseparables, razón por la cual la baja fertilidad de algunos suelos tropicales limita el rendimiento de esta especie.

El zapote no soporta temperaturas bajas, aunque éstas sean de corta duración. Dependiendo de la localidad, el zapote puede ser rentable si se siembra en zonas donde la temperatura no sea inferior a 15 °C. Las temperaturas extremas pueden afectar momentáneamente alguna de las funciones de cualquiera de los órganos del árbol. En las regiones donde mejor se produce el zapote, la temperatura promedio oscila entre 25 y 28 °C. En algunas plantaciones comerciales, como en León, Nicaragua, se consiguen buenos rendimientos y calidad de fruta con temperaturas entre 30 y 33 °C.

La cantidad de lluvia que satisface al cultivo de zapote oscila entre 800 y 2 500 mm; su mayor o menor cantidad dependerá del tipo de zona donde se explota el cultivo.

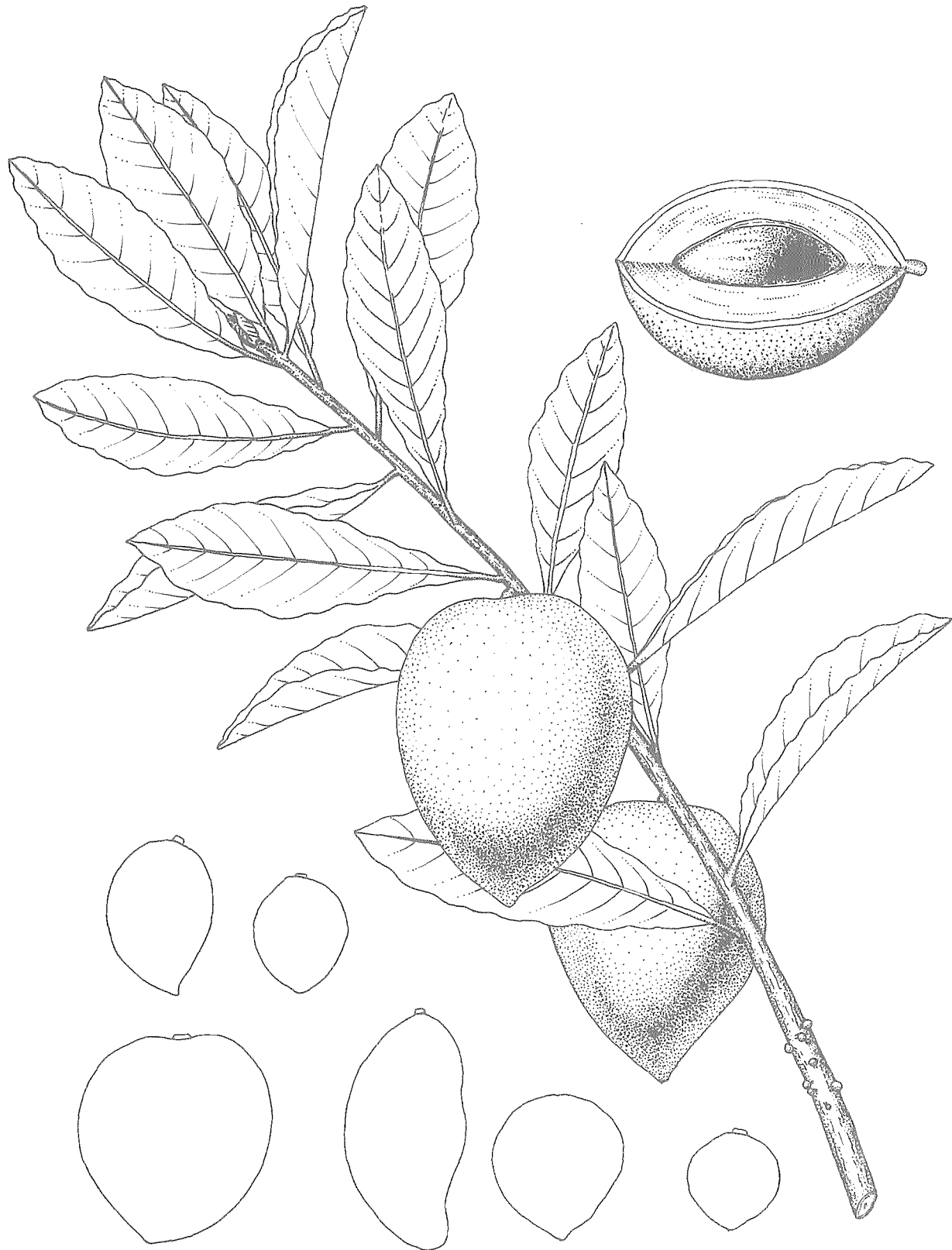
Si la época seca se prolonga en una zona determinada, la cosecha se puede concentrar en períodos cortos, mientras que en lugares donde la época seca no existe, se pueden obtener cosechas durante todo el año, con índices máximos de fructificación.

Diversidad genética

La voz zapote deriva del azteca *tzapotl*, nombre colectivo que se aplica a varias especies de frutas esféricas, dulces y con grandes semillas. La familia de las Sapotáceas incluye otras especies próximas de gran valor tales como el chicozapote (*Manilkara zapota*); el caimito (*Chrysophyllum cainito*); el canistel (*Pouteria campechiana*); el pan de la vida (*Pouteria hypoglauca*); el lúcumo (*Pouteria obovata*) y el caimo (*Pouteria cainito*).

FIGURA 9

Zapote (*Pouteria sapota*), detalles de sección y formas del fruto.



CUADRO 4 Características de los mejores cultivares de zapote en Florida, 1991

Cultivar	Época de la cosecha	Peso (g)	Color de la pulpa	Sabor	Rendimiento
'Abuela'	Octubre-noviembre	740 - 2 400	Roja	Excelente	Regular
'Area N° 3'	Julio-septiembre	400 - 740	Rosada	Bueno	Regular
'Chenox'	Mayo-junio	400 - 850	Rosada	Bueno	Regular
'Copán'	Julio-agosto	425 - 900	Roja	Excelente	Alto
'Flores'	Noviembre-diciembre	740 - 2 400	Roja	Excelente	Alto
'Florida'	Marzo-abril	400 - 1 130	Rojiza	Bueno	Alto
'Francisco Fernández'	Agosto-septiembre	560 - 700	Rojiza	Excelente	Regular
'Lara'	Agosto-septiembre	400 - 1 130	Rojiza	Excelente	Alto
'Magaña'	Abril-mayo	740 - 2 400	Rosada	Bueno	Alto
'Mayapán'	Julio-agosto	510 - 1 135	Roja	Bueno	Alto
'Navidad'	Diciembre	400 - 740	Salmón	Excelente	Alto
'Pace'	Marzo-abril	425 - 900	Salmón	Excelente	Alto
'Patín'	Julio-agosto	400 - 1 130	Rojiza	Excelente	Regular
'Piloto'	Agosto-septiembre	400 - 7 401	Rojiza	Excelente	Regular
'Tazumar' ¹	Enero-febrero	400 - 850	Rosada	Bueno	Alto
'Viejo'	Diciembre	400 - 500	Roja	Excelente	Alto

¹ Tiene una segunda cosecha entre julio y agosto.

En el tratamiento taxonómico más reciente, los zapotes incluyen tres especies: *P. sapota*, *P. viridis* y *P. fossicola*, pero se admite que hay grupos intermedios entre los tres (Pennington, 1990). Aunque existen diferencias morfológicas y en algunos casos de distribución geográfica, el valor de esos tres taxones sería, si se compara con otras especies frutales, de nivel varietal.

En Florida actualmente se explotan varios cultivares de zapote. Estos cultivares han sido objeto de breves descripciones (Campbell y Lara, 1982). En el Cuadro 4 se mencionan los 16 mejores.

Mucha de la variabilidad genética del género *Pouteria* se encuentra en las áreas forestales tropicales donde aún falta exploración. Estas regiones son poco accesibles, y en ciertos casos la existencia de grupos guerrilleros en las montañas dificulta la recolección de genotipos que pueden estar en proceso de erosión genética debido al abandono en que se encuentran. Por otro lado, el

desarrollo urbanístico acelera la pérdida de diversidad genética de esta y otras especies. Es sorprendente observar cómo se tumban diariamente árboles de gran valor, para instalar en su lugar edificios u otras construcciones en los mejores suelos de elevado potencial agrícola.

Los indios, en cambio, dejan los árboles de zapote al rozar la selva, y es frecuente en Guatemala encontrarlos en terrenos dedicados a milpas por largo tiempo.

La protección de los recursos genéticos, incluyendo como ejemplo la familia de las Sapotáceas, constituye una responsabilidad internacional. Los costos y las utilidades de dicha protección deberían compartirse de manera equitativa. Por lo general, muchos de los países con gran diversidad genética son países en desarrollo, por lo que no pueden permitirse sufragar por sí solos la protección *in situ* de recursos genéticos. Se requiere por consiguiente, un mecanismo internacional que

haga frente a los costos relativos a esta responsabilidad. Con este apoyo financiero debería atenderse particularmente a las poblaciones de especies endémicas de cada región ecológica y a las zonas de excepcional diversidad, sobre todo en los bosques de bajura, bosques pluviales tropicales y subtropicales, así como montañas aisladas, y otros lugares donde aún subsisten especies silvestres de alto valor genético.

La intensificación de la agricultura ha provocado la reducción de la variabilidad genética de esta especie tropical al sustituirse los cultivares silvestres de zapote por otras especies exóticas.

Prácticas de cultivo

En general las sapotáceas se han propagado por semilla. Existen pocas plantaciones comerciales; los frutos para el consumo corriente provienen de árboles solitarios, que crecen cerca de las viviendas o intercalados con otros cultivos perennes tales como el cacao y café.

Hasta hace pocos años esta especie tardaba en entrar en producción entre 7 y 8 años, ya que se hacía mediante propagación sexual por semilla. Esto generaba gran variación en las poblaciones, disminuyendo en gran medida la posibilidad de cosechar genotipos uniformes en tamaño, peso y calidad.

Actualmente los métodos de propagación vegetativa del zapote utilizan el injerto; este sistema mejora las características de productividad y reduce a la mitad el período entre la siembra y la cosecha. Se corrigen así los problemas de incompatibilidad entre el patrón y el injerto, además de combinar las características deseables del injerto con las calidades especiales del patrón.

Antes de realizar el injerto debe realizarse una buena selección de patrones. Los injertos deben hacerse en una época en la que el patrón y la vareta se encuentren en el estado fisiológico apropiado para permitir un mayor porcentaje de prendimiento. Los métodos de injerto preferidos son los

de enchape lateral y de hendidura. El estado óptimo para seleccionar material vegetativo (varetas) es cuando el árbol se encuentra en período de reposo, es decir cuando la planta elimina todo su follaje; esto ocurre generalmente durante la época de verano. Para seleccionar varetas durante el invierno se hace necesario anillar los brotes 8 a 10 días antes de proceder al injerto. Los patrones deben tener una altura de aproximadamente 1 m, un grosor de 1,2 cm y 9 meses de edad. Debe tenerse en cuenta que los cortes, tanto en el patrón como en la vareta, deben efectuarse en la zona más uniforme de ambas cortezas, para que la unión de vareta y patrón sea total. Una vez terminada la operación se procede al amarre del injerto con cinta especial; adicionalmente, se aplica un poco de parafina derretida, a fin de proteger el injerto.

Una semana después, se procede a cortar la parte apical del patrón, dejando 30 cm entre el brote y el injerto. Esta práctica se repite a los 15 días cuando solamente se deja el injerto. Aproximadamente a los 2 meses, la parte de la planta que se ha soldado al patrón empieza a brotar. A los 4 meses se elimina la cinta para permitir que el nuevo brote se desarrolle libremente, y 2 meses después las plantas pueden ser llevadas para su instalación definitiva en el campo.

Situación actual del cultivo. América Central está pasando por una difícil situación económica que se refleja en el campo agroindustrial, siendo necesaria una reactivación económica que pueda traducirse en inversiones de productos no tradicionales. El zapote puede citarse como ejemplo de especie no tradicional que ofrece un potencial económico para la diversificación agrícola de la región, y por ende para conseguir un mayor equilibrio ecológico.

En América Central, América del Sur y las Antillas, el interés por este cultivo es reciente. Sólo existen algunas pequeñas plantaciones

comerciales y árboles aislados en baldíos, que pueden permitir su promoción tanto a nivel local como para la exportación.

En estas regiones no hay colecciones de germoplasma, y se cuenta con escaso personal capacitado para llevar a cabo la transferencia tecnológica del cultivo. Además, América Central posee características climáticas, topográficas, edáficas y sociales que podrían permitir un desarrollo y aprovechamiento más integral de este recurso genético. A pesar del beneficio potencial que podría tener para los agricultores y para la industria, existe aún poca investigación e información sobre la explotación y uso del zapote.

Un mejor conocimiento de la diversidad genética, variaciones estacionales de la producción, calidad, oferta y demanda de esta especie permitirían incentivar el monocultivo o el cultivo asociado a otros cultivos perennes.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El futuro del cultivo del zapote está vinculado a la selección de los mejores genotipos existentes para cada país. Los criterios de selección deberán basarse en el vigor, altura y corpulencia de los árboles; producción, forma y tamaño de los frutos; cantidad de pulpa y de fibras; aroma y sabor. Será necesario estudiar las exigencias de los mercados interno y externo, y comparar los precios de venta de determinados cultivares.

El establecimiento del zapote puede ser un proceso lento, dado que se requiere investigación, tiempo e inversión. La experiencia con otros cultivos indica que sin una adecuada estrategia de comercialización y un desarrollo sostenido, el agricultor puede resultar perjudicado. En efecto, éste suele desconocer las normas de calidad que rigen la producción, ignorar los métodos de un manejo eficaz, y debe hacer frente a elevados costos de cosecha, bajos precios pagados por el producto, exiguos rendimientos y un mercado en disminución. Se ha de hacer hincapié en que la

investigación, la producción comercial y la comercialización son los factores clave para establecer con éxito los cultivos no tradicionales.

Es necesario que al iniciarse el desarrollo de un cultivo como el zapote se realice una evaluación para demostrar su probable adopción por los agricultores. Se deberá considerar la zona de adaptación, disponibilidad de tierra, créditos bancarios, costos de producción, seguridad del mercado e ingresos netos probables para el agricultor, y comparar dichos factores con los de otros cultivos competitivos. También se deberá recoger información sobre la disponibilidad de genotipos sobresalientes, capacitación en materia de viveros para patrones e injertos, y prácticas culturales, tanto a nivel de la plántula como a nivel de campo.

La coordinación entre la producción y la comercialización es esencial para ofrecer con éxito un nuevo producto. Si el mercado se crea antes que la producción satisfaga la demanda, los compradores pueden manifestar desinterés y el producto perder aceptabilidad. Si la producción excede la demanda, los agricultores pueden llegar a desilusionarse por las pérdidas y, en algunos casos, hasta cambiar de cultivo.

En cuanto a las zonas de potencial introducción y cultivo, será necesario dar prioridad al muestreo de la diversidad genética. Esta etapa puede requerir al menos dos años, dependiendo de la disponibilidad del germoplasma. Para especies ampliamente dispersas o localizadas en áreas geográfica o políticamente inaccesibles, las colecciones pueden continuar en forma indefinida. Es preciso establecer colecciones permanentes y financiar la conservación de las que ya existen.

Desde el punto de vista social, vale la pena intensificar la propagación de este cultivo y divulgar sus beneficios nutritivos para la población rural de escasos recursos. Desde el punto de vista económico, la exportación de la fruta o pulpa deshidratada traería enormes ventajas a dichos grupos, ya que constituiría una fuente de ingreso

de divisas. Ecológicamente, esta especie se podría asociar con otros cultivos perennes tales como el cacao y el café, asegurando ingresos de emergencia para el agricultor, en caso de que el precio de mercado de la especie perenne principal decaiga o fluctúe de manera constante.

Las líneas de investigación y desarrollo pueden contemplar seis etapas:

- exploración y recolección de germoplasma;
- observación y selección de cultivares para consumo interno y exportación;
- estudios químicos y utilización;
- evaluación y validación agronómica;
- producción y procesamiento para consumo local, y exportación;
- comercialización.

Los experimentos de evaluación y validación agronómica deben llevarse a cabo en diferentes localidades y ambientes y comprender las prácticas culturales, métodos de cosecha, rendimiento y la calidad. Es necesario mantener una alta diversidad genética, con el propósito de seleccionar los genotipos aptos para cada ambiente.

Para el cumplimiento de este programa, es necesario disponer de créditos con intereses y plazos aceptables, y de voluntad política para asegurar la implementación y apoyo técnico hasta la fase de comercialización.

Bibliografía

Almeyda, N. y Martin, F.W. 1976. *Cultivation of neglected tropical fruits with promise. Part 2. The mamey zapote.* USDA, ARS-S-156.

Campbell, C.W. 1967. The mamey sapote in southern Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 80:318-320.

Campbell, C.W. y Lara, S.P. 1982. Mamey sapote cultivars in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 95:114-115.

Gutiérrez, G. 1984. *Técnicas de injertación en sapote (Calocarpum sapota Jack).* Proyecto de Recursos Fitogenéticos. CATIE/GTZ.

Kulwal, L.V., Tayde, G.S. y Deshmukh, P.P. 1985. Studies on softwood grafting of sapota. PKV, *Research Journal, India*, 9(2):33-36.

Lazo, F.R. 1965. El injerto del mamey colorado. *Arroz (Colombia)*, 14(148).

Malo, S.E. 1970. Propagation of the mamey sapote. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hort. Sci.*, 18:165-174.

Morera, J.A. 1982. *El zapote.* Unidad de Recursos Genéticos. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica.

Ogden, M.A.H. y Campbell, C.W. 1981. Canistel as a rootstock for mamey sapote. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hort. Sci.*, 93:133-136.

Pantin, D. 1991. Mamey feature. Pantin's mamey conservations with Donald Pantin, mamey grower. *Tropical Fruit World*, 2(1):2-17.

Pennington, 1990. *Sapotaceae. Flora Neotrópica.*

Quilantan Carrero, J. 1979. Propagación vegetativa del mamey zapote. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hort. Sci.*, 23:180-182.

Whitman, W.F. 1966. The green sapote, a new fruit for South Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 78:330-336.

Woot-Tsuen, W.L. y Flores, M. 1961. *Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina.* Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala.

Jocote, ciruelo (*Spondias purpurea*)

Nombre botánico: *Spondias purpurea* L.

Familia: Anacardiáceas.

Nombres comunes: náhuatl: ateyaxocotl; castellano: jocote [México (Oaxaca), América Central], ciruelo [México (Jalisco, Yucatán)]; inglés: hog plum.

Spondias purpurea se cultivaba ampliamente de México a la región septentrional de América del Sur a la llegada de los europeos, como se deduce de las descripciones de los primeros cronistas (Oviedo, Sahagún). Se expandió por las Antillas y el resto de América del Sur, y fue llevada posiblemente de México a Filipinas. El fruto fresco es de sabor muy agradable y su consumo va en aumento; constituye una materia prima valiosa y barata para la preparación de refrescos, confituras y almíbares; además se consume como fruta seca. La marginación actual y la escasez de plantaciones comerciales se deben en gran parte a la falta de atención de los productores, técnicos y extensionistas agrícolas, que dedican sus esfuerzos a otros frutales de mayor demanda en el mercado extranjero.

El uso más generalizado es el de fruta fresca, para el consumo local y para suplir los mercados de las ciudades. En México y Guatemala se utiliza en otras formas, que posiblemente sean de origen posthispánico. La primera es la preparación con

sal, sometiéndolos los frutos en salmuera a ebullición por 5-10 minutos, y secándolos al sol, en mesas con malla de alambre o carrizo, durante 3 días, o en secadores, colocados en carritos por 10-12 horas. En este proceso, la fruta en pasa se reduce a una cuarta parte del volumen de la fruta fresca. Una segunda utilización es calentar los frutos en agua sin sal y secarlos al sol. Un tercer procedimiento, para obtener lo que en México se llama «ciruelo negro», consiste en hacer un piquete en la cáscara de los frutos y colocarlos en jarabe (1 kg de azúcar en una botella de agua), manteniéndolos en ebullición hasta que el azúcar se queme o se concentre. La «ciruela cristalina» es una cuarta forma de preparar la fruta, similar a la anterior, sólo que los frutos se escogen cuando están madurando y se someten a un tiempo más corto de ebullición.

Otras maneras de utilizar la pulpa de *Spondias* es preparándola en atole, mezclándola con harina de maíz y azúcar, y en la elaboración de vino, chicha y refrescos.

Los análisis de los frutos frescos indican que el porcentaje de humedad en la pulpa varía de 76-86 por ciento; es muy bajo en proteínas y grasa, y contiene cantidades apreciables de calcio, fósforo, hierro y ácido ascórbico.

Actualmente, se nota un incremento en su consumo en toda Mesoamérica. La mayor parte de la producción viene de árboles aislados, o de setos vivos, y muy poca de plantaciones bien ordenadas y mantenidas, como las que se ven cerca de la ciudad de Oaxaca. Es, sin embargo, un frutal muy prometedor, por su aceptación en el mercado, por

El autor de este capítulo es J. Axayacatl Cuevas (Departamento de Fitotecnia, Unidad de Estudios Etnobotánicos, Universidad Autónoma de Chapingo, México).

tratarse de una especie rústica, de alta resistencia a la sequía, fácil de producir en suelos pobres, y por ser exclusivamente de propagación vegetativa, lo que asegura una cosecha temprana.

Descripción botánica

Spondias purpurea es un arbolito de 4-8 m, con copa ancha, tronco irregular y ramas quebradizas; las hojas se componen de 5-12 pares de hojuelas elíptico-agudas, de 2-4 cm de largo, caedizas antes de la época de floración; flores rojas en panículas de 3-5 cm, colocadas a lo largo de las ramillas; el fruto en drupa irregularmente oval, algo gibosa, lisa y brillante, de color violáceo a amarillo, de 4-5,5 cm de largo, con un núcleo leñoso donde se encuentran las semillas. Pulpa escasa, cremosa, amarillenta, agrídulce en las plantas cultivadas, muy ácida en las silvestres. Contiene ácido málico, azúcar, malato de calcio y almidón. El ciclo de crecimiento sólo se ha estudiado en México, en Sinaloa y Puebla. En Sinaloa, los árboles tienen follaje de junio a octubre, que se desprende de octubre a diciembre; los árboles permanecen sin follaje de enero a mayo, la floración se presenta en febrero y marzo, y la fructificación en junio. En Puebla, los árboles tienen follaje de marzo a octubre, se defolían de octubre a diciembre, y permanecen sin follaje de enero a abril; la floración se extiende de diciembre a enero y los frutos maduran en abril y mayo. Un aspecto del mayor interés es la ausencia de formación de semillas en esta especie, estudiada primeramente en Filipinas. Dentro de la «nuez», que ocupa la parte central del fruto, sólo se encuentran restos de semillas abortadas. Esto se debe tanto a la mala formación del polen como de la oosfera. La distribución natural está así completamente limitada, pero la facilidad con que brotan tallos y ramas, y su fragilidad, permiten una propagación natural muy limitada. A la acción del hombre se debe posiblemente el reconocimiento y la conservación de las numerosas variantes que presenta esta especie.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Las poblaciones naturales de *Spondias purpurea* crecen en áreas de estaciones alternas desde Sinaloa y Jalisco, en México, hasta Colombia, desde el nivel del mar hasta los 1 200 m de altura. Se sabe que fue llevada de Nicaragua a Panamá y América del Sur, en estacas cuya viabilidad es de varias semanas. Crece en regiones de baja humedad y durante la estación seca se mantiene sin follaje. Se ha introducido en regiones tropicales similares en el sureste de Asia y también en zonas subtropicales (Florida).

Diversidad genética

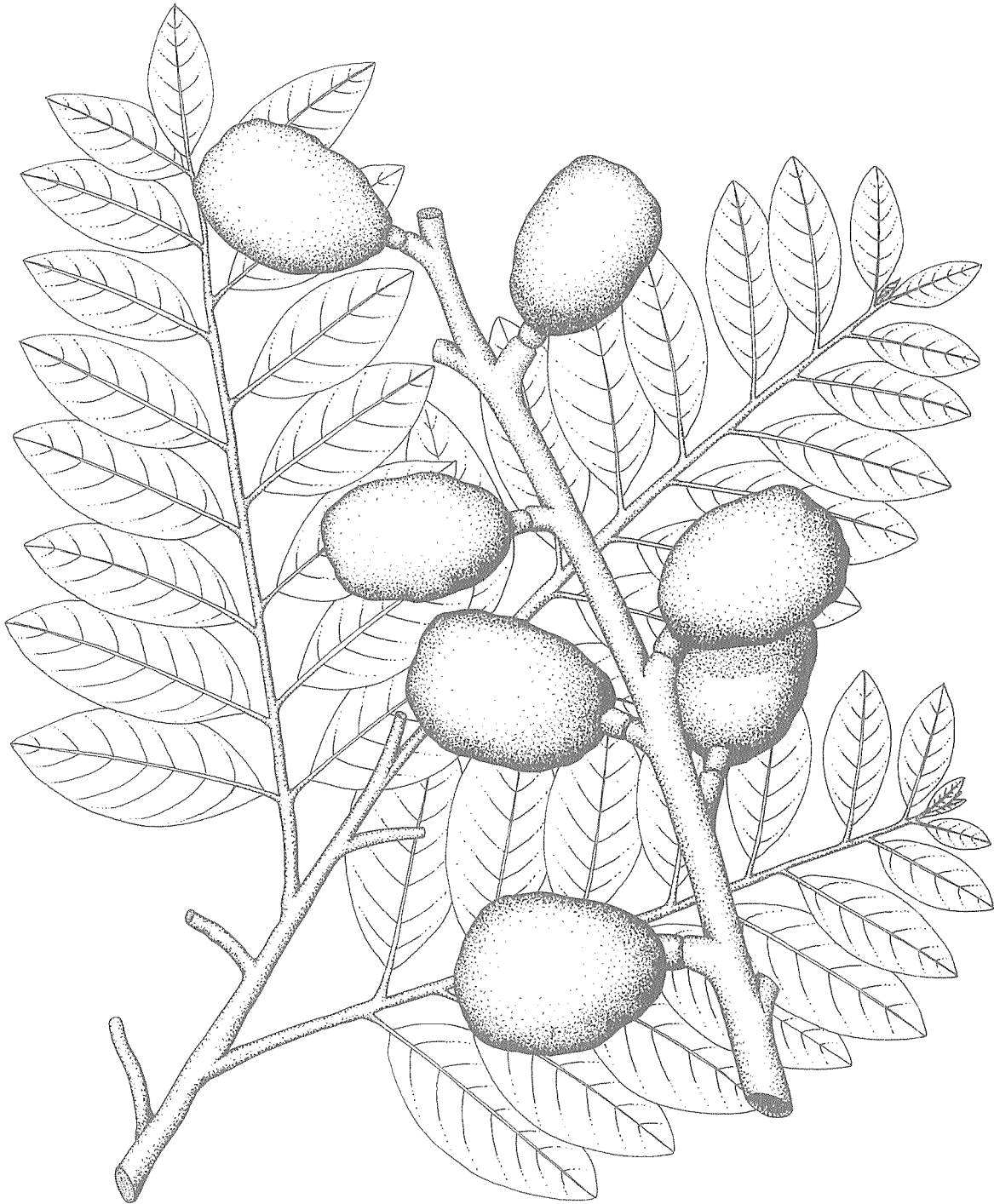
Se conocen numerosas variedades clonales de *Spondias purpurea*, sin que de ellas se haya hecho una caracterización formal. En Yucatán hay 20 variedades, y aunque algunas pueden ser de *S. lutea*, ésta es quizás la concentración varietal más notable en Mesoamérica. 'Ak-abal', de fruta pequeña y calidad deficiente, con raíces suaves y jugosas, como las de la especie brasileña *S. tuberosa*, se usa para salmueras. Las variedades cultivadas se pueden dividir en dos grupos:

Los *jocotes de verano*, que fructifican (en América Central) durante la estación seca: febrero a mayo; tienen frutos elipsoidales, de 2,5-3 cm de largo, lisos, con la cáscara rojo púrpura y pulpa amarilla, suave, dulce y ligeramente ácida. Cuando están verdes parecen aceitunas. Las var. 'Tornado', 'Criollo', 'Nica' y 'Morado' crecen entre 0 y 800 m.

Los *jocotes de invierno* son de superior calidad a los anteriores, con frutos de 3,5-4,5 cm de largo, rojos o amarillos, lisos o con protuberancias, con pulpa firme, dulce, apenas ácida. Maduran al final de la estación lluviosa: septiembre a diciembre. La mayoría de ellos crece entre 800 y 1 200 m y se conocen las var. 'Petapa', 'Corona' y 'Cabeza de loro'. Se ha propuesto considerar estos dos grupos como especies diferentes, pero sus caracteres distintivos están dentro del rango varietal

FIGURA 10

Jocote, ciruelo (*Spondias purpurea*).



corriente en las especies cultivadas. Poblaciones silvestres, como la llamada en Costa Rica «jocote de iguana», tienen frutos muy atractivos, rojos o morados, con pulpa amarilla como la de ciertas uvas, pero ácida y astringente. Hay otras variedades silvestres en América Central, algunas con nombres comunes. Por tratarse de una especie en que los cruzamientos deben ser muy difíciles, ni la riqueza varietal ni las especies afines, como el «jobo» (*S. lutea*), tienen mayor utilidad en el mejoramiento genético. En cambio, el estudio y evaluación de la variación clonal puede ofrecer nuevos materiales. En ese sentido, es de especial interés la zona del Pacífico de Nicaragua, que ha sido famosa por sus jocotes desde la Colonia; Yucatán, donde existen numerosas variedades; el suroeste de México y la región vecina de Guatemala. No existen colecciones de germoplasma, pero no son difíciles de establecer y mantener. Además de *S. lutea*, hay dos especies cultivadas, la ambarela, jocote judío (*S. dulcis*), de Polinesia, que se cultiva esporádicamente en América tropical, y el imbú (*S. tuberosa*), de la región seca del noroeste de Brasil, cuyos frutos son de excelente calidad. Estas tres especies se propagan por semilla.

Prácticas de cultivo

Por tratarse de una especie de propagación vegetativa, el material de siembra son estacas rectas, de grosor superior a 6 cm, y por lo menos 1,50 m de largo, con cortes horizontales. Se cortan al inicio de la producción de hojas, que por lo común coincide con el comienzo de las lluvias. Las estacas se mantienen a la sombra durante 15 días, y se plantan a 8 × 8 m, a 30 cm de profundidad. Por lo común, la única práctica de cultivo es la poda de las ramas, para provocar la formación de numerosos chupones a lo largo de las ramas principales. La poda debe hacerse todos los años, pues las flores brotan en las ramas del año. La experiencia de los productores en México es que

la poda incrementa el tamaño y peso de los frutos.

En Oaxaca hay siembras comerciales en que los árboles se podan a 2 m de altura; las estacas se siembran en filas dobles, inclinadas, con 3 m entre las parejas de filas; cuando están podadas parecen los huertos de manzanos en Europa.

No hay plagas serias fuera de las moscas de la fruta, mediterránea (*Ceratitis capitata*) y mexicana (*Anastrepha ludens*), que causan serios daños.

La cosecha en los árboles podados es una operación fácil que se hace sacudiendo las ramas con varas; los frutos se recojen del suelo. En toda la región en que se produce jocote, se consume mucho los frutos verdes; también se consumen verdes los de ambarela (*S. dulcis*).

Perspectivas de mejora y limitaciones

Spondias purpurea se puede cultivar en tierras marginales, de bajo valor agrícola, en las que podría ser un elemento de reforestación, y producir ganancias extra para los agricultores. Es de producción estacional corta, y deben buscarse variedades que extiendan ese período, por ser tardías o tempranas. El mercadeo local y el de las ciudades grandes no ofrecen mayores problemas, porque es un producto de gran aceptación.

La limitación principal es el ataque de las moscas de la fruta, ya que el control es caro y está fuera del alcance de los pequeños productores. Una evaluación de cultivares que tengan algún grado de resistencia sería muy provechosa, así como medidas agronómicas que tiendan a disminuir la infección por las moscas.

Un tema más por investigar es el efecto de defoliantes en la aceleración de la formación de frutos.

Hasta el momento, no hay industrialización de la fruta. La mejora de los procesos primitivos antes descritos y la investigación de otros, como se ha hecho en Florida con el secado artificial de rebanadas de la pulpa, pueden abrir nuevas posibilidades de consumo.

Es urgente recolectar las variedades de *Spondias purpurea* en uno o más bancos de germoplasma, que permitan una evaluación rápida de sus características genéticas (resistencia a insectos, período de producción, respuesta a la poda), y distribuir materiales de siembra a los agricultores. En áreas con espacio suficiente, es de recomendar que *S. purpurea* se plante como seto vivo, ya que la producción de frutos es una ganancia extra para el agricultor.

Finalmente, deben estudiarse los problemas de transporte y empaque, para ver en qué forma se pueden mejorar, pues se encuentran en una etapa muy primitiva.

Bibliografía

- Barrios, D.C. de la C.** 1972. *Observación de poda en ciruela tropical*. Simposio sobre la investigación, el desarrollo experimental y la docencia de CONAFRUT.
- Carbajal, C.E. y Castro, M.M.** 1981. *Evaluación del diámetro y la altura de la estaca en la propagación del ciruelo mexicano (Spondias purpurea L.) en CONAFRUT de Rosario, Sinaloa*. SSIDED en CONAFRUT, México.
- Hernández, L.A.** 1977. *Estudio sobre identificación y selección de criollos sobresalientes en ciruelo mexicano (Spondias purpurea L.) en el Estado de Veracruz*. SSIDED en CONAFRUT, México.
- León, J. y Shaw, P.E.** 1990. *Spondias the red mombin and related fruits*. En *Fruits of tropical and subtropical origin*. Nagy, S., Shaw, P.E. y Wardowsky, W.F., eds. FSS, Lake Alfred, Florida, págs. 116-126.
- Manjarrez, M., Tisnado, N. y Carbajal, G.** 1980. *Fertilización en ciruela mexicana (Spondias purpurea L.)*. CONAFRUT-SARH. Rosario, Sinaloa, México.
- Martínez, B.A.** 1988. *Efecto de defoliantes en la producción temprana de ciruela mexicana (Spondias purpurea L.) en San Bernardo, Acatlán, Puebla*. Tesis de Licenciatura, Fitotecnica, UACH. Chapingo, México.
- Martínez, L.C.** 1988. *Problemática y programación de la asistencia técnica en el cultivo de la ciruela mexicana (Spondias purpurea) en el Municipio de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla*. Tesis de Licenciatura, Fitotecnica, UACH. Chapingo, México.
- Nava-Kuri, G.G. y Uscanga, M.** 1979. Estudio físico y químico de doce tipos de ciruela (*Spondias* sp.) en el Estado de Veracruz. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sc.*, 23:132-136.
- Souza Novelo, N.** 1949. Los ciruelos de Yucatán. *Bol. Soc. Bot. México*, 9:5-12.

Tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*)

Nombre botánico: *Physalis philadelphica* Lam.

Familia: Solanáceas.

Nombres comunes: *castellano:* tomate de cáscara, tomate de fresadilla, tomate milpero, tomate verde, tomatillo (México), miltomate (México, Guatemala); *inglés:* husk-tomato.

El tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* Lam.) es una solanácea cultivada en México y Guatemala, originaria de Mesoamérica. Diversos hallazgos arqueológicos prueban que su uso en la alimentación de la población mexicana se remonta a tiempos precolombinos. En efecto, se han encontrado vestigios de la utilización de *Physalis* como alimento en las excavaciones del valle de Tehuacán (900 a.C-1540 d.C.). En tiempos prehispánicos, en México era mucho más apreciado que el jitomate (*Lycopersicon*); sin embargo, esta preferencia no se ha mantenido, excepto en el medio rural, donde, además de la persistencia de hábitos alimenticios antiguos, aún es estimada la mayor resistencia del tomate a la putrefacción. Posiblemente, por lo vistoso del fruto y por contar con formas de consumo independientes del chile (*Capsicum*), el jitomate alcanzó mayor aceptación fuera de Mesoamérica, y *Physalis* quedó marginado o se dejó de cultivar, como sucedió en España. Es pertinente hacer notar que sólo en el

centro de México se conoce el fruto de *Lycopersicon* mayormente como jitomate, pues en otras partes del país y en América Central y del Sur se le llama tomate.

P. philadelphica fue domesticada en México y de ahí llevada a Europa y a otras partes del mundo; su introducción en España ha sido bien documentada. En efecto, esta especie se cree originaria de la parte central de México, y actualmente, en dicha región, se encuentran poblaciones arvenses y domesticadas.

El nombre tomate se deriva del náhuatl *tomatl*; este vocablo es genérico para plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas, pulpa acuosa y a veces encerrados en una membrana.

Del gran número de especies del género *Physalis*, muy pocas son utilizadas por su fruto. *P. peruviana* L. es cultivada en el Perú desde tiempos precolombinos. Los frutos de *P. chenopodifolia* se recolectan en el estado de Tlaxcala, México. Como ornamental, debido a lo vistoso del cáliz del fruto, en Europa se cultiva *P. alkekengi* y también sus frutos son utilizados en el centro y sur de dicho continente.

El tomate de cáscara ha sido hasta la actualidad una componente constante de la dieta mexicana y guatemalteca, principalmente en forma de salsas preparadas con sus frutos y chiles molidos, las cuales mejoran el sabor de las comidas y estimulan el apetito. También se utiliza el tomate en salsas con chile verde, principalmente para atenuar su sabor picante. Con el fruto del tomate, cocinado o incluso crudo, se elaboran purés o picadillos, que se utilizan como base para salsas

Los autores de este capítulo son S. Montes Hernández (Programa de Recursos Genéticos, INIFAP, CIFAP, Gto. Celaya, Guanajuato, México) y J.R. Aguirre Rivera (Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México).

con chile, conocidas genéricamente como salsa verde; pueden usarse para acompañar comidas preparadas, o bien emplearse en la preparación de diversos guisados. La infusión de las cáscaras (cálices) se agrega a la masa de tamales, para mejorar su consistencia esponjosa, así como a la de buñuelos; también se utiliza para dar sabor al arroz blanco y ablandar carnes rojas.

Hace cerca de 10 años en México se comenzó a industrializar el tomate, y en la actualidad se estima que la agroindustria procesa 600 toneladas anuales, de las cuales el 80 por ciento se exporta a Estados Unidos como tomate entero, sin cáliz y enlatado, y el resto se destina a la elaboración de salsas envasadas para el mercado interno. Está adquiriendo importancia como cultivo introducido en California, como resultado de la creciente popularidad de la comida mexicana en Estados Unidos.

Se le atribuyen numerosas propiedades medicinales.

Las estadísticas oficiales señalan que en 1984 se sembraron en México 15 248 ha, con un valor total de la producción de 5 797 millones de pesos, y un consumo medio por habitante de 2,32 kg. Tanto en México como en Guatemala, el fruto del tomate arvense ocupa un lugar preponderante en la alimentación, por lo cual, en algunas regiones, es parte importante del grupo de productos que se recolectan en el medio rural para autoconsumo y para venta.

Descripción botánica

Anual de 15-60 cm, subglabra, a veces con pelos esparcidos en el tallo. Limbo foliar de 9-13 × 6-10 mm; ápices agudos a ligeramente acuminados, con márgenes irregularmente dentados y 2-6 dientes a cada lado del diente mayor, de 3-8 mm. Pedúnculos de 5-10 mm, cáliz de lóbulos ovados, de 7-13 mm, hirsutos. Corola de 8-32 mm de diámetro, amarilla, a veces con tenues manchas azul verdosas o moradas. Anteras azules o

azul verdosas, de 3,5-5,0 mm. Cáliz acrescente alcanzando 18-53 × 11-60 mm en el fruto, con 10 costillas. Frutos de 12-60 × 10-48 mm, a veces rasgando el cáliz.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Crece desde el sur de Baja California Norte hasta Guatemala, desde los 10 m, en Tres Valles, Veracruz, hasta los 2 600 m en el valle de México.

Diversidad genética

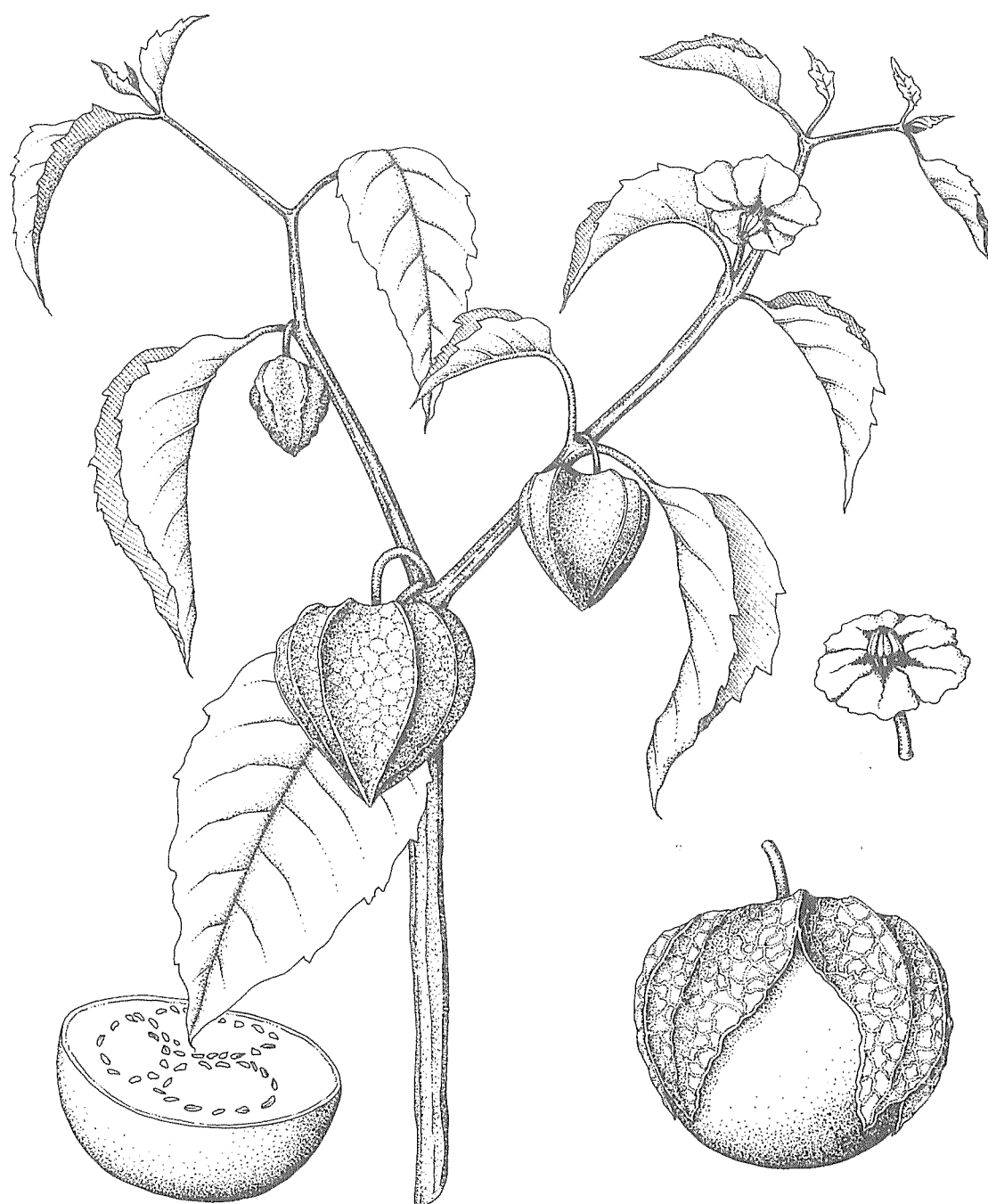
Existen muchas variedades locales o criollas, a las que los productores reconocen por características el color y tamaño del fruto y el hábito de crecimiento de la planta, aunque entre ellas presenten gran variación debido posiblemente a su autoincompatibilidad. Las formas silvestres son muy comunes como arvenses en los sistemas agrícolas tradicionales, principalmente en la asociación de maíz, frijol y calabaza. En México se encuentra otro tipo de tomate que se vende en los mercados como arvense; en realidad corresponde a un tomate cultivado de fruto pequeño; la razón de este fraude radica en que el precio del tomate arvense es el doble del cultivado.

El diámetro del fruto es mayor en el tomate mexicano (1,08-4,90 cm) que en el guatemalteco (1,04-2,89 cm); pero dichas medidas corresponden principalmente a los tomates cultivados. En Guatemala se prefieren los tomates de color verde púrpura, verde amarillento y morados; en cambio, en México la variación en color es mayor, pues existen amarillos, verdes de diferentes tonalidades y morados.

Entre las características que presentan mayor variación están el tamaño, color y peso medio del fruto; el número y peso de los frutos por planta; la consistencia y color de la pulpa; el color y longitud del cáliz; el tamaño de las flores; el número y tamaño de los nudos en la primera bifurcación de la planta; el color del tallo; el tamaño y número de dientes por hoja; la ramificación; la precocidad y pubescencia.

FIGURA 11

Tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*), detalles de flor, fruto con cáliz acrecente y sección del fruto.



El tomate de cáscara es una hortaliza de uso generalizado y continuo a lo largo del año; su situación actual es la siguiente:

- se recolectan y venden frutos arvenses;
- se cultivan variedades con frutos pequeños que en el mercado asemejan a los de las arvenses;
- existen múltiples selecciones criollas locales de frutos grandes;
- se utilizan escasamente las variedades mexicanas 'Rendidora' y 'Rendidora mejorada', producidas por fitomejoradores del INIFAP.

En varias regiones de México existe la especie arvense *P. chenopodifolia* Lam.: se ha registrado su uso como recurso potencial.

Las especies de *Physalis* en México y Guatemala están fuera de peligro inmediato de erosión genética. Sin embargo, resulta necesario realizar exploraciones amplias para recolectar materiales, tanto cultivados como arvenses, con la intención de fortalecer los bancos de germoplasma y aportar material e información al programa de mejora genética de este cultivo.

El banco de germoplasma del INIFAP de México posee aproximadamente 190 colecciones de *Physalis*, obtenidas en cuatro estados del país. En el banco de germoplasma de la Universidad de San Carlos existen 41 accesiones procedentes de diversas regiones de Guatemala.

Prácticas de cultivo

Las prácticas de cultivo son comunes para la mayoría de las solanáceas. El trasplante del tomate es generalizado, principalmente en zonas donde las heladas lo hace imprescindible. Entre sus ventajas están el ahorro de semilla, la reducción del número de escardas, la posibilidad de iniciar el ciclo cuando el terreno está aún ocupado por otro cultivo y el acortamiento del ciclo vegetativo. Generalmente, las escardas son mecánicas y se realizan manualmente. La gran mayoría de agricultores utilizan fertilizantes químicos (nitró-

geno y fósforo); las dosis empleadas varían de 120 a 240 kg de nitrógeno y de 60 a 150 kg de fósforo por hectárea. Si dispone de los medios, el agricultor no duda en combatir las plagas o enfermedades que afectan a los cultivos; sin embargo, necesitaría conocer más sobre dosis, oportunidad, productos y relaciones eficiencia/costo de estas prácticas de control.

El tomate se cultiva mayormente en tierras que disponen de riego; por ello, las fechas de siembra varían dentro de cada zona productora, lo cual explica que el tomate se encuentre en el mercado todo el año. En algunas áreas se cultiva en secano, tanto con humedad residual como durante la temporada de lluvias. La densidad de siembra varía de 17 000 a 25 000 plantas/ha. Los frutos se cosechan cuando alcanzan su tamaño normal, su consistencia es firme y generalmente han iniciado la ruptura del ápice calicinal. Las variedades de fruto pequeño, seleccionadas con ese propósito, son objeto de prácticas culturales similares a las empleadas para el tomate grande.

El mayor porcentaje de dormición se presenta en la semilla recién extraída del fruto. En menos de un año, alcanza su máximo potencial de germinación, y lo pierde drásticamente a partir del tercero, bajo condiciones comerciales de almacenamiento.

Para el mercado, el fruto chico no debe llenar la envoltura calicinal; en cambio, el tomate grande debe llenarla completamente y de preferencia debe llegar a romperla y mostrar parte del fruto (esto atrae visualmente al comprador).

El tomate arvense se adapta a diversos ambientes, pero principalmente aparece en terrenos cultivados, y en ocasiones recibe algunos cuidados, al evitarse su eliminación durante las escardas y aporcado. Aparece con más frecuencia en las partes del terreno donde se concentran y queman los residuos vegetales después del desmonte; dicha tendencia puede deberse más al enriquecimiento del suelo con las cenizas que a efectos

estimuladores de las altas temperaturas sobre las semillas. Su aparente resistencia al herbicida 2,4-D amina, ampliamente usado en el maíz, puede ayudar a su supervivencia e incluso a su incremento (por reducción de la competencia en campos tratados) en algunas regiones agrícolas.

Las dos únicas variedades mejoradas mexicanas, 'Rendidora' y 'Rendidora mejorada', presentan las siguientes características: porte menor y más uniforme; pocos o ningún fruto hueco; frutos más firmes y de color verde lima.

Perspectivas de mejora y limitaciones

La var. 'Rendidora' se formó a partir de las mejores recolecciones seleccionadas en el estado de Morelos, donde se realizaron los trabajos de mejora; de esta variedad se derivó la 'Rendidora mejorada'. En Guatemala, a pesar de la gran variación genética reconocida, la mejora genética de este cultivo es aún incipiente.

Los caracteres más afectados por el ambiente son la forma y tamaño de la hoja, el hábito de crecimiento y el ciclo vegetativo de la planta; como factor ambiental en la expresión del fenotipo destaca la fertilidad del suelo.

Los objetivos de la mejora genética en México deben ser los siguientes: plantas con fruto grande y firme, pero verde intenso (no amarillo); alto rendimiento, amplia adaptación, y resistencia a enfermedades virales y a la cenicilla (*Oidium* spp.). Los objetivos de mejora en Guatemala deberían ser similares excepto en lo relativo al color del fruto, pues en ese país se prefieren los tomates verde púrpura y verde-amarillo.

P. chenopodifolia se encuentra en la fase inicial de domesticación, y muestra una respuesta favorable a las prácticas agrícolas, por lo que debe ser recolectada y evaluada para conocer las posibilidades de un mejor aprovechamiento futuro.

Bibliografía

- Azurdia, P.C.A. y González, S.M.** 1986. *Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala*. Universidad de San Carlos, ICTA y CIRF. Guatemala.
- Azurdia, P.C.A., Carrillo, F., Rodríguez, B., Vázquez, F. y Martínez, V.** 1990. *Caracterización y evaluación preliminar de algunos cultivos nativos de Guatemala*. Universidad de San Carlos, ICTA y CIRF. Guatemala.
- Bukasov, S.M.** 1963. *Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia*. Lima, IICA, Pub. Misc. N° 20.
- Callen, E.O.** 1966. Analysis of the Tehuacan coprolites. En *The prehistory of the Tehuacan Valley. I. Environment and subsistence*. Byers, D.S., ed. Austin. University of Texas Press, págs. 261-289.
- Cruces, C.R.** 1987. Lo que México aportó al mundo. México, D.F. *Panorama*.
- Del Monte, D. de G.J.P.** 1988. Presencia, distribución y origen de *Physalis philadelphica* Lam. en la zona centro de la Península Ibérica. *Candollea*, 43(1):93-100.
- De Sahagún, B.** 1956. *Historia general de las cosas de la Nueva España*. México, D.F. Porrúa.
- Dressler, R.L.** 1953. The pre-Columbian cultivated plants of Mexico. *Bot. Mus. Leaf. Harvard Univ.*, 16(6):115-172.
- Fernández, B.L., Yani, M. y Zafiro, M.** 1987. ... *Y la comida se hizo. 4 para celebrar*. México, D.F. ISSSTE.
- García S., F.** 1985. *Physalis* L. En *Flora fanerogámica del valle de México*. Rzedowski, J. y Rzedowski, G.C. de, eds. México, D.F., Instituto de Ecología.
- Harlan, J.R.** 1975. *Crops and man*. Madison, ASA.
- Hernández, F.** 1946. *Historia de las plantas de Nueva España*. México, D.F. UNAM.

- Hudson, W.D. Jr.** 1983. *The relationships of wild and domesticated tomato*, *Physalis philadelphica* Lamarck (Solanaceae). Tesis doctoral. Indiana University. Bloomington.
- Hudson, W.D. Jr.** 1986. Relationships of domesticated and wild *Physalis philadelphica*. En *Solanaceae: biology and sistematics*. D'Arcy, W.G., ed. Nueva York. Columbia University Press.
- Martínez, M.** 1954. *Plantas útiles de la flora de México*. México. Botas.
- Menzel, Y.M.** 1951. The cytotaxonomy and genetics of *Physalis*. *Proc. Amer. Phil. Soc.*, 95(2):132-183.
- Mera, O.L.M.** 1987. *Estudio comparativo del proceso de cultivo de la arvense Physalis chenopodifolia Lamarck y Physalis philadelphica var. philadelphica cultivar 'Rendidora'*. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Montes, H.S.** 1989. *Evaluación de los efectos de la domesticación sobre el tomate Physalis philadelphica Lam.* Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Pandey, K.K.** 1957. Genetics of self-incompatibility in *Physalis ixocarpa* Brot.—A new system. *Amer. J. Bot.*, 44:879-887.
- Quirós, C.F.** 1984. Overview of the genetics and breeding of husk tomato. *Hort. Science*, 19(6):872-874.
- Saray, M.C.R., Palacios, A.A. y Villanueva, E.N.** 1978. 'Rendidora' nueva variedad de tomate de cáscara. *Foll. Div. N° 73. Campo Agrícola Experimental Zacatepec*. CIAMEC-INIA-SARH. México.
- Waterfall, U.T.** 1967. *Physalis* in Mexico, Central America and The West Indies. *Rhodora*, 69:82-120, 203-239, 319-329.
- Williams, E.D.** 1985. *Tres arvenses solanáceas comestibles y su proceso de domesticación en el estado de Tlaxcala, México*. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

La agricultura andina

Cultivos marginados de la región andina

Las civilizaciones andinas del pasado han tenido en común la existencia de una agricultura bien organizada, basada en una apropiada utilización del medio y en el continuo mejoramiento de las plantas alimenticias y de los animales domésticos. Eran conscientes de que la agricultura es la fuente de la alimentación, y de que ésta garantiza la estabilidad de la sociedad.

Siguiendo esta orientación, la historia de las grandes civilizaciones debería enfocarse desde el punto de vista de la domesticación de plantas, de su variabilidad, del mejoramiento de los principales cultivos y de los avances logrados en la agricultura.

Numerosas publicaciones han tratado sobre las plantas domesticadas en la región andina, y sobre su importancia para la alimentación regional y mundial. Sin embargo, en pocas ocasiones se han analizado los factores que han originado la marginación de estos cultivos. No se han destacado suficientemente las posibilidades de su recuperación, ni el papel que podrían cumplir en mejorar las condiciones de vida de los campesinos de otras regiones montañosas del mundo.

La biodiversidad andina

Es reconocido que una de las formas de conseguir una agricultura sostenible es mantener la diversidad genética, y con ello lograr una mejor relación ecológica. Causa admiración el hecho de que las culturas prehispánicas que abarcaron las tierras

altas de los Andes hubiesen domesticado un elevado número de especies. El botánico O.F. Cook, integrante de la expedición científica que descubrió las ruinas de Machu Picchu, menciona que en el siglo XVI existían más especies domesticadas en los Andes que en Asia o África.

Desde la formación de los imperios panandinos de Tiahuanaco y Chavín, y luego entre las culturas warí, mochica, chimú y nazca existió un especial interés en la domesticación de especies. Esto se refleja en su representación mediante piezas de cerámica desde hace por lo menos 3 000 años. La región de los Andes constituía, desde inicios del siglo XV el Tahuantinsuyo (Estado Inca), generalizándose un activo intercambio de semillas y material genético. Los campesinos andinos siguen manteniendo dicha variabilidad biológica a través de sus técnicas de cultivo, como estrategia para enfrentar los riesgos climáticos que afectan la producción y que son frecuentes en toda agricultura de montaña.

En los Andes —uno de los mayores centros de domesticación mundial, según Vavilov—, destaca la domesticación de la papa (*Solanum tuberosum andigenum*), que incluye siete diferentes especies, y de la cual aún hoy se encuentran más de 400 variedades en cultivo.

Además se domesticaron otras plantas, como la oca, el ulluku (ulluco) y la mashwa, que permitieron completar la rotación de los cultivos en las regiones altas de los Andes. En los valles se asociaron al maíz otros cultivos de alto valor alimenticio como los granos andinos (quinua, amaranto), leguminosas como los frijoles y el

El autor de este capítulo es M. Tapia (Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú).

CUADRO 5 Principales especies alimenticias originarias de los Andes

Cultivo	Nombre latino	Altura (m)	Zona agroecológica ¹
Tubérculos			
Mashwa, isaño, año	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	3 500 - 4 100	Suni, puna
Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>	2 300 - 4 000	Quechua alta, suni
Papa amarga	<i>Solanum curtilobum</i>	3 900 - 4 200	Suni, puna
	<i>Solanum juzepczukii</i>	3 900 - 4 200	Suni, puna
Papa	<i>Solanum indigenum</i>	1 000 - 3 900	Yunga, quechua, suni
Ulluku, papalisa	<i>Ullucus tuberosus</i>	2 800 - 4 000	Quechua alta, suni
Raíces			
Achira	<i>Canna edulis</i>	1 000 - 2 500	Yunga, quechua baja
Arracacha, raqacha	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	1 000 - 2 800	Yunga, quechua baja
Chagos, mauka, miso	<i>Mirabilis expansa</i>	1 000 - 2 500	Yunga, quechua húmeda
Maca	<i>Lepidium meyenii</i>	3 900 - 4 200	Puna
Yacón, aricoma	<i>Polymnia sonchifolia</i>	1 000 - 3 000	Yunga, quechua baja
Granos			
Amaranto, kiwicha	<i>Amaranthus caudatus</i>	2 000 - 3 000	Quechua
Qañiwa	<i>Chenopodium pallidicaule</i>	3 500 - 4 100	Suni, puna
Quinua	<i>Chenopodium quinoa</i>	2 300 - 3 900	Quechua, suni
Leguminosas			
Ñuna	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1 500 - 3 500	Yunga, quechua
Pajuro	<i>Erythrina edulis</i>	2 000 - 2 800	Quechua
Tarwi, chocho	<i>Lupinus mutabilis</i>	500 - 3 800	Yunga, quechua, suni
Frutales			
Aguaymanto	<i>Physalis peruviana</i>	500 - 2 800	Yunga, quechua
Lúcuma	<i>Lucuma obovata</i>	0 - 2 700	Yunga, quechua baja
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i>	500 - 2 300	Yunga
Papayuela	<i>Carica pubescens</i>	500 - 2 700	Yunga, quechua
Pepino	<i>Solanum muricatum</i>	500 - 2 300	Yunga
Sachatomate	<i>Cyphomandra betacea</i>	500 - 2 700	Yunga, quechua
Tumbo	<i>Passiflora mollissima</i>	2 000 - 3 200	Quechua

¹ Alturas y regiones ecológicas a las cuales está mejor adaptada la especie. Puede ser cultivada igualmente encima o debajo de estos límites, en condiciones modificadas.

lupino, y raíces como la arracacha, el yacón y los chagos. En el afán de poblar las áreas más altas, se fueron adaptando especies tolerantes al frío como la quinua, cultivable hasta los 3 900 m, la qañiwa,

que prospera a los 4 000 m y una raíz, la maca, que se cultiva hasta los 4 200 m (Cuadro 5).

Al utilizar los productos de diferentes pisos ecológicos, las poblaciones andinas incluyeron

FIGURA 12
Región andina.



en su dieta frutales de las zonas yunga y quechua, de sabores muy especiales como el sachatome, capulí, pepino, diferentes especies de cactáceas, granadillas, papayas de altura, así como especies condimenticias, aromáticas y medicinales que permiten concluir que la región andina es uno de los centros de mayor biodiversidad de plantas alimenticias en el mundo. La cuantiosa variabilidad fitogenética se explica por la profusa diversidad ecológica que caracteriza los Andes, pudiéndose definir 18 zonas agroecológicas, de uso agrícola diferencial, tan solo para la región de los Andes centrales en el Perú.

Es importante recordar que la presencia de numerosas especies progenitoras y silvestres afines a las especies domesticadas, y portadoras de los genes de adaptación a una alta diversidad de condiciones climáticas altoandinas, constituye la riqueza fitogenética más valiosa, cuya preservación necesita ser apoyada urgentemente por la comunidad internacional.

Conservación de los recursos fitogenéticos andinos

Hasta ahora, la supervivencia de los cultivos andinos se ha debido a la existencia de numerosas comunidades campesinas que aún habitan la zona y que, en base a la preservación de sus tradiciones y a su conocimiento ancestral del manejo, cultivo y utilización de estas especies, han logrado evitar su pérdida.

De la misma manera han mantenido numerosas tecnologías agrícolas tradicionales expuestas a los procesos de erosión, que son afortunadamente objeto de esfuerzos para su rescate y valoración mediante diferentes proyectos (Cepia, 1988; Minka, 1989, 1987; Pisa, 1989;). Las técnicas agrícolas tradicionales son muy variadas e incluyen entre otros:

- el uso de indicadores biológicos para la predicción de las condiciones climáticas;
- el desarrollo de diferentes herramientas agrí-

colas como el simple pero eficiente arado de pie o *chakitaklla*;

- el manejo del suelo y modificaciones para adecuarlo a la producción mediante camellones o terrenos elevados (*waru waru*); andenes o terrazas con los que se modifica el relieve del terreno y que pueden incluir prácticas de riego o de drenaje; el uso de *qocha* o depresiones del terreno para recoger el agua de lluvia;
- diferentes productos como el abono orgánico, por ejemplo el guano de las islas;
- los sistemas de rotación y asociación de cultivos, combinados con el control de las plagas y el uso de plantas repelentes de insectos;
- técnicas de conservación de productos agrícolas, como la deshidratación de la papa y de otros tubérculos y su almacenamiento para años de baja producción.

Durante los últimos 20 años se han efectuado labores sustanciales destinadas a la conservación sistemática de los cultivos andinos y de su biodiversidad, así como a evitar la erosión genética ante el avance de una agricultura moderna que sigue modelos en los cuales prima la homogeneidad y el desarrollo de variedades de alta producción, pero con elevados niveles de fertilización y el uso indiscriminado de productos agroquímicos.

En Ecuador, Perú y Bolivia se han realizado expediciones de recolección (CIRF, INIAP) que han obtenido muestras de la variabilidad de los cultivos andinos, y han asegurado la conservación de un porcentaje importante del material genético. De igual importancia ha sido la elaboración de descriptores de las principales especies andinas, con el apoyo del Servicio de Semillas y Recursos Fitogenéticos de la FAO. En los últimos años se está enfatizando la conservación *in situ*, es decir en los campos de los propios agricultores y bajo su sistema de cultivo. Estas acciones se han

reforzado con la organización de manifestaciones como las «ferias de las semillas», en las que, con la participación de comunidades campesinas locales, se premia y estimula la conservación de la diversidad fitogenética.

Potencial de uso de los cultivos andinos

La marginación de los cultivos andinos se ha producido por el bajo prestigio social de unos cultivos que son alimentos básicos de poblaciones pobres; los laboriosos procesos que requiere su preparación, y el escaso rendimiento económico —consecuencia de los factores anteriores— obtenido en una agricultura de tipo marginal.

Se requiere una intensa labor de fomento para incrementar el consumo masivo de estas especies, sobre todo de aquellas que se destacan por su valor nutritivo, siendo en muchos casos condición indispensable el mejoramiento del proceso postcosecha. Las sustancias amargas o tóxicas que puedan contener los frutos maduros de algunas especies no deben ser un inconveniente, porque existen tecnologías para su extracción y porque algunos compuestos, como los alcaloides del lupino y las saponinas de la quinua, pueden tener una aplicación farmacológica e incluso ser utilizados como una alternativa biológica en el combate de plagas y enfermedades.

Se abren, por otra parte, perspectivas interesantes para la expansión de algunos cultivos andinos. En Estados Unidos, Europa, Nueva Zelandia hay un interés creciente por la quinua y el ulluku, y en el mundo entero por los frutales exóticos como el pepino. Estos cultivos pueden ser procesados ventajosamente para obtener subproductos, y es posible comprobar que los rendimientos marginales son modificables cuando existe un mercado seguro, como en el caso del Brasil, donde la arracacha arroja altos rendimientos con una tecnología apropiada.

Es por ello de máxima importancia adecuar el manejo de los cultivos andinos tradicionales a

tecnologías apropiadas que permitan la intensificación de su producción. Eliminando uno de los factores de su marginación podrán competir en mejores condiciones con otros cultivos más difundidos.

Los avances de la investigación y una progresiva aceptación por la población permiten seleccionar entre la variedad de cultivos andinos aquellos con inmediata posibilidad de ser rescatados para la alimentación regional y mundial.

En los capítulos siguientes se describen especies alimenticias nativas de los Andes, actualmente marginadas; se detalla su situación actual, se analizan sus condiciones de producción y el potencial que podrían tener cuando las condiciones de su marginación hayan sido modificadas.

Bibliografía

- Arbizu, C. y Robles, E. 1986. Los recursos genéticos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. En *Los recursos fitogenéticos andinos*. PICA-UNSCH. Ayacucho.
- Cárdenas, M. 1948. Plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia. *Folia Universitaria de Cochabamba*, 2(2):36-51.
- Cárdenas, M. 1969. *Manual de plantas económicas de Bolivia*. Cochabamba. Imprenta Icthus.
- Cepia, Proyecto de Tecnologías Campesinas. 1988. *Tecnologías campesinas de los Andes*. Lima. Editorial Horizonte.
- CIRF. 1982. *Recursos fitogenéticos de interés agrícola en la región andina*. Informe de la Primera Reunión Regional. IICA, JUNAC-CIRF, Roma.
- Cook, O.F. 1925. Peru as a center of domestication. *Journal of Heredity*, 16:33-46; 95-110.
- Franco, S. et al. 1989. *Catálogo de colecciones de recursos fitogenéticos de la Sierra Norte del Perú*. INIAA, Cajamarca.
- Horkheimer, H. 1973. *Alimentación y obtención de alimentos en el Perú prehispánico*.

- Universidad Nacional Mayor San Marcos, Lima.
- INIAC-CIRF.** 1985. *Recolección de varios cultivos andinos en el Ecuador*. Informe final. Quito, Ecuador.
- León, J.** 1969. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. *Boletín Técnico* N° 6. Lima.
- Minka.** 1983. Cultivos andinos. *Revista Minka* N° 10. Grupo Talpuy, Huancayo, Perú.
- Minka.** 1987. Tubérculos andinos. *Revista Minka* N° 21. Grupo Talpuy, Huancayo, Perú.
- Núñez, L.** 1974. *La Agricultura prehistórica en los Andes meridionales*. Universidad del Norte, Chile.
- National Research Council.** 1989. *Lost crops of the Incas. Little known plants from the Andes with promise for worldwide cultivation*. Washington, D.C. National Academy Press.
- Pisa.** 1989. Informe técnico anual. INIAA-CIID. Puno, Perú.
- Rea, J. y Morales, D.** 1980. *Catálogo de tubérculos andinos*. MACA-IBTA. Programa de cultivos andinos. La Paz.
- Salis, A.** 1985. *Cultivos andinos. ¿Alternativa alimentaria popular?* Centro de Estudios Rurales Bartolomé de las Casas, CEDEP Ayllu. Cuzco, Perú.
- Sauer, C.O.** 1950. Cultivated plants of South and Central America. En *Handbook of South American Indians*. Vol. 6. Smithsonian Institute. Washington, D.C.
- Tapia, M.** 1989. *Potencial productivo agropecuario en la Sierra y sus componentes para el desarrollo. Bases para una política tecnológica*. Publ. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina, CCTA. Lima.
- Tapia, M.** 1990. *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Santiago. FAO.
- Tapia, M. et al.** 1990. Conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos andinos para la producción de semillas con agricultores campesinos. En *Reflexiones sobre políticas y producción de recursos genéticos*. Publ. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina, CCTA. Lima.
- Vavilov, N.I.** 1960. *Estudio sobre el origen de las plantas cultivadas*. Buenos Aires. Ediciones ACME Agency S.R. Ltda.

Granos y leguminosas andinas

QAÑIWA

(*Chenopodium pallidicaule*)

Nombre botánico: *Chenopodium pallidicaule* Aellen.

Familia: Quenopodiáceas.

Nombres comunes: qañiwa, cañihua (Perú), cañahua (Bolivia).

La qañiwa, originaria de los Andes del sur de Perú y de Bolivia, fue domesticada por los pobladores de la cultura Tiahuanaco, asentados en la meseta del Collao. No se han encontrado vestigios arqueológicos relacionados con esta planta, y la dehiscencia que aún presentan los granos sugiere que su domesticación no está completa. Tiene importancia en el altiplano del Perú y de Bolivia, porque produce granos para la alimentación humana en altitudes entre 3 800 y 4 300 m, siendo muy resistente al frío en sus diferentes fases fenológicas. En la actualidad, su cultivo y utilización se mantienen a niveles de autoconsumo en estas regiones; una de las causas de su marginación es la elevada cantidad de mano de obra requerida para su cosecha y el tamaño pequeño del grano, que dificulta su manejo.

Uso y valor nutritivo

Este grano tiene un elevado contenido en proteínas (15-19 por ciento) y, al igual que la quinua y kiwicha, una proporción importante de aminoácidos azufrados. Tiene la ventaja de no poseer saponinas, a diferencia de la quinua, lo cual facilita su utilización. El consumo tradicional y

más frecuente es en forma de granos ligeramente tostados y molidos, resultando una harina agradable, denominada cañihuaco. Esta se ingiere sola, en bebidas frías o calientes, o en mazamorras. Se conocen más de 15 formas diferentes de preparar el grano entero y el cañihuaco (en entradas, sopas, guisos, postres y bebidas). En la industria panificadora se ha probado con buen resultado agregar un 20 por ciento de cañihuaco a la harina de trigo, lo que otorga al producto (pan, galleta) un color y sabor característico y agradable.

El cañihuaco tiene uso medicinal: contrarresta el mal de altura, combate la disentería; las cenizas del tallo pueden ser repelentes contra picaduras de insectos y arácnidos.

Descripción botánica

Planta anual de 25-70 cm, con variaciones en la ramificación; se diferencian dos tipos: 'Saigua', de crecimiento erecto y pocas ramas secundarias, y 'Lasta', muy ramificado. Raíz pivotante, con múltiples ramificaciones finas. Hojas y tallo se colorean en la madurez de amarillo, rosado, anaranjado, rojo o púrpura. Inflorescencias en cimas terminales y axilares, cubiertas por el follaje; flores pequeñas, sin pétalos, de tres tipos: hermafroditas, pistiladas y androestériles; androceo formado por 1-3 estambres, gineceo con ovario súpero unilocular. Semilla de 0,5-1,5 mm de diámetro, color castaño o negro, piriforme y ligeramente comprimida. Hojas pecioladas, de forma romboide, trilobuladas y alternas.

Las semillas no presentan dormición y pueden germinar sobre la propia planta al tener humedad suficiente. Por tener maduración progresiva se produce una pérdida y dispersión espontánea de

la semilla, característica de las especies silvestres. Las semillas pueden permanecer por varios años en los terrenos donde se ha cultivado qañiwa.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

El cultivo se extiende desde el centro del Perú (Huaraz) hasta Cochabamba en Bolivia, entre 3 000-4 000 m, con una mayor concentración en la región del altiplano; es esporádico en la meseta de Bombón (Junín, Perú), en pequeñas parcelas. Sus requerimientos son:

Fotoperíodo. Es indiferente a la duración de la luz de día y muestra adaptabilidad a diferentes ambientes; experimentalmente se ha producido grano en Finlandia, a 40° lat. N.

Humedad. Requiere de 500-800 mm de lluvias, pero puede tolerar períodos prolongados de sequía; muestra susceptibilidad extrema al exceso de humedad en las primeras fases de desarrollo.

Temperatura. Una vez establecida la planta, es muy resistente al frío, soportando temperaturas de hasta -10 °C durante la ramificación, ya que por un mecanismo de adaptación las hojas cubren y protegen los primordios y ejes florales al atardecer, evitando el congelamiento de las partes vitales de la planta. En el otro extremo puede soportar hasta 28 °C, si cuenta con la humedad necesaria.

Suelos. Prefiere suelos franco-arcillosos, provistos de suficiente fósforo y potasio. El pH adecuado varía entre 4,8 y 8,5; muestra tolerancia a la salinidad.

En forma silvestre y entre cultivos de papa amarga crecen con frecuencia las denominadas 'Mama Qañiwa', 'Machu Qañiwa', y 'K'ita Qañiwa', que son los parientes más cercanos de la qañiwa. Las formas silvestres pueden alcanzar tamaños considerables en buenas condiciones de

fertilidad; estas plantas son cosechadas y consumidas en años de escasez.

Diversidad genética

La qañiwa muestra amplia diversidad genética, con distintas formas de plantas, desde erectas ('Lasta') hasta rastreras ('Saigua'). Varían el color de plantas y semillas, la precocidad, contenido de proteínas, adaptación a suelos, precipitación, tolerancia a plagas y enfermedades. Normalmente se encuentran especies cultivadas, especies escapadas del cultivo y silvestres. El centro de diversidad se limita al altiplano peruano-boliviano, es decir a la región comprendida desde el nudo de Vilcanota en el Perú hasta los salares de Uyuni en Bolivia.

Algunos de los cultivares conocidos en el Perú son: 'Cupi', 'Ramis', 'Akallapi', 'Huanaco', 'Rosada', 'Chillihua', 'Condorsaya', 'K'ellu', 'Puca'; en Bolivia: 'Kanallapi', 'Chusllunca' y 'Issualla'.

Se cuenta con colecciones de germoplasma en las estaciones experimentales del INIAA de Camacani e Illpa (Puno), de la Universidad San Antonio Abad en K'ayra (Cuzco) en el Perú, y en la de Patacamaya (IBTA, Bolivia), donde se conservan más de 380 accesiones en ambientes oscuros y fríos, pero inadecuados para una conservación de largo plazo.

Como aún no se han introducido variedades seleccionadas en mayor escala en los dos países donde se cultiva, no hay peligro de erosión genética.

Se requiere una recolección complementaria y sistemática de la variabilidad genética en la hoya del lago Titicaca, en el altiplano peruano-boliviano, cordilleras y zonas por encima de los 4 000 m, valles altoandinos de la cordillera central (Ancash, Huánuco, Junín, Huancavelica, Ayacucho y Cuzco), zonas áridas aledañas a los salares en Bolivia y finalmente en la puna y prepuna del norte de Argentina. La recolección

FIGURA 13

Granos andinos: A. qañiwa (*Chenopodium pallidicaule*); A1. flor hermafrodita; A2. flor masculina; A3. fruto; A4. semilla; B. quinua (*C. quinoa*); B1. flor hermafrodita; B2. flor femenina; B3. frutos; B4. semilla.



debe efectuarse a partir de cultivos y, con mayor énfasis, a partir de poblaciones silvestres, que aún no han sido recolectadas, complementando así su conservación *in situ*.

Prácticas de cultivo

El cultivo tradicional se efectúa exclusivamente en condiciones de secano, sin fertilización, en campos de rotación con papa amarga y otros tubérculos andinos y con escasa preparación del suelo. Se siembra al voleo, aproximadamente 5-8 kg/ha. Muchas veces pareciera estar sembrada en surcos, pero no son más que los camellones que quedan del cultivo de tubérculos después del aporcado. La cosecha y trilla se hacen en varias etapas; consisten en arrancar las plantas con raíces, sacudirlas para que se caigan los granos maduros, luego dejarlas secar durante 10-15 días y finalmente proceder a la trilla, utilizando palos curvos (*wajtana*). Debido a la maduración paulatina de la planta, quedan generalmente granos y se vuelve a trillar después de otro período de 10-15 días. Con esta técnica, el campesino obtiene 400-800 kg/ha de granos. Los tallos secos y la broza son un apreciado subproducto para la alimentación animal.

Sin embargo se puede alcanzar un rendimiento de 3 t/ha cuando se prepara el suelo con buen mullido, se siembra en surcos distanciados 40 cm, se emplea semilla seleccionada por tamaño (5 kg/ha) y se fertiliza (60-40-00 u 80-80-00). El nitrógeno se aplica en dos tiempos: siembra y ramificación. Se efectúa un aporcado y una escarda para evitar competencia. Las plagas se controlan en el caso de amenazar la producción, sobre todo *Epicauta* sp., *Gnorimoschema* sp. y *Myzus* sp. La cosecha se efectúa cuando las plantas viran de color; consiste en segar y emparvar durante 20-30 días o hasta que estén completamente secas. La trilla puede ser manual, con varas curvas y zaran-das, o mecanizada mediante una trilladora estacionaria de trigo (reduciendo al mínimo las revo-

luciones, cerrando la entrada de aire y modificando las dimensiones de las cribas). Es necesario limpiar el grano que está cubierto por broza fina. Los rendimientos comerciales con esta técnica alcanzan los 1 500 kg/ha.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Entre los granos andinos presenta muchas limitaciones, por la poca difusión dada a su cultivo. La investigación genética y agronómica, la evaluación del germoplasma y la transformación o industrialización se han realizado muy parcialmente, en relación a las potencialidades que ofrece la especie. La dificultad de la cosecha, consecuencia de una maduración del grano sin uniformidad, es en la actualidad una de las mayores limitaciones.

Asimismo, fuera de su área de producción, poco se conoce acerca de la utilización de esta especie en la alimentación; tampoco se practica la transformación agroindustrial del grano. El tamaño de este último dificulta el procesamiento y la elaboración casera del cañihuaco; además, esta técnica tradicional está cayendo en desuso por laboriosa.

Sus mayores ventajas son la adaptación a las condiciones agroclimáticas de zonas frías y altas, por encima de los 3 800 m, donde otros cultivos no prosperan; su valor nutritivo, con 15-18 por ciento de proteínas y un excelente balance de aminoácidos esenciales, y la posibilidad del uso integral de la planta como especie forrajera.

Áreas potenciales para introducción y cultivo.

El cultivo podría intensificarse en las áreas planas de la meseta altiplánica de Perú y Bolivia y en las zonas sobre los 3 800 m de la cordillera central de los Andes.

La investigación, promoción y apoyo oficial podrían motivar el resurgimiento del cultivo en las tierras frías de los Andes.

Las líneas de investigación y de promoción

necesarias para dar inicio a una mayor divulgación del cultivo son las siguientes:

- completar la colección, evaluación y caracterización del material genético disponible en la región andina, con prioridad para obtener variedades de maduración uniforme, menor dehiscencia y grano de tamaño grande;
- producir semilla mejorada y distribuirla a los productores;
- construir prototipos de maquinaria eficiente para la trilla del grano;
- llevar a cabo el procesamiento agroindustrial para ofrecer productos de buena presentación y provechosa comercialización;
- divulgar el valor nutritivo y las formas de preparación.

QUINUA

(*Chenopodium quinoa*)

Nombre botánico: *Chenopodium quinoa* Willdenow.

Familia: Quenopodiáceas.

Nombres comunes: *quechua:* quinua, kiuna (Ecuador, Perú, Bolivia); *aymara:* jiura (Bolivia); *mapuche:* quinhua (Chile); *chibcha:* suba (Colombia); *inglés:* quinoa.

La quinua es una planta alimenticia que fue cultivada ampliamente en la región andina por culturas precolombinas desde hace unos 5 000 años y utilizada en la dieta de los pobladores tanto de valles interandinos, zonas más altas y frías, como de altiplanos. Después del maíz, entre los granos andinos ha ocupado el lugar más destacado.

Actualmente su cultivo se mantiene en Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Su marginación se inició con la introducción de cereales como la cebada y el trigo, y su reemplazo por éstos. La reducción del área cultivada en los países andinos obedece también a razones técni-

cas, económicas y sociales. La cosecha y trilla, que se efectúan en la mayoría de los casos a mano, requieren un elevado número de jornales. También se debe a que el grano necesita de un proceso de eliminación de sus principios amargos previo al consumo. Los precios que recibe el agricultor a menudo no justifican su labor y dedicación.

Usos y valor nutritivo

En la alimentación humana se usan el grano, las hojas tiernas hasta el inicio de la formación de la panoja (el contenido de proteínas de estas últimas alcanza 3,3 por ciento en materia seca), y con menor frecuencia las panojas tiernas. El valor nutritivo es relevante; destacan el contenido y la calidad de proteínas por su composición en aminoácidos esenciales (lisina, arginina, histidina y metionina); su valor biológico es comparable al de la caseína y es especialmente apta para mezclas alimenticias con leguminosas y cereales.

Entre los granos andinos es el de mayor versatilidad para el consumo: el grano entero, la harina cruda o tostada, hojuelas, sémola y polvo instantáneo pueden ser preparados en múltiples formas. Existen numerosas recetas que dan a conocer cerca de 100 preparaciones, entre ellas tamal, salsa a la huancaína, ensalada de hojas, encurtido de panojas, sopas y cazuelas, guisos, torrijas, pasteles, postres y dulces, bebidas refrescantes y fermentadas, frías y calientes; asimismo panes, galletas y tortas, en cuya composición entra un 15 a 20 por ciento de harina de quinua.

La planta entera se usa como forraje verde. También se aprovechan los residuos de la cosecha para alimentar vacunos, ovinos, cerdos, caballos y aves.

Tienen uso medicinal las hojas, tallos y granos, a los que se atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas contra el dolor de muelas, desinfectantes de las vías urinarias; se utilizan también en caso de fracturas, en hemorragias internas y como repelente de insectos.

El potencial de producción es bueno; por ello su cultivo se está ampliando a diferentes países. Con adecuada preparación del suelo, fertilización, control de plagas y enfermedades es posible obtener rendimientos sobre las 3-4 t/ha. En los últimos años se está introduciendo al mercado internacional, obteniéndose precios que superan 1,5 dólares EE.UU. por kg.

Descripción botánica

Planta herbácea anual, de 0,20-3 m, dependiendo de las condiciones del medio y del genotipo. Inflorescencia racemosa (panoja con grupos de flores en glomérulos), flores pequeñas, incompletas, sésiles, de la misma coloración que los sépalos; pueden ser hermafroditas, pistiladas o androestériles. Estambres con filamentos cortos que sostienen anteras basifijas, estilo con 2 ó 3 estigmas plumosos. Fruto en aquenio indehiscen-te, protegido por el perigonio. Semillas de 1-2,6 mm, de color blanco, amarillo, rojo, púrpura, café o negro. Hojas de polimorfismo marcado: rómbicas, deltoides o triangulares. Raíz pivotante, densamente ramificada.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

El ciclo varía de 120-240 días y se adapta a diferentes condiciones del medio. Fases fenológicas: emergencia, 2,4 y 6 hojas verdaderas, rami-ficación, inicio de formación de la panoja, plena formación de la panoja, inicio de floración, flora-ción o antesis, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica.

La quinua presenta facultades de adaptación a condiciones adversas del medio, como tolerancia al frío y a la sequía. Sus semillas no presentan dormición y germinan cuando encuentran condi-ciones adecuadas, incluso en la misma planta, aunque en las formas silvestres pueden permanecer en el suelo durante 2-3 años, sin germinar.

Su cultivo tradicional se extiende desde los 8° lat. N, hasta los 30° lat. S, adaptándose a dife-

rentes condiciones de humedad, altura y topogra-fía. Sus requerimientos son:

Precipitación. Depende de la zona agroecológica y del genotipo al que pertenece. Varía desde 250 mm (zona de saladares en Bolivia), has-ta 1 500 mm en los valles interandinos. Aunque muestra alta resistencia a períodos de sequía, requiere suficiente humedad en la etapa al inicio del cultivo.

Temperatura. Soporta hasta -5°C en la fase de ramificación, dependiendo del ecotipo y de la duración de la temperatura mínima. Su resisten-cia ontogénica al frío y a la sequía es muy varia-ble; existen ecotipos que resisten -8°C y sobreviven 20 días (temperatura mensual promedio).

Suelo. Prefiere suelos francos, semiprofundos, con buen drenaje y provistos de nutrientes; se adapta a suelos ácidos con pH 4,5 (en Cajamarca, Perú) hasta alcalinos de pH 9,5 (en Uyuni, Boli-via) según los ecotipos. También se obtienen producciones aceptables tanto en suelos arenosos como arcillosos.

Diversidad genética

Las especies silvestres más próximas son *C. hircinum* y *C. berlandieri*, con igual número de cromosomas ($2n = 4x = 36$) y *C. pallidicaule* con $2n = 2x = 18$ cromosomas.

Existen poblaciones silvestres simpátricas de las poblaciones domesticadas bajo cultivo, y observándose similitudes morfológicas y electrofo-réticas entre unas y otras en cada localidad, lo que indica que las quinuas domesticadas están gene-ralmente acompañadas por poblaciones silves-tres en sus diversas áreas de distribución.

Las quinuas cultivadas presentan una gran di-versidad genética, mostrando variabilidad en la coloración de planta, inflorescencia y semillas, en los tipos de inflorescencia, en el contenido en

proteínas, saponina, betacianina y cristales de oxalato de calcio en las hojas, con lo que se obtiene una amplia adaptación a diferentes condiciones agroecológicas (suelos, precipitación, temperatura, altura, resistencia a heladas, sequía, salinidad o acidez).

Desde el punto de vista de su variabilidad puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple. La región andina, y dentro de ella las orillas del lago Titicaca, son las que muestran mayor diversidad y variación genética. Las principales variedades conocidas en esta región son, en el Perú: 'Kancolla', 'Cheweca', 'Witulla', 'Tahuaco', 'Camacani', 'Yocará', 'Wilacayuni', 'Blanca de Juli', 'Amarilla de Maranganí', 'Pacus', 'Rosada y Blanca de Junín', 'Hualhuas', 'Huancayo', 'Mantaro', 'Huacariz', 'Huacataz', 'Acostambo', 'Blanca Ayacuchana', 'Nariño'. En Bolivia: 'Sajama', 'Real Blanca', 'Chucapaca', 'Kamiri', 'Huaranga', 'Pasanca-lla', 'Pandela', 'Tupiza', 'Jachapucu', 'Wila Coymini', 'Kellu', 'Uthusaya', 'Chullpi', 'Kaslali', 'Chillpi'. En Ecuador: 'Inbaya', 'Chaucha', 'INIAP-Cochasqui', 'Tanlahua', 'Piartal', 'Porotoc', 'Amarga del Chimborazo', 'Amarga de Imbabura', 'Morada'. En Colombia: 'Dulce de Quitopampa'. En Argentina: 'Blanca de Jujuy'. En Chile: 'Baer', 'Lito', 'Faro', 'Picchaman'.

Los riesgos de erosión genética se deben no sólo a la pérdida de viabilidad en los bancos de germoplasma (actualmente supera el 15 por ciento anual), apareciendo también en las zonas de diversificación, sobre todo en los lugares donde se efectúa la promoción de cultivares y variedades modernas con fines comerciales. Es aún más delicado el caso de las especies silvestres por tener poblaciones pequeñas y aisladas, que no han sido recolectadas oportunamente y se van perdiendo indefectiblemente. Asimismo existe riesgo por factores ambientales y desastres naturales. La conservación *in situ* es una alternativa, aunque

con dificultades de orden socioeconómico y de apoyo institucional.

A lo largo de la región andina existen varios bancos de germoplasma en los que se conservan más de 2 000 accesiones en cámaras frías: en el Perú, en las estaciones experimentales de Camacani e Illpa (Puno), K'ayra y Andenes (Cuzco), Canáan (Ayacucho), Mantaro y Santa Ana (Huancayo), Baños del Inca (Cajamarca); en Ecuador, en la de Santa Catalina del INIAP (dispone de cámara fría); en Bolivia, en la de Patacamaya del IBTA.

Las zonas de diversidad genética donde aún falta recolectar son las islas del lago Titicaca; las áreas por encima de los 3 900 m en el Perú y Bolivia; los valles interandinos semiáridos; los salares; los valles de la vertiente oriental de los Andes; las zonas frías de Argentina.

Prácticas de cultivo

La técnica tradicional del cultivo consiste en sembrar bajo condiciones de secano, como rotación al cultivo de la papa o en franjas en los cultivos de maíz, con escasa preparación del suelo, aprovechando sólo los abonos orgánicos residuales del cultivo anterior. La densidad de siembra varía entre 15 y 20 kg/ha de semilla sin seleccionar. El agricultor tradicional busca siempre seguridad en el cultivo; por ello siembra varios ecotipos en diferentes épocas y localidades. Las labores culturales se limitan a una o dos escardas, ocasionalmente se aporca, sobre todo en los valles interandinos. No se efectúa control de plagas ni enfermedades. La cosecha se recoge cuando las plantas alcanzan la madurez fisiológica, luego se emparva durante 30-45 días, para finalmente trillarla sobre la tierra apisonada, golpeando con palos curvos (*wajtana*) o mediante el pisoteo de animales. Los rendimientos varían de 400-1 200 kg/ha, de acuerdo a la zona.

Resultados experimentales muestran que se pueden aumentar los rendimientos efectuando

una buena preparación del suelo, con fertilización de 80-40-00, aplicando el nitrógeno fraccionado en siembra y aporcado. Se recomienda la siembra en surcos distanciados 40-80 cm, empleando 10 kg/ha de semilla seleccionada, escardas durante las primeras fases fenológicas, aporcado sobre todo en las quinuas de valle, y control de las principales plagas. La cosecha puede hacerse mediante cosechadoras combinadas o estacionarias. Se pueden lograr rendimientos de hasta de 5 000 kg/ha de grano, y como subproducto de la cosecha se obtienen 5-10 t/ha de broza para la alimentación del ganado. Estos rendimientos son factibles en condiciones climáticas (lluvia y temperatura) adecuadas, lo que no siempre es el caso en las diferentes zonas agroecológicas de los Andes.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Una de las principales limitaciones actuales del cultivo se debe a que la casi totalidad de las variedades tradicionales posee saponinas en mayor o menor cantidad, que dan un sabor amargo al grano. Sin embargo existen variedades de bajo contenido de saponina como la 'Blanca de Junín', y algunas casi libres de saponina como la 'Sajama' y 'Nariño'.

La quinua ha sido considerada durante siglos como alimento de bajo prestigio social, prejuicio que está cambiando lentamente. Falta una mayor difusión de los conocimientos sobre su valor nutritivo.

Las perspectivas para la mejora de las técnicas de propagación y cultivo son bastante alentadoras. El procesamiento agroindustrial es un factor de importancia decisiva para el desarrollo actual y futuro del cultivo. Permite optimizar la calidad y utilización, incrementar el valor agregado y facilitar la comercialización, lo cual incentivaría al agricultor no sólo a mejorar la productividad y calidad de su cultivo, sino también a incrementar la superficie sembrada.

Las experiencias de proyectos como COPACA (1990) en la divulgación de los conocimientos sobre la quinua, entre otros cultivos, abren la perspectiva a una difusión masiva, dada la importancia estratégica que tiene en la alimentación de la población, especialmente rural, y que puede ser ampliada a la urbano-marginal e interesar los programas de seguridad alimentaria.

Existen posibilidades de introducirla a la economía del mercado y de generar ingresos adecuados. Sin embargo persiste aún un número excesivo de intermediarios en el proceso de comercialización; falta determinar los parámetros de calidad en función del mercado y de la exportación.

Áreas potenciales para introducción y cultivo.

Se podría recuperar la distribución y superficie cultivada que tenía la quinua antes del siglo XVI, e incrementar su cultivo en zonas agroecológicas áridas y semiáridas o marginales.

En Venezuela se han efectuado ensayos en las zonas de Mérida y Maracay con buenos resultados, en vista de introducirla en el futuro en los departamentos de Mérida, Trujillo y Lara.

En Colombia, tales ensayos han comprendido la sabana de Bogotá, y los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Valle, Huila, Nariño, Santander y Antioquía.

En Ecuador se ha introducido en toda la región andina, principalmente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Loja y Tungurahua. Su cultivo está siendo promovido por empresas privadas en zonas agroecológicas bajas y más cálidas para la exportación.

En el Perú se ha introducido en toda la región andina desde Piura hasta Tacna, aunque en la costa presenta un buen potencial, sobre todo para la exportación.

En Bolivia, la introducción interesa igualmente la región andina; se puede incrementar el rendimiento en la zona de los salares e incorporarla en las yungas.

Sería factible introducir el cultivo en Honduras y Guatemala, y en los estados centrales de México (México, Puebla, Guerrero, Tlaxcala, Oaxaca). En los Estados Unidos se ha investigado y se siembra actualmente en Colorado, Texas, Nuevo México y Utah. En los Himalayas se practica su cultivo con resultados aceptables.

Las ventajas principales de este cultivo son su capacidad de producir un grano de alta calidad biológica y la existencia de un material de germoplasma adaptado a diferentes condiciones ecológicas. Se ha de valorar además el conocimiento y uso actual que hacen los campesinos de esta especie.

Líneas de investigación

- Completar la recolección, evaluación, caracterización, documentación e intercambio de germoplasma en los diferentes países de la región andina. Mejorar las instalaciones y equipamiento de los actuales bancos de germoplasma.
- Mejoramiento genético y agronómico: seleccionar un amplio rango de variedades con bajo contenido de saponina, precoces, de grano grande y alto rendimiento, resistentes a heladas, sequía y salinidad. Mejorar la uniformidad de la arquitectura y maduración de la planta para facilitar la cosecha mecanizada. Practicar el control integrado de plagas y enfermedades. Establecer un programa de producción de semilla genética, básica, y de multiplicación de semilla comercial para las diferentes zonas agroecológicas de los Andes.
- Postcosecha y transformación: perfeccionar la tecnología para desaponificar el grano, evitando pérdidas en el valor nutritivo. Fomentar el procesamiento y transformación industrial.
- Valor nutritivo y uso: llevar a cabo la caracterización químico-nutricional de la saponi-

na y su uso en la farmacopea. Difundir características nutritivas y versatilidad culinaria.

- Comercialización y mercadeo: evaluar el consumo interno, estimular la demanda, incorporarla en programas de asistencia alimentaria. Mejorar la información sobre precios y parámetros de calidad. Definir protocolos sanitarios para la exportación.

TARWI

(*Lupinus mutabilis*)

Nombre botánico: *Lupinus mutabilis* Sweet.

Familia: Fabáceas.

Nombres comunes: *quechua:* tarwi (Perú, Bolivia); *aymara:* tauri (Bolivia); *otras lenguas aborígenes:* chocho, chochito (Ecuador y norte del Perú), ccequela [Perú (Azángaro)], chuchus (Bolivia); *castellano:* altramuz, lupino, chocho; *inglés:* Andean lupine.

El tarwi es una leguminosa domesticada y cultivada por los antiguos pobladores de la región andina central desde épocas preincaicas, habiéndose encontrado semillas en tumbas de la cultura Nazca y representaciones en la cerámica Tiahuanaco. Como antaño, las poblaciones andinas emplean aún hoy las semillas como alimento. Su importancia ya era grande en la época prehispánica, ocupando uno de los primeros lugares entre los alimentos por su elevado contenido de proteínas.

Su cultivo se mantiene desde Ecuador hasta Chile y el norte de Argentina bajo distintos sistemas de producción. Fue desplazada por la introducción de cultivos europeos, y a causa de dicha marginación, el tarwi ha sido una de las especies nativas más afectadas. Por su contenido de alcaloides en el grano, que le da un fuerte sabor amargo, requiere un proceso que lo elimine; este requisito constituye una desventaja frente a otras

leguminosas introducidas. Ello motivó la disminución de su área cultivada, a pesar de contar con ventajas agronómicas y nutricionales, como la fijación del nitrógeno atmosférico (más de 100 kg/ha), resistencia al frío y alto contenido de proteína y aceite. Puede haber influido en su marginación el hecho de ser consumida mayormente por la población indígena y la variabilidad de sus rendimientos: en parcelas de campesinos se obtienen 300-600 kg/ha; en condiciones adecuadas es posible alcanzar 3 500 kg/ha, y experimentalmente 7 000 kg/ha.

Usos y valor nutritivo

El tarwi no sólo es una importante fuente de proteínas (42,2 por ciento en el grano seco, 20 por ciento en el grano cocido y 44,5 por ciento en la harina), sino también de grasa, puesto que el contenido de ésta en el grano seco es de 16 por ciento y en la harina de 23 por ciento. Se utiliza en la alimentación humana previa eliminación del sabor amargo, para lo cual existen diversos métodos. Las formas de preparación varían según las regiones y ocasiones de consumo: cebiche serrano, sopas (crema de tarwi); guisos (pepián); postres (mazamorra con naranja) y refrescos (jugo de papaya con harina de tarwi). Industrialmente se obtiene harina que se usa hasta en un 15 por ciento en la panificación. Tiene la ventaja de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico del producto; asimismo permite una más larga conservación del pan debido a la retrogradación del almidón, obteniéndose un mayor volumen por las propiedades emulgentes que tiene la lecitina del tarwi dulce. Los alcaloides (esparteína, lupinina, lupanidina, etc.) se emplean para controlar ectoparásitos y parásitos intestinales de los animales. Ocasionalmente los agricultores utilizan el agua de cocción del tarwi como laxante y para el control de plagas en plantas. En el estado de floración la planta se incorpora a la tierra como abono verde, con buenos resultados, mejorando

considerablemente la cantidad de materia orgánica, estructura y retención de humedad del suelo. Por su contenido de alcaloides se siembra a menudo como cerco vivo o para separar parcelas de diferentes cultivos, evitando el daño que pudieran causar los animales. Los residuos de la cosecha (tallos secos) se usan como combustible por su gran cantidad de celulosa que proporciona un buen poder calorífico.

Descripción botánica

Planta anual de tamaño variable de 0,4-2,5 m, dependiendo del genotipo y medio donde se cultive. Raíz pivotante con eje principal grueso, alcanza hasta 3 m; las raíces secundarias ramificadas tienen nódulos simbióticos con bacterias del género *Rhizobium*. Tallos cilíndricos, leñosos. Hojas palmeadas, digitadas. Inflorescencia racemosa con varios verticilos florales, cada uno de 5 flores, cuyos colores varían desde el azul, morado, celeste, rosado hasta el blanco. Androceo formado por 10 estambres dorsifijos y 5 basifijos; las flores en un 50-70 por ciento no llegan a formar frutos, especialmente en ramas secundarias y terciarias, debido a la abscisión floral. Fruto en legumbre pubescente, indehiscente en las cultivadas y con cierta dehiscencia en las semicultivadas y silvestres, de forma elíptica u oblonga, aguda en ambos extremos, con cerca de 130 vainas por planta. Semilla lenticular, de 8-10 mm de largo y 6-8 mm de ancho, de color variable entre negro y blanco, pasando por bayo, pardo, gris y amarillo verdoso; tegumento endurecido que representa el 10 por ciento de la semilla y contiene alcaloides. Cien semillas pesan entre 20 y 28 g.

El ciclo vegetativo varía entre 150 y 360 días, dependiendo del genotipo y si se toma en cuenta la maduración del eje central solo, o la de las demás ramas. Las diferentes fases fenológicas son: emergencia, primera hoja verdadera, formación del racimo en el tallo central, floración,

envainado, maduración de vainas y madurez fisiológica. Las semillas presentan latencia por inmadurez, ya que requieren una fase de postmaduración antes de germinar. En especies silvestres de *Lupinus* la dispersión es espontánea por la dehiscencia, pudiendo incluso alcanzar varios metros.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Se cultiva en zonas templadas-frías (Venezuela, Chile y norte de Argentina), en valles interandinos y altiplanos, desde los 2 000-3 850 m, aunque experimentalmente se han obtenido buenos rendimientos a nivel del mar. Sus requerimientos son:

Fotoperíodo. Es aparentemente indiferente a este factor, aunque se cultiva más en condiciones de días cortos.

Precipitación. Sus requerimientos se sitúan entre 350-800 mm, siendo cultivado exclusivamente en condiciones de secano; es susceptible al exceso de humedad, y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y envainado.

Temperatura. No tolera las heladas en la fase de formación del racimo y madurez, aunque algunos ecotipos cultivados a orillas del lago Titicaca tienen una mayor resistencia al frío.

Suelos. Francos y franco-arenosos, con balance adecuado de nutrientes y buen drenaje, pH que oscila entre 5 y 7. En suelos ácidos, la fijación de nitrógeno por el *Rhizobium* es muy escasa.

El cultivo se mantiene en forma tradicional en Ecuador, Perú y Bolivia, aunque en la actualidad se han efectuado introducciones en Venezuela, Colombia, Chile, Argentina, México y países de Europa, con buenos resultados.

Diversidad genética

El tarwi muestra amplia diversidad genética, con gran variabilidad en la arquitectura de la planta, adaptación a suelos, precipitación, temperatura y altura; asimismo en precocidad, contenido de proteínas, aceite, alcaloides y en rendimiento y tolerancia a enfermedades. El color del grano, planta y flor es variable. Su centro de origen estaría ubicado en la región andina de Ecuador, Perú y Bolivia, ya que en ella se encuentra la mayor variabilidad genética. En esa región se han identificado 83 especies del género *Lupinus*.

Las variedades y cultivares conocidos son numerosos; en el Perú, 'Andenes 80', 'Cuzco', 'K'ayra', 'Carlos Ochoa', 'Yunguyo', 'Altagracia', 'H6', 'SCG-9', 'SCG-25', 'SLP-1', 'SLP-2', 'SLP-3', 'SLP-4' y 'SLP-5'; en Bolivia: 'Toralapa' y 'Carabuco'; en Chile: 'Inti'.

Se conservan varias colecciones de trabajo, en universidades, institutos de investigación y proyectos de cooperación técnica a lo largo de la región andina. Se conservan más de 1 600 accesiones en cámaras frías de diferentes estaciones experimentales. Las principales son, en el Perú, K'ayra en Cuzco, Santa Ana en Huancayo, Illpa y Camacani en Puno, Baños del Inca en Cajamarca y Canáan en Ayacucho; en Bolivia, Patacamaya, Toralapa y Pairumani; en Ecuador, Santa Catalina.

El elevado contenido en grasa de las semillas reduce los tiempos de germinación; las pérdidas pueden alcanzar entre 20 y 25 por ciento anuales, por lo que se requiere la continua regeneración del material.

En el campo aún no se observa erosión genética, ya que la introducción de variedades mejoradas no es significativa. La conservación *in situ* sería una buena alternativa, sobre todo para las especies silvestres.

Las zonas de diversidad genética de especies cultivadas o silvestres que requieren ser recolectadas se ubican por encima de los 3 800 m, en

FIGURA 14

A. Tarwi (*Lupinus mutabilis*); A1. flor; A2. legumbre; A3. semilla; B. kiwicha (*Amaranthus caudatus*); B1. flor; B2. fruto.



regiones semiáridas, en valles interandinos profundos, en la vertiente oriental de los Andes, en las lomas de la costa del Perú, al pie de los montes de Venezuela, en la sabana de Colombia, en el norte de Argentina, en las yungas de Bolivia, y en Chile, en Concepción y Chiloé en el sur, y en zonas del norte.

Prácticas de cultivo

La práctica tradicional de cultivo consiste en sembrar con laboreo mínimo, sobre todo en suelos delgados y zonas altas, en razón del escaso desarrollo de malezas y para dar prioridad a la conservación de la humedad, generalmente en rotación con papa o cereales, sin uso de fertilizantes ni abonos. La densidad de siembra varía de 100-120 kg/ha de semilla sin seleccionar, distribuida a voleo. Las labores culturales se limitan a una escarda. La cosecha se realiza cuando las plantas han alcanzado la madurez plena; se separan los granos de la vaina mediante golpes con palos curvos o pisoteo del ganado; la trilla se complementa aventando los granos. Con esta técnica los rendimientos varían entre 500-1 000 kg/ha, de acuerdo a las regiones y ecotipos utilizados. La técnica de cultivo mejorada consiste en sembrar en suelo previamente preparado y fertilizado con la fórmula 0-60-00 ó 0-80-60, de acuerdo a la fertilidad del suelo. Se requiere de 80-90 kg/ha de semilla seleccionada y desinfectada contra *Colletotrichum* sp. En surcos distanciados 60-80 cm se colocan 2 ó 3 semillas por golpe a intervalos de 30 cm. La escarda se realiza en la fase de ramificación, controlando al gorgojo barrenador (*Apion* sp.) y *Epicauta* sp. La cosecha tiene lugar cuando madura el eje central (altiplano del Perú y Bolivia), o las ramas primarias y secundarias (valles interandinos). La forma común de realizar la cosecha es segar, emparvar, trillar, aventar y almacenar; estas actividades son laboriosas y demandan bastante mano de obra. Se han utilizado trilladoras estacionarias de soja y

frijol con buenos resultados, incluso se han diseñado prototipos de trilladoras estacionarias con motor de 0,5-1 cv; pero la eficiencia de este último equipo aún no es adecuada (500-600 kg/día). Los rendimientos alcanzan los 3 500-5 000 kg/ha. El cultivo está siendo desarrollado con mayor interés tanto en Perú, Bolivia como Ecuador. Villacis (1987) ha descrito la situación agronómica del cultivo del chocho en este último país. En la actualidad se dispone de la variedad libre de alcaloides 'Inti', obtenida en Chile por von Baer.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El cultivo del tarwi, al igual que los otros cultivos de origen andino, muestra limitaciones por falta de apoyo continuo para su investigación y promoción. La principal limitación es el contenido de alcaloides que poseen el grano y la misma planta. Le dan un sabor amargo y picante, y requieren ser eliminados por diferentes procesos laboriosos. El tradicional y más conocido es el método de cocción y posterior lavado por varios días. Los residuos de la cosecha no se pueden usar como forraje, mientras no se disponga de variedades libres de alcaloides. Aunque en la actualidad existen ecotipos con bajo contenido de alcaloides y una sola variedad libre de ellos, ésta aún muestra dificultades de adaptación, baja resistencia a plagas y enfermedades, largo período vegetativo y poco vigor de crecimiento. Su valor nutritivo y formas de uso no están muy difundidos, y por ello la población no los consume de forma más generalizada. Además, la oferta de tarwi desamargado en los mercados se circunscribe a las zonas productoras y es de carácter temporal.

Los métodos de procesamiento son aún de tipo artesanal y poco eficientes. Con técnicas agroindustriales avanzadas se podría extender y promover el cultivo y mejorar sus precios.

El cultivo tiene potencial productivo y perspectivas de uso como oleaginosa, fuente de proteína,

fijador de nitrógeno y productor de alcaloides con uso en sanidad animal y vegetal.

Se podría extender el cultivo a zonas marginales; para ello se requiere mayor investigación genética en lo referente a resistencia a sequía, heladas, granizo y acidez del suelo. Existen posibilidades de desarrollar variedades libres de alcaloides con características agronómicas y productivas deseables, a través de selecciones y cruzamientos.

Áreas potenciales para introducción y cultivo

El cultivo podría intensificarse en los Andes de Ecuador, Perú y Bolivia, tanto en áreas tradicionales, donde fue abandonado o desplazado, como en áreas nuevas, introduciendo las variedades de bajo contenido de alcaloides o libres de ellos. Como oleaginosa podría contribuir a aliviar el déficit de materias grasas en los países andinos; incluso se ha considerado su uso como forrajera en las zonas frías de Europa. Las variedades precoces (150 días de período vegetativo) se pueden sembrar en rotación con cereales en la sierra, u otros cultivos industriales en la costa del Perú.

En Colombia se han registrado experiencias favorables de introducción en Boyacá, Cundinamarca, Nariño y Antioquía; y en Venezuela en Trujillo, Mérida y Lara. En el norte de Argentina, Uruguay y Paraguay se podría introducir en áreas altas y frías. Ello requiere mayor investigación, sobre todo en Uruguay y Paraguay. En Argentina se dispone de bancos de germoplasma con material reducido, y las investigaciones se han llevado a cabo en las Universidades de Córdoba y Buenos Aires, y en el INTA.

En Chile se cultivan las especies *L. luteus*, *L. albus* y *L. angustifolius*, que se utilizan para la elaboración de harinas en la panificación, en la industria aceitera y como alimento complementario para escolares y en hospitales. Las áreas pro-

ductoras se concentran en Concepción, Valdivia y Gorbea. Las variedades precoces y dulces podrían cultivarse en las zonas altas del país.

En América Central su introducción puede tener una difusión promisoriosa por las condiciones agroecológicas adecuadas. En México se han obtenido experimentalmente buenos resultados, llegando a cosecharse las ramas terciarias; su cultivo podría extenderse a Oaxaca y Guerrero y parte de otros estados como México (Toluca), Tlaxcala y Puebla, y a Honduras, Guatemala y Nicaragua. Las posibilidades son más limitadas en Estados Unidos y Canadá, por el avance tecnológico de otros cultivos como la soja y el girasol.

Líneas de investigación

Las líneas de investigación y desarrollo tecnológico para promover el cultivo pueden agruparse en los siguientes aspectos:

- Germoplasma: completar la recolección, evaluación, documentación e intercambio de material genético.
- Mejoramiento genético y agronómico: obtener variedades libres de alcaloides, incorporando precocidad, resistencia a *Colletotrichum gloeosporioides*, resistencia a sequía, heladas y acidez del suelo. Obtención de variedades de alto rendimiento, uniformidad en la maduración del eje principal y ramas laterales, así como arquitectura con ramificación basal. Estudios sobre control integrado de plagas y enfermedades, formación de núcleos genéticos, obtención de semilla básica y semilla oficializada de las principales variedades.
- Postcosecha e industrialización: efectuar estudios sobre clasificación, limpieza y adecuación en función de la agroindustria; introducir técnicas para eliminar alcaloides, evitando la pérdida de valor nutritivo; llevar a cabo investigaciones para obtener productos procesados para uso humano; promover

el consumo, formas de preparación y valor biológico.

- Comercialización y consumo: estudiar canales y costos de comercialización, y potencial de los mercados internos y externos; proporcionar información sobre precios y parámetros de calidad; proponer formas de estimular la demanda, y establecer programas sociales de alimentación masiva.

KIWICHA

(*Amaranthus caudatus*)

Nombre botánico: *Amaranthus caudatus* L.

Familia: Amarantáceas.

Nombres comunes: lenguas aborígenes: kiwicha (Perú), achita [Perú (Ayacucho, Apurímac)], achis [Perú (Ancash)], coyo [Perú (Cajamarca)], coimi, millmi (Bolivia), sangoracha, ataqo (Ecuador).

La kiwicha es un grano originario de América del Sur, donde fue domesticado. El cronista Cobo relata, en 1653, que en la ciudad de Guamanga (Ayacucho) se elaboraban deliciosos dulces hechos de «bledos» (*A. caudatus*) y azúcar. Una especie semejante, el huautli (*Amaranthus hypochondriacus*), fue muy cultivada en Mesoamérica, y es mencionada con frecuencia por los cronistas en relación a costumbres y ceremonias aztecas.

Desde la época colonial ha disminuido notablemente la superficie cultivada de kiwicha. Su cultivo se mantiene sin embargo en Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, debido a la persistencia de los agricultores andinos, y sigue teniendo importancia por su excelente calidad nutritiva. Es eficiente en la fijación del CO₂, no presenta fotorrespiración y requiere menor cantidad de agua para producir la misma cantidad de biomasa que los cereales.

El valor nutritivo del grano es elevado y alcan-

za 12-16 por ciento de proteínas, el balance de aminoácidos es óptimo, con una buena proporción de los azufrados: lisina, metionina y cistina. No posee saponinas ni alcaloides y las hojas son comestibles. En la alimentación humana se consume preferentemente en forma reventada o molliendo el grano reventado, lo que permite obtener una harina muy agradable; también se cocina el grano entero. Se conocen más de 50 formas de preparación: las hojas se consumen en ensalada, y con los granos se preparan sopas, cremas, guisos, postres, bebidas, panes y tortas.

La agroindustria elabora harina que se utiliza hasta en un 20 por ciento como sucedáneo del trigo en la panificación; asimismo se prepara con ella polvo chocolatado instantáneo, jarabes y dulces. Se ha estudiado el uso de colorantes vegetales que se encuentran hasta en un 23 por ciento en la panoja, siendo muy solubles en agua e inestables a la luz.

Los residuos de la cosecha se utilizan para alimentar al ganado, dado el contenido de proteínas y la adecuada digestibilidad. El grano molido sirve para controlar la disentería amebiana.

Descripción botánica

Planta anual de 0,40-3 m. Raíz pivotante, numerosas raíces laterales muy ramificadas. Hojas pecioladas, ovales, opuestas o alternas, de color verde o púrpura. Inflorescencia paniculada monoica, de erecta a decumbente, con vistosos colores verde, amarillo, anaranjado, rosado, rojo, púrpura y café. Flores pequeñas unisexuales, estaminadas o pistiladas, masculinas con 3-5 estambres y femeninas con ovario súpero monosperma. Fruto en pixidio, semillas pequeñas de 1-1,5 mm de diámetro, generalmente blancas, lisas, brillantes, ligeramente aplanadas aunque a veces amarillentas, doradas, rosadas, rojas y negras. 1 000-3 000 semillas por gramo.

El porcentaje de alogamia varía entre el 10 y el 50 por ciento, incluso entre individuos de una

misma población. El cruzamiento depende del viento, número de insectos polinizadores, producción de polen, etc. Por lo general las semillas no muestran dormición; al tener humedad germinan incluso sobre la planta. La dehiscencia se produce escalonadamente, carácter común entre las especies silvestres; las semillas se dispersan a distancias muy considerables de la planta madre.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

El cultivo se extiende desde Ecuador hasta el norte de Argentina, en áreas templadas y valles interandinos, desde el nivel del mar hasta los 3 000 m. Sus principales requerimientos son:

Fotoperíodo. Prefiere días cortos, aunque muestra gran adaptabilidad a los diferentes ambientes y puede florecer con días de 12-16 horas de duración.

Precipitación. Los requerimientos de humedad varían de 400-800 mm, sin embargo se obtienen producciones aceptables con 250 mm; aunque requiere niveles razonables de humedad para la germinación y floración, puede tolerar períodos de sequía después del establecimiento de la planta. Se han observado cultivos en zonas con 1 000 mm de precipitación anual.

Temperatura. Es sensible al frío, pudiendo soportar sólo 4 °C al estado de ramificación y 35-40 °C como temperatura máxima.

Suelos. Prefiere suelos francos, arenosos, con alto contenido de nutrientes y buen drenaje, aunque puede adaptarse a una amplia gama. El pH ideal es de 6-7; se han encontrado cultivos en suelos ácidos y en pH 8,5. Muestra tolerancia a la toxicidad de aluminio. En forma silvestre, y toleradas dentro de los cultivos, hay muchas especies de *Amaranthus*; en los Andes las más importantes son: *A. hybridus*, *A. spinosus*, *A. dubius*, *A. palmeri*,

A. viridis, *A. blitum* y *A. tricolor*. Se encuentran asociadas a cultivos de maíz y otros; generalmente poseen semillas oscuras y en condiciones adecuadas de fertilidad pueden desarrollar gran vigor y tamaño, al punto de confundirse con la planta cultivada; las hojas se aprovechan en la alimentación humana.

Diversidad genética

Presenta amplia variedad genética y diversidad de formas de la planta, desde erecta hasta completamente decumbente. Muestra gran variación en el color del grano, precocidad, contenido de proteína, tipos de panícula, adaptación a suelos, climas, precipitación, temperaturas, resistencia a enfermedades y contenido en colorantes. La mayor variación genética se observa en los Andes (Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina).

El Programa de investigación de la kiwicha, desarrollado por la Universidad del Cuzco, Perú, ha seleccionado entre otras las variedades 'Noel Vietmayer' y 'Oscar Blanco', y el INIAA en Cajamarca las 'Roja de Cajabamba' y 'San Luis'.

En los bancos de germoplasma se conservan más de 600 accesiones; en el Perú se encuentran en las estaciones experimentales de K'ayra (Cuzco); Canáan (Ayacucho); Baños del Inca (Cajamarca); Santa Ana (Huancayo) y Tingua (Huaraz). En Ecuador, en la estación experimental Santa Catalina; en Bolivia, en la Pairumani; en Argentina, en la Universidad de Córdoba.

Existen muchas zonas de diversidad genética que requieren ser recorridas con fines de recolección, principalmente los valles tropicales y subtropicales de la cordillera oriental de los Andes del Perú, Bolivia y Ecuador; los valles occidentales de los Andes y zonas semiáridas en el Perú y Bolivia (Ayacucho y Cochabamba, respectivamente).

Prácticas de cultivo

El cultivo se mantiene en forma tradicional en los Andes del Perú, Bolivia, Ecuador y Argentina. Se

observan diferentes formas y sistemas de cultivo que van desde la siembra directa, el trasplante, con riego o en secano, asociado al maíz, intercalado, para dividir campos de otros cultivos, como bordura, siembra hortícola junto a las viviendas, parcelas reducidas en minifundio, hasta en áreas extensivas.

Tradicionalmente se siembra en condiciones de secano y sin fertilización, en terrenos previamente preparados, a menudo asociado al maíz y, en caso de siembra única, en surcos distanciados 80 cm, a chorro continuo. Al alcanzar los 20-25 cm se efectúa la primera escarda, así como el raleo cuando las plántulas están aglomeradas o para trasplantarlas a espacios de mayor humedad. Existe la siembra en almáciga para su posterior trasplante a terrenos de riego. La cosecha se realiza antes de la total madurez para anticiparse a la caída de las semillas. Consiste en cortar las plantas con hoces, a 20 cm del suelo, formando pequeñas gavillas encima de los surcos, hasta secarse. Para desgranar se golpean con varas, sobre telas extendidas o sobre el suelo apisonado, luego se cierne o aventa para separar el grano de la broza. Con esta técnica, el campesino obtiene de 500-1 500 kg/ha.

El mejoramiento del cultivo consiste en preparar adecuadamente el suelo y sembrar en forma directa con una densidad de 4-6 kg/ha de semilla seleccionada, en surcos distanciados 80 cm, aplicando fertilizantes de acuerdo a la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo (50-60-20 ó 80-80-20 en el Perú). Las labores culturales consisten en una o dos escardas y un aporcado ligero para evitar el vuelco por el peso de las inflorescencias. Se controlan las principales plagas y enfermedades. La cosecha se efectúa, sin esperar la madurez completa, cuando la planta muestra amarillamiento de las hojas inferiores, cierta dehiscencia basal y granos secos. Se siega y deja secar en parvas, luego se trilla con palos curvos (en cuyo caso se requieren 20-25 jornales/ha), o

con trilladoras estacionarias de trigo, a las que se modifica el tamaño de zarandas, la entrada de aire y número de revoluciones del motor. El rendimiento que se obtiene varía entre 2 000-5 000 kg/ha en el Perú y 900-4 000 kg/ha en el Ecuador.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El incremento de los índices productivos, seguido por el apoyo a la transformación industrial rural que permitiría mejores ingresos para el productor, estimularían el consumo local y, en el caso de existir excedentes, la exportación. El nivel alcanzado en la investigación, evaluación y caracterización del germoplasma disponible, así como los avances en su mejora genética, agronómica, bioquímica e industrial, son una buena base, y por ello el progreso tecnológico es promisorio para aprovechar el potencial productivo que posee esta planta. Se requiere una mayor difusión, tanto a nivel de productores como consumidores. El valor nutritivo, usos y formas de consumo están poco divulgados en los países andinos. Las ventajas de la kiwicha son el bajo costo del grano sin procesar, el no requerir tratamientos especiales y su buena aceptación para el consumo.

Líneas de investigación

Los principales aspectos de la investigación que requieren ser completados son:

- Germoplasma y mejoramiento: completar la recolección del germoplasma en algunas zonas de la región andina, así como la evaluación, caracterización y documentación. Obtener variedades con menor dehiscencia, mayor uniformidad de maduración, resistencia a sequía, heladas y alcalinidad del suelo, tolerancia a las principales plagas y enfermedades y mayor contenido de colorantes. Promover el establecimiento de semilleros básicos y oficializados de las principales variedades.
- Postcosecha e industrialización: desarrollar

prototipos de máquinas que permitan efectuar la cosecha en forma más eficiente, así como la limpieza y selección. Desarrollar tecnologías de procesamiento industrial para obtener nuevos productos, en especial para reforzar la alimentación materna e infantil.

También es necesario establecer un programa de divulgación a nivel de las zonas urbanas. En materia de comercialización, se han de realizar estudios de canales y costos, potencialidad de mercados internos y externos, y normas de calidad.

Bibliografía

- Cano, V.J.** 1973. El cultivo de la cañihua. *Boletín Fac. Ing. Agrícola*, N° 2. Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Puno, Perú.
- Cárdenas, M.** 1989. *Manual de plantas económicas de Bolivia*. 2ª edición. La Paz. Editorial Los Amigos del Libro.
- Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos.** I Ayacucho, 1977; II Riobamba, 1979; III La Paz, 1982; IV Pasto, 1984; V Puno, 1986; VI Quito, 1988; VII La Paz, 1991.
- Convención de Quenopodiáceas Quinua-Cañihua.** I Puno, 1968; II Potosí, 1976.
- Gandarillas, H.** 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua. *Sajama*, 5(2):16-18. La Paz.
- Gross, R.** 1982. *El cultivo y la utilización del tarwi*. Estudio FAO: Producción y protección vegetal, N° 38. Roma. FAO.
- Hunzinker, A.T.** 1952. Los pseudocereales de la agricultura indígena de América. Buenos Aires. ACME.
- León, J.** 1964. *Plantas alimenticias andinas*. Lima, Perú.
- Mújica, A.** 1977. *Cultivo de la quinua*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Mújica, A.** 1990. *Investigación y producción del tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en el Perú*. INIAA, PICA. Lima.
- National Research Council.** 1989. *Lost crops of the Incas: Little known plants from the Andes with promise for worldwide cultivation*. Washington. National Academy Press.
- Nieto, C.** 1989. *El cultivo de amaranto (Amaranthus spp.), una alternativa agronómica para Ecuador*. Publ. Misc. 52. E.E. Santa Catalina, INIAP, Ecuador.
- Sauer, J.D.** 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. *Ann. Missouri Bot. Gard*, 54:103-137.
- Sumar, L.** 1983. *Amaranthus caudatus*, el pequeño gigante. Lima. UNICEF.
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A. y Mújica, A.** 1979. *Quinua y qañiwa, cultivos andinos*. Bogotá. IICA.
- Tapia, M.** 1990. *Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Santiago. FAO.
- Torres, F.** 1976. *Lupinus mutabilis* Sweet. A potent food source from the Andean region. *Am. J. Clin. Nutrition*, 25:833.
- Vallenas, M. y Carpio, F.** 1974. La cañihua y su cultivo. *Boletín N° 25*. Ministerio de Agricultura, Zona Agraria XII, Puno, Perú.
- Wilson, H.** 1990. Quinua and Relatives (*Chenopodium* Sub Sect. *Cellulata*). *Economic Botany*, 44(3 Suppl.):92-110.
- Zevallos, J. y Mújica, A.** 1977. *Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. Ministerio de Alimentación, Zona XII, Puno, Perú.

Tubérculos andinos

OCA

(*Oxalis tuberosa*)

Nombre botánico: *Oxalis tuberosa* Molina.

Familia: Oxalidáceas.

Nombres comunes: *quechua:* oqa, ok'a; *aymara:* apilla; *castellano:* oca (Perú, Ecuador), oca, ibia (Colombia), ruba, timbo, quiba (Venezuela), papa roja, papa colorada, papa extranjera (México).

La oca es un cultivo endémico de los Andes. Su domesticación y la de otros tubérculos andinos en la región central del Perú (10° lat. S) y el norte de Bolivia (20° lat. S) donde se encuentra la mayor diversidad, tanto de formas cultivadas como silvestres, habría dado origen —junto con la papa— a la actividad agrícola en las zonas agroecológicas más altas de los Andes. Las migraciones del hombre precolombino habrían extendido su cultivo hasta los 8° lat. N en Venezuela y 25° lat. S en el norte de Argentina y Chile. Su cultivo fue introducido en México hace unos 200 ó 300 años, y es hoy en día relativamente importante en la zona del Eje Neovolcánico Transversal. La introducción de la oca en Europa se hizo en el siglo pasado, y aun cuando se produjo como hortaliza nueva, no llegó a ser un cultivo permanente. La existencia de oca en Nueva Zelanda es conocida desde 1860, y su cultivo parece haber ganado popularidad durante los últimos 20 años.

La oca se siembra asociada con ulluku, mashwa y papas nativas en parcelas de 30 hasta aproximadamente 1 000 m². Por lo tanto, es difícil conocer

el área cultivada y su producción. Sin embargo se estima que en el Perú se siembran anualmente 20 000 ha, con una producción promedio de 3-12 t/ha, aunque algunas selecciones y tratamientos han llegado a producir experimentalmente 97 t/ha.

Usos y valor nutritivo

Lasocas se asolean primero, para hacerlas más dulces, y luego se sancochan, asan o preparan en la *pachamanca*.

El tubérculo congelado y secado se denomina *khaya*; si se lava después de la congelación se obtiene un producto más blanco, considerado de calidad superior, denominado *okhaya*; la harina de esta última se utiliza para preparar mazamorras y dulces. La oca es ante todo una buena fuente de energía; las cantidades de proteínas y grasas son bajas.

Descripción botánica

Planta herbácea anual de crecimiento erecto en las primeras etapas de su desarrollo, decumbente o postrada hacia la madurez. Tubérculos claviforme-elipsoidales, cilíndricos, con yemas en toda su superficie y de colores variados: blanco, amarillo, rojo, morado.

Hojas trifoliadas, con pecíolos de longitud variable (2-9 cm). Inflorescencias de 4 ó 5 flores. Cáliz formado por 5 sépalos agudos y verdes; corola con 5 pétalos amarillos, con rayas moradas, estambres 10, en 2 grupos de 5, y pistilo más corto o largo que los estambres. Se propaga casi exclusivamente por tubérculos. La estructura floral presenta un eficiente mecanismo que facilita la polinización cruzada.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

La oca se cultiva desde los 3 000 hasta los 4 000 m, desde Colombia a Chile, pero la mayor concentración se encuentra entre los 3 500 y 3 800 m, en la zona agroecológica de suni (Laderas).

Especies silvestres del género *Oxalis* se hallan en las «lomas» de la costa del Perú, o en forma simpátrica con la oca cultivada en los Andes, y en la ceja de selva.

Diversidad genética

El número básico de cromosomas fue establecido en $x = 11$. Existe información sobre ocas próximas a pentaploides ($2n = 2x = 58$) y hexaploides ($2n = 2x = 66$) y también sobre la naturaleza hexaploide de las ocas cultivadas. Faltaría aclarar la frecuencia de diploides, triploides, tetraploides, pentaploides y hexaploides, así como de aquellas que no son exactamente euploides. Necesitaría estudiarse el papel de los gametos $2n$ en la formación del complejo poliploide, así como la naturaleza del material F1 y F2.

El modelo de variabilidad en la oca parece ser bastante complejo. En efecto, hasta el presente, las formas cultivadas se agrupan en una sola especie que incluye diversas formas y colores de tubérculos.

El sistema de autoincompatibilidad presente en la oca y la consiguiente polinización cruzada, unido a la selección estética efectuada por los agricultores andinos, deben haber influido en la existencia de la gran diversidad de colores y formas de tubérculos, así como número y profundidad de «ojos» o «yemas». La alta variabilidad encontrada en el color de tubérculos sugiere una variación continua, ya que el color varía desde el blanco hasta el negro, pasando por distintas tonalidades de amarillo, rosado y rojo. El color de la pulpa también parece seguir una variación continua pero menor que el color de la piel. Se han observado ocas de pulpa blanca marfileña, amarilla y púrpura-morado en diversas tonalidades.

Una gran cantidad de formas presenta el anillo vascular del tubérculo pigmentado con la misma coloración de la piel, seguido en intensidad de color por la médula.

Colecciones de oca en América del Sur

Expediciones de recolección de ocas cultivadas se han llevado a cabo en Perú, Ecuador y Bolivia durante los últimos 10 años. Las colecciones de campo en el Perú se mantienen y evalúan en las Universidades de Cuzco, Huancayo, Ayacucho, Cajamarca, Puno y en el INIAA, donde existen más de 1 000 accesiones con suficientes duplicaciones. La mayoría de este material se mantiene *in vitro* en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Nacional Mayor San Marcos, en Lima. La colección de oca ecuatoriana es mantenida como colección de campo en la estación de Santa Catalina, Quito.

Prácticas de cultivo

Los tres tubérculos andinos (oca, mashwa y ulluku) se cultivan en la misma zona agroecológica y sus requerimientos de suelo, así como las prácticas de cultivo son muy semejantes y parecidas a las de la papa, razón por la cual se los presenta en conjunto.

En la zona norte de la sierra peruana se practica en forma tradicional el cultivo en «melgas»: después del cultivo de la papa se divide el terreno en 3 a 5 tablones y en cada uno se siembra uno de los tubérculos andinos. En el altiplano de Puno y en la zona agroecológica de la puna semihúmeda se siembran los tubérculos en mezcla; en cambio en la zona agroecológica quechua se plantan la oca y el ulluku en asociación con el maíz. Estos cultivos responden altamente a las labores agrícolas en términos de fertilización, aporcado, escarda y sobre todo al control de plagas y enfermedades, incrementándose su producción hasta niveles de 40-50 t/ha, comparables a los más elevados rendimientos de papa.

FIGURA 15

Tubérculos andinos: A. oca (*Oxalis tuberosa*); A1. tubérculo; B. mashwa (*Tropaeolum tuberosum*); B1. tubérculo.



Perspectivas de mejora y limitaciones

Las perspectivas de este cultivo radican en la posibilidad de incrementar el rendimiento y en su uso como fuente de harina alternativa a la de trigo. Deberían tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Las ocas tienen que competir por terrenos (superficies de cultivo) con la papa; en tal sentido, ésta podría limitar su expansión. Algunas investigaciones en el sur del Perú parecen confirmar esta afirmación.
- El ataque de plagas, como los gorgojos, puede ocasionar la pérdida total del cultivo. Sería necesario hacer estudios sobre el control integrado de esta plaga, por medio de prácticas culturales, el control biológico usando el hongo *Beauveria brogniartii*, el manejo postcosecha y el uso de variedades resistentes. Las ocas amargas presentan cierto grado de resistencia a los diferentes gorgojos.
- Presencia de enfermedades virales. Aunque se ha identificado un solo virus en la oca, parece que existen otros que dañan el cultivo. La limpieza de variedades comerciales y materiales genéticos debe establecerse como práctica corriente, porque variedades libres de virus darían rendimientos más altos.
- El extenso período vegetativo de 7-8 meses expone al cultivo por más tiempo al ataque de factores bióticos y abióticos y tiene como consecuencia el reemplazo progresivo del cultivo de oca por variedades precoces de papa (4-5 meses). La duración corta del tubérculo afecta igualmente la propagación del cultivo.

Los altos rendimientos en materia seca obtenidos, y las posibilidades de lograr hasta 6-7 t/ha de harina deberían ser objeto de un programa de investigación agroindustrial.

MASHWA

(*Tropaeolum tuberosum*)

Nombre botánico: *Tropaeolum tuberosum*
R. & P.

Familia: Tropeoláceas.

Nombres comunes: mashwa, mashua (Perú, Ecuador), isaño, añu (Perú, Bolivia), maswallo, mazuko, mascho (Perú), cubio (Colombia).

La mashwa es al parecer originaria de los Andes centrales (10-20° lat. S); su cultivo se habría extendido por migraciones del hombre precolombino hasta Colombia (8° lat. N) y el norte de Argentina y Chile (25° lat. S). A pesar de su rusticidad no existen referencias de introducción en otros países, posiblemente porque el sabor del tubérculo resulta poco agradable para quien lo prueba por primera vez.

Cultivada en asociación con ulluku, oca y papas nativas en parcelas de 30 a 1 000 m² aproximadamente, resulta difícil conocer su área cultivada y producción. Sin embargo se estima que alrededor de 6 000 ha se siembran anualmente en el Perú, con un rendimiento promedio de 4-12 t/ha. En condiciones experimentales se han obtenido hasta 70 t/ha.

Desde el punto de vista agronómico la mashwa es muy rústica porque se cultiva en suelos pobres, sin uso de fertilizantes y pesticidas; aun en estas condiciones, su rendimiento puede duplicar el de la papa. La asociación con ulluku, oca y papas nativas se explicaría por los principios de control nematocida e insectocida que posee la planta.

A los tubérculos se les atribuyen propiedades anafrodísiacas desde la época de los incas, que la incluían en la alimentación de sus soldados. Hoy se sabe que los niveles de testosterona se reducen significativamente en ratas machos alimentados con mashwa.

Usos y valor nutritivo

La mashwa tiene importancia para satisfacer la alimentación de los habitantes de menores recursos en zonas rurales marginales en los Andes altos. Se prepara en forma de sancochado, asado o como *thayacha*; esta última consiste en exponer los tubérculos por una noche a los efectos de la helada. Al día siguiente se comen, acompañados de miel de chancaca (caña).

Descripción botánica

Planta herbácea anual de crecimiento erecto cuando es tierna y de tallos postrados con follaje compacto cuando madura. Esto le permite competir ventajosamente con las malas hierbas. A primera vista, los tubérculos pueden ser confundidos con los de la oca, pero se les distingue por su forma cónica, jaspes oscuros y mayor concentración de yemas en la parte distal, así como por su sabor agrio.

El ciclo vegetativo de esta especie varía entre 220 y 245 días. A diferencia de oca y ulluku, produce gran cantidad de semillas viables.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

La mashwa se cultiva de Colombia a Bolivia, entre los 3 000 a 4 000 m, con una mayor concentración entre los 3 500 y 3 800 m. A pesar de la pobreza de los suelos, temperaturas extremas, radiación, variación en precipitación y los vientos de los Andes, la planta crece rápidamente, repeliendo insectos y nematodos, suprimiendo malezas y maximizando la fotosíntesis. La proporción de materia seca transferida a los tubérculos puede llegar hasta el 75 por ciento.

Diversidad genética

El género *Tropaeolum* es de amplia distribución geográfica y parece ser muy variable. Se estima que hay 50 especies en México, América Central y del Sur. Especies silvestres de mashwa en el Perú pueden encontrarse en las «lomas» de la

costa, en la ceja de selva y, en forma simpátrica, con la mashwa cultivada en los Andes. *Tropaeolum* ornamentales pueden hallarse en jardines de la costa y de los Andes. Mashwas malezas llamadas *kita añu* son esporádicas en los campos de maíz o de tubérculos de la sierra. Se han descrito también *T. edule*, *T. polyphyllum* y *T. patagonicum* como productoras de tubérculos en los Andes de Chile y Argentina, pero al parecer no tienen uso económico.

Al igual que para la oca, no se conocen los grupos de cruzabilidad, es decir se desconoce la situación del acervo de genes de mashwa.

Los cálculos cromosómicos establecieron el número básico de $x = 13$. Las formas cultivadas muestran ser tetraploides ($2n = 4x = 52$). No se conoce la frecuencia de diploides, triploides y tetraploides. Tampoco se sabe el flujo de genes que podría estar ocurriendo.

La polinización cruzada, así como la tendencia a la autofecundación, unidas a la selección estética, deben haber influido en la aparición de diferentes morfotipos. Se puede afirmar que la diversidad de la mashwa es menor que la de la oca, y ligeramente menor que la del ulluku. Sin embargo, se ha encontrado variación en el color de tubérculos, formas, características de yemas y coloración de la pulpa. El color de la piel del tubérculo puede variar del blanco marfileño a púrpura morado muy oscuro, pasando por el amarillo, naranja y púrpura morado en distintas tonalidades. Sobre la piel pueden presentarse coloraciones rosadas o púrpuras en forma de jaspes o bandas que se distribuyen en el ápice y debajo de las yemas. La tuberización en las yemas es más frecuente en clones de tubérculos cónico-acortados que en los de tubérculos cónico-alargados y elipsoidales. En la región comprendida entre el centro del Perú y el norte de Bolivia se encuentra la mayor variación de colores y formas de tubérculos.

Colecciones de mashwa en América del Sur

La mashwa cultivada, al igual que el ulluku y oca, se han recolectado ampliamente en el Perú, Ecuador y Bolivia durante los últimos 10 años. Las colecciones de campo del Perú, mantenidas y evaluadas en Ayacucho, Cajamarca, Huancayo, Cuzco y Puno, sobrepasan las 300 accesiones. Muchas de ellas se mantienen *in vitro* en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Nacional Mayor San Marcos, en Lima; la colección de campo de mashwa ecuatoriana se mantiene y evalúa en la estación experimental de Santa Catalina, en Quito.

Prácticas de cultivo

Son las mismas que las mencionadas en el cultivo de la oca.

Perspectivas de mejora y limitaciones

A causa de su sabor, la mashwa podría tener mejores posibilidades de un uso más extendido en alimentación animal. En ese sentido, algunos clones con contenido hasta del 11 por ciento de proteína presentan buenas perspectivas.

Una encuesta llevada a cabo por el Centro Internacional de la Papa, en el Departamento de Cuzco, Perú (1989), acerca de los factores limitantes para la producción de mashwa, arrojó las siguientes respuestas campesinas: escasez de tierras apropiadas, 28 por ciento; bajos rendimientos del cultivo, 17 por ciento; escasez de semilla, 17 por ciento.

El incremento de la población y la presión sobre la tierra serían un factor limitante no sólo en el Cuzco, sino también en otras partes de los Andes. Los bajos rendimientos del cultivo no serían un factor limitante serio, pues la mashwa responde al buen manejo del suelo. La escasez de semilla es un problema que puede ser resuelto.

Las principales líneas de investigación son las siguientes:

- función de las sustancias indeseables;
- largo período de cultivo;
- conservación del tubérculo;
- selección de variedades para las diversas condiciones agroecológicas;
- patrones de consumo en poblaciones rurales y urbanas.

PAPAS AMARGAS

(*Solanum x juzepczukii*)

(*Solanum x curtilobum*)

Nombres botánicos: *Solanum x juzepczukii*, *S. x curtilobum*.

Familia: Solanáceas.

Nombres comunes: aymara: luki; quechua: ruku; castellano: choquepito, ococuri.

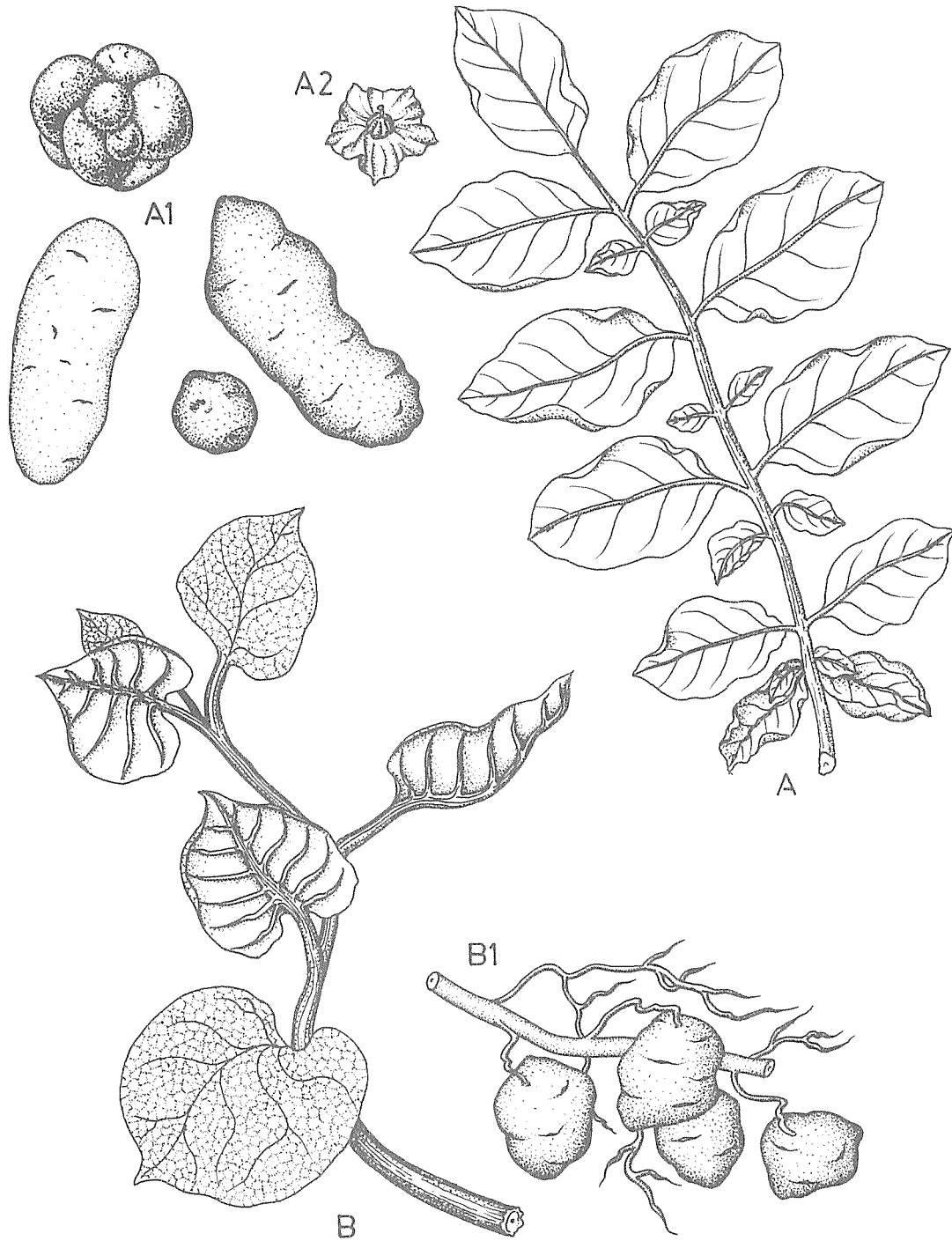
Parece ser que la domesticación de las papas amargas se inició hace unos 8 000 años y que como especies domesticadas cultivadas se emplean extensamente al menos desde hace unos 3 000 años.

Acosta, uno de los primeros cronistas españoles en describir los recursos agrícolas de los Andes, menciona que las papas amargas, al ser expuestas al frío de la noche y secadas después de ser apisonadas, eran transformadas en lo que se denominaba chuño y se utilizaban como el pan en Europa. Un siglo más tarde, el sacerdote Bernabé Cobo refería que en el altiplano existían papas silvestres y papas amargas, que los aymara denominaban *aphus* y que sólo se podían consumir procesadas como chuño, constituyendo el principal alimento en la región altiplánica entre Perú y Bolivia.

Estos cultivos, a pesar de su importancia para las zonas agroecológicas de la puna, donde la presencia de heladas en la época de crecimiento es un factor limitante para la producción de alimentos, no fueron estudiados durante la época de la Colonia, ni en el inicio de la República. En los

FIGURA 16

Tubérculos andinos: A. papas amargas; A1. tubérculos; A2. flor; B. ulluku (*Ullucus tuberosus*); B1. tubérculos.



años veinte de este siglo la expedición rusa organizada por Vavilov y compuesta por sus discípulos Juzepczuki y Bukasov consiguió una descripción detallada de estas especies, en base a las colecciones efectuadas en el altiplano, alrededor del lago Titicaca.

Se han realizado varios estudios sobre las papas amargas en los últimos 50 años, comprendiendo su origen, descripción y evaluación de su capacidad nutritiva.

El área actualmente cultivada es muy variable de un año a otro, según se cuente con la adecuada cantidad de semilla, pudiéndose estimar que existen unas 15 000 ha en el Perú y unas 10 000 ha en el altiplano de Bolivia, en parcelas que varían desde 300 a 500 m² y en superficies más extensas en los terrenos de rotación sectorial a nivel de las comunidades campesinas. Existen más áreas potenciales de cultivo, con cuya incorporación se podría fácilmente duplicar la producción actual.

Usos y valor nutritivo

El consumo de las papas amargas requiere de un procesado previo para eliminar los glicoalcaloides. Son procesos tradicionales en la zona altoandina, descritos en diversos trabajos. Consisten en la exposición de los tubérculos a varias heladas nocturnas y al secado en el intenso sol a alturas de 4 000 m, obteniéndose el chuño negro. Las papas amargas de mayor tamaño se destinan de preferencia a la elaboración del chuño blanco, llamado también *tunta* (aymara) o *moraya* (quechua); a la congelación sigue el pelado, la hidratación por hasta 30 días y el secado del tubérculo.

El chuño negro se lleva hasta la ceja de la selva donde, por sus características de producto deshidratado se conserva muy bien. El chuño blanco se consume preferentemente en días festivos; adquiere un alto precio en el mercado de las ciudades, donde es ingrediente de diferentes platos regionales. Tanto el chuño blanco como el negro son muy ricos de energía.

El potencial de las papas amargas radica justamente en su capacidad de soportar bajas temperaturas y asegurar un excedente, constituyendo así una importante reserva alimentaria. Se ha calculado que entre los meses de agosto y marzo, el chuño negro puede representar el 70 por ciento de la alimentación de las poblaciones rurales del altiplano de Perú y Bolivia.

Descripción botánica

S. x juzepczukii, de 30-50 cm de porte, tiene un hábito de crecimiento semirrosetado, con hojas alargadas y derechas, de pecíolos cortos; la corola es pequeña y de color azul.

S. x curtilobum se distingue por sus hojas más coriáceas, la corola es más grande y de color púrpura, con lóbulos muy cortos, de punta aguda.

Los tubérculos varían en tamaño y forma entre redondeados ('Piñaza'), elípticos, oblongos y oblongo alargados ('Luki') y de color; los clones de 'Ococuri' son de tubérculos morados y blancos.

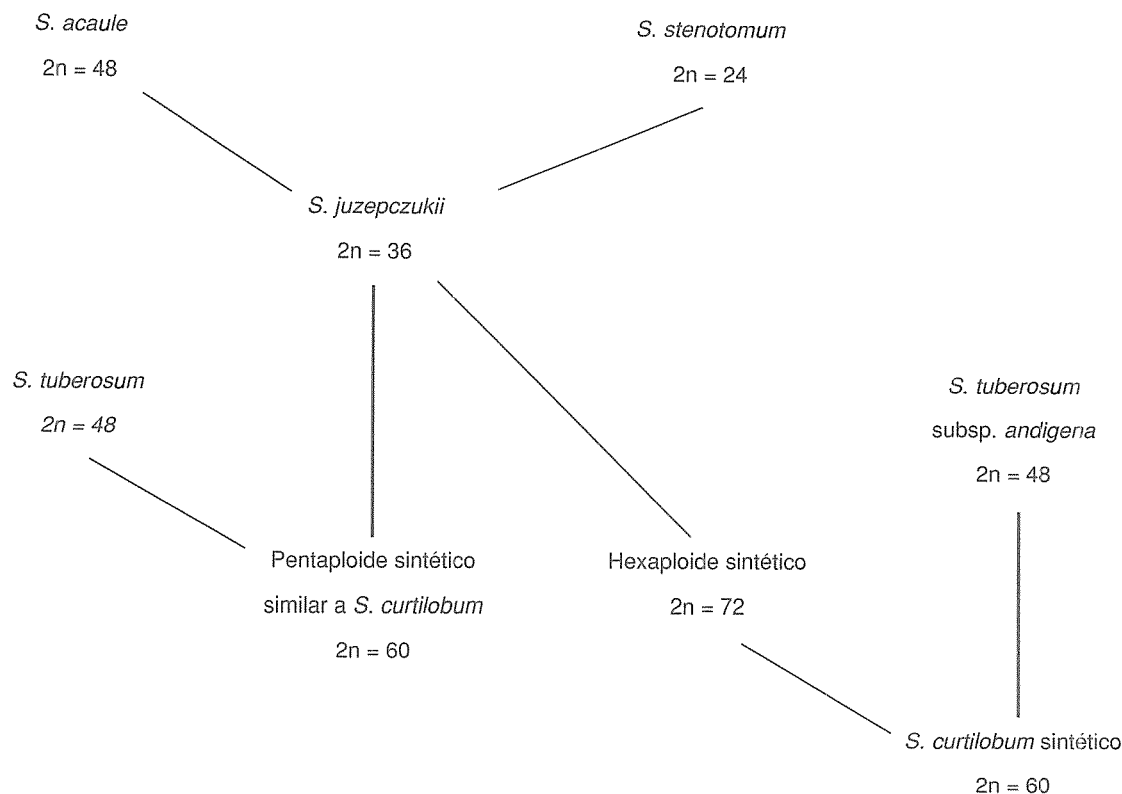
Existe una alta variación del ciclo vegetativo, entre 5 a 8 meses. El clon 'Piñaza' es uno de los más precoces con 150 días; los clones 'Ruki' son los más tardíos, con hasta 195 días.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Las papas amargas se cultivan a alturas entre 3 000 y 4 300 m, en las zonas agroecológicas de la puna húmeda y de suni, que se caracterizan por presentar temperaturas promedio en la época de crecimiento entre 6 y 14 °C, con precipitaciones que varían según la región y el año entre 400 y 1 400 mm, distribuidas en 5 a 6 meses, y que coinciden con la época de verano en el hemisferio sur (octubre-mayo).

Pueden aparecer heladas durante la etapa de crecimiento, descendiendo la temperatura hasta -5 °C en algunos años; se observa mayor incidencia de bajas temperaturas en períodos de sequía y éstas afectan fuertemente a la producción,

Origen de las papas amargas



variando el daño según las especies. Últimamente, en una localidad del Perú, con heladas y temperaturas de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, la reducción de la cosecha fue de 5 por ciento para *S. x juzepczukii*; de 30 por ciento para *S. x curtilobum* y de 40 por ciento para la papa común.

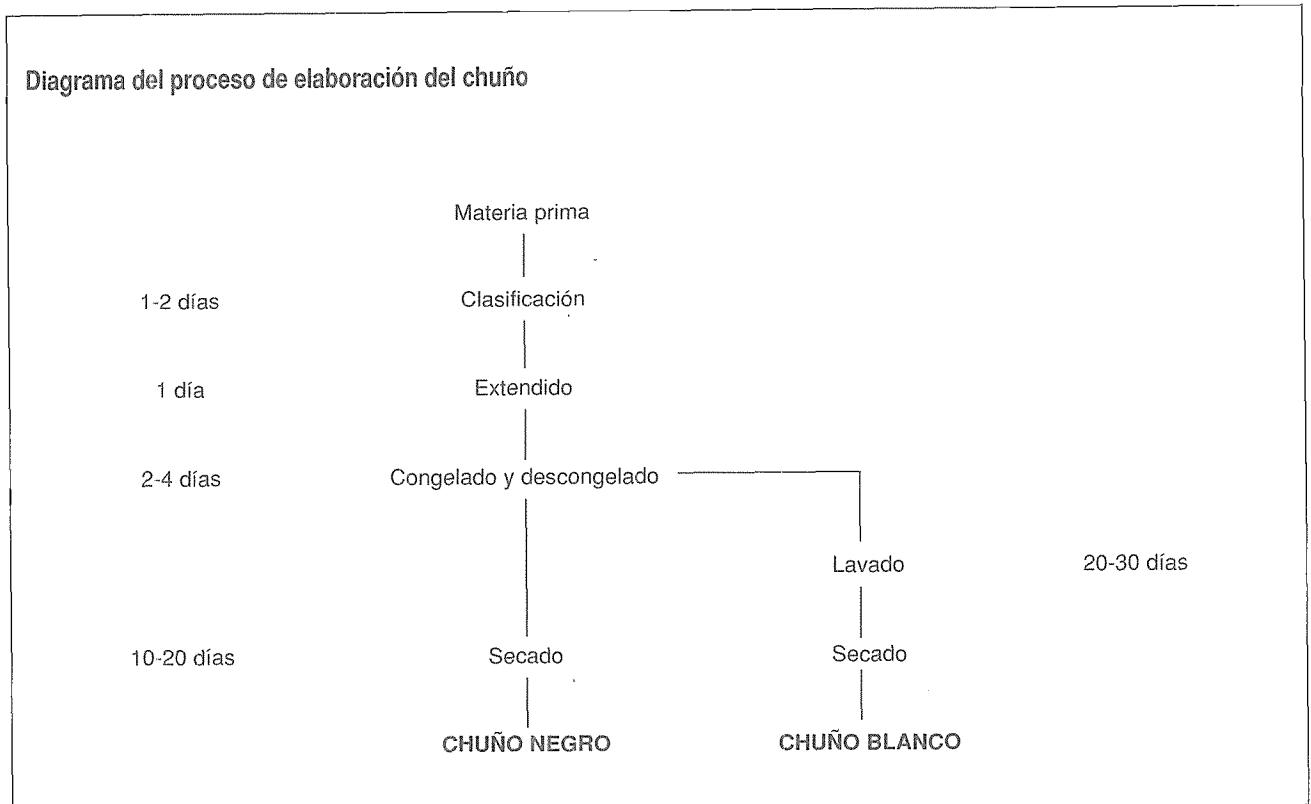
El cultivo de las papas amargas requiere de suelos con suficiente materia orgánica (3-5 por ciento) y que hayan pasado un período de descanso o una rotación adecuada. Los mayores rendimientos se han obtenido en suelos con descanso de 3 a 4 años y con la adición de 2 a 3 t de estiércol.

Las papas amargas predominan en terrenos donde la principal producción es la ganadería con la presencia de pastos naturales, por lo que existe poca presión por la tierra. Debido a ello se pueden tener terrenos dedicados a un sistema rotativo de cultivos con qañiwa (*Chenopodium pallidicaule*)

o con forrajes como la cebada o avena, incluyendo un período prolongado (hasta 6 años) de descanso, durante el cual la vegetación natural vuelve a cubrir el suelo. En áreas de topografía muy quebrada y donde la zona puna está muy cercana a la zona suni o a la quechua (valle), la rotación incluye otros cultivos adaptados a esas condiciones, con tubérculos como la oca (*Oxalis tuberosa*) y el ulluku (*Ullucus tuberosus*) o mezclas de estas especies.

Diversidad genética

En la región sur del Perú y en el altiplano de Bolivia existe un elevado número de variedades que han sido seleccionadas por los campesinos durante siglos y que se adaptan a las diferentes condiciones ecológicas, presentes en la región más alta de los Andes. Las papas amargas



pertencen a dos especies: las triploides a *S. x juzepczukii* y las pentaploides a *S. x curtilobum*. Por su ploidia, que es causada por un alto grado de esterilidad, es difícil utilizar las características de las papas amargas en programas de mejora. El origen de las papas amargas se debería a diferentes cruzamientos, derivados de especies silvestres como *S. acaule*.

Existe mayor variabilidad en la especie *S. x juzepczukii*, pudiéndose mencionar como principales variedades cultivadas 'Ruki', 'Luki', 'Piñaza', 'Parina', 'Locka', 'Parko', 'Keta', 'Kaisallu', con tubérculos blancos o morados.

En la especie *S. x curtilobum* se distinguen las del grupo 'Choquepito' y las llamadas 'Ococuri', que se caracterizan por un menor contenido de glicoalcaloides que *S. x juzepczukii*.

Se conserva una extensa colección de papas amargas en la zona sur del Perú, Cuzco y Puno, y en la estación experimental de Patacamaya se mantiene una colección de papas amargas procedentes del altiplano boliviano.

Prácticas de cultivo

La preparación del suelo se realiza generalmente con herramientas locales, como la *chakitaklla* o arado de pie, mediante la participación de toda la familia campesina, por tratarse de parcelas ubicadas en lugares aislados.

La época de siembra de las papas amargas está muy condicionada por la presencia de las lluvias, ya que su cultivo se efectúa en condiciones de secano; se extiende desde septiembre hasta noviembre según el inicio temprano o tardío de las lluvias, existiendo la tradición de escalonar la siembra en dos o tres fechas, como un medio de reducir el riesgo climático. Requiere de uno a dos aporcados que se efectúan cuando la planta llega a una altura de 20-30 cm. El comienzo de la tuberización coincide con el inicio de la floración, aproximadamente 7 a 9 semanas después de la emergencia, y se prolonga por unas cuatro semanas en las cuales es muy crítica la falta de humedad, así como la presencia de fuertes heladas. En ese sentido existe una diferenciación entre

ecotipos precoces, intermedios y tardíos, que pueden madurar entre cuatro a siete meses, por lo cual se dispone de un amplio rango para los programas de mejoramiento.

La fertilización se limita al uso de estiércol de ovinos; sin embargo se han encontrado respuestas positivas a la adición de abonos químicos, en dosis intermedias. La var. 'Piñaza' responde mejor a la fertilización que la var. 'Ruki', pero esta última tiene un contenido superior en materia seca.

Las variedades de *S. x juzepczukii* se adaptan mejor a suelos poco profundos que *S. x curtilobum*, que tiene raíces más profundas.

Las papas amargas son susceptibles a los nematodos (*Nacobus aberrans*) y al gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.) por su crecimiento postrado, así como al hongo de la verruga (*Synchytrium endobioticum*).

Perspectivas de mejora y limitaciones

Se considera que la tolerancia de las papas amargas a las bajas temperaturas constituye su principal ventaja, y queda mucho espacio para realizar selecciones a partir de las actuales poblaciones. La existencia de diversas variedades permite también ampliar el cultivo a las diferentes condiciones de suelos presentes en la zona más alta de los Andes. El uso de los genes de las papas amargas ha estado destinado a la mejora de las variedades llamadas dulces más que a la de aquéllas.

La principal limitación es su contenido de glicoalcaloides que les confieren un sabor amargo; éstos incluyen, además de solanina y chaconina, tomatina, misina y solamargina. Sin embargo, al existir una alta variabilidad en esta característica, se pueden seleccionar variedades con bajo contenido de este principio químico. El actual proceso de eliminación del sabor amargo, aunque es bastante adaptado a las condiciones locales y utiliza eficientemente las características climáticas de la puna, con heladas fuertes en la noche y radiación solar intensa en el día, es muy exigente

en mano de obra (las condiciones de trabajo son muy duras): se requieren entre 14 y 28 días de trabajo para elaborar el chuño, y más de 40 días para producir chuño blanco.

ULLUKU

(*Ullucus tuberosus*)

Nombre botánico: *Ullucus tuberosus* Loz.

Familia: Baséláceas.

Nombres comunes: *quechua:* ulluku, ullus; *aymara:* ulluma, illako; *castellano:* michurui, michuri, miguri, micuche, ruba, rubia, timbo, tiquiño (Venezuela), chigua, chugua, rubas, hubas, camarones de tierra (Colombia), melloco (Ecuador), olluco, ulluco, lisa, papalisa (Perú), lisa, papalisa (Bolivia), olloco, ulluca, ulluma (Argentina).

El ulluku es una planta endémica en los Andes. De origen muy antiguo, es probable que su cultivo se extendiera desde los Andes de Venezuela (10° lat. N) hasta el noroeste argentino y noreste chileno (25° lat. S) en épocas prehispánicas. Sin embargo no se conoce la región exacta de su domesticación. Los vasos ceremoniales del estilo Robles Moqo de la cultura Wari (que tuvo su centro en Ayacucho entre los siglos IV y VII d.C.) están decorados con representaciones polícromas de plantas andinas, entre ellas el ulluku. También éste aparece en los vasos ceremoniales *qero* de la época postinca. El vestigio más antiguo es la presencia de almidón entre los restos vegetales de Ancón y Chilca, en la costa del Perú, de 4 000 años de antigüedad.

La amplia distribución del ulluku en los Andes y su antigüedad se evidencian también en la profusión de denominaciones regionales.

Usos y valor nutritivo

De los tres tubérculos andinos, el ulluku es el más popular y de presencia arraigada en la mesa de los

habitantes, tanto rurales como urbanos, en Ecuador, Perú y Bolivia. Entre las preparaciones tradicionales se pueden mencionar la sopa de mellocos (Ecuador); el olluquito con charqui (Perú); el chupe y el ají de papalipas (Bolivia y Perú). Se presta también para platos de la cocina contemporánea, por ejemplo ensaladas. Algunas variedades contienen mayor cantidad de mucílago y requieren un hervor previo a la preparación, para eliminarlo. Estos tubérculos son fácilmente perecibles, lo que explica que los antiguos pobladores andinos hayan buscado la conservación de los excedentes mediante la congelación y deshidratación, que se usan también para el ulluku; el producto se denomina *lingli* en el Perú. El promedio del contenido de proteína es de 1,7 por ciento en el tubérculo comestible, el de carbohidratos y energía es ligeramente inferior a la mayoría de los tubérculos.

Descripción botánica

El ulluku es una planta erecta y compacta, que alcanza 20-50 cm de alto; al final del crecimiento queda postrada. La forma de los tubérculos varía desde esférica hasta cilíndrica; son de color blanco, amarillo, verde claro, rosado, anaranjado, hasta morado. Muy rara vez forma frutos; entonces la semilla tiene forma de pirámide invertida, con ángulos muy prominentes y superficie corrugada.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

El origen y evolución del ulluku en los climas fríos de los Andes sugiere que es uno de los cultivos más adaptados a la compleja agroecología andina de los terrenos entre los 3 000 y 4 000 m. Aunque no se conoce con exactitud el papel de la hibridación, introgresión y mutación en el ulluku, éstas deben haber actuado —junto con la presión de selección natural y humana— para propiciar la distribución y adaptación de la planta a los diversos tipos de climas y suelos de los Andes.

Diversidad genética

El ulluku silvestre parecería indicar una distribución simpátrica con el ulluku cultivado, al haberse encontrado hasta el momento desde los Andes de La Libertad en el Perú (8° lat. S) hasta el noroeste de Argentina (25° lat. S). Esto parecería indicar un menor rango geográfico de hábitats en relación al ulluku cultivado. Sin embargo las expediciones de recolección han estado orientadas al material cultivado, cuyas cosechas se realizan en épocas secas, cuando ya no hay oportunidad para la recolección de material silvestre. Es probable que en el área de distribución geográfica del ulluku silvestre —que parece ser amplia— se encuentren ullukus con caracteres interesantes que orienten más en el conocimiento del proceso de su domesticación.

Los ullukus cultivados son diploides y triploides con un número básico de 12. La presencia de poliploides en el ulluku silvestre también se ha demostrado; pese a ello falta determinar la frecuencia de diploides, triploides y probablemente tetraploides. En la naturaleza, los triploides están generalmente formados por la hibridación entre diploides y tetraploides, o por la fusión de un gameto normal y otro no reducido entre padres diploides. Los triploides son generalmente estériles, y la única manera de propagarlos es vegetativamente. Su alto vigor les permite prosperar y ser muy comunes en una amplia área de distribución.

El estudio de la meiosis en el ulluku diploide cultivado muestra un apareamiento meiótico regular con la formación de 12 bivalentes. La meiosis de los triploides está dentro de lo esperado, es decir es defectuosa y con la presencia de univalentes y trivalentes. Faltaría investigar el apareamiento meiótico de híbridos artificiales diploides, siempre que sean posibles las combinaciones.

Colecciones de ulluku en América del Sur

Los ullukus cultivados y los silvestres no despertaron mucho interés en los exploradores de plantas en el pasado. Pese a que las colecciones de Bukasov y Juzepczuk en América del Sur, entre 1925 y 1928, fueron seguidas por diversas expediciones de recolección de plantas cultivadas y silvestres, no parece haberse recolectado ulluku, ni siquiera dentro de los mismos países sudamericanos. Se podrían distinguir tres etapas en la recolección de ullukus y la formación de bancos de germoplasma. La primera ocurrió en la década de los veinte con los trabajos de Bukasov y Juzepczuk; la segunda comprende los trabajos de León a través del establecimiento de la entonces más grande colección de germoplasma de ulluku en el IICA, con material proveniente de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Posteriormente se establecieron colecciones de ullukus silvestres en el noroeste de Argentina y Bolivia, a cargo de Brucher. La tercera etapa empieza en la década de los setenta, con pequeñas colecciones locales en las Universidades de Cuzco, Huancayo y Ayacucho, las mismas que en la década de los ochenta, gracias a la decidida ayuda del CIRF/FAO, del CIID y del IICA/OEA fueron continuadas más intensamente por programas nacionales como los del IBTA en Bolivia, INIAP en el Ecuador, INIAA y las universidades de Puno, Cuzco y Ayacucho en el Perú. En ellos se mantienen bancos de germoplasma que se reproducen anualmente. Dichos bancos adolecen de fallas que constituyen limitaciones para el conocimiento y fomento de este cultivo:

- Escasa representación geográfica: mientras los Andes de Ecuador y Perú han sido explorados, poca o tal vez ninguna colección se ha hecho en los Andes de Colombia, Venezuela, zona oriental del Perú, sur de Bolivia y noroeste de Argentina.
- Duplicación de accesiones: en cultivos de

propagación clonal como el ulluku, existe una alta probabilidad de recolectar repetidamente un mismo clon en diferentes localidades. Igualmente, el intercambio de germoplasma entre programas nacionales, sin los datos de identidad, ha ocasionado que un mismo clon pueda estar registrado con diferentes números en varios bancos.

- Documentación incompleta: no existen descriptores estandarizados y aceptados internacionalmente para la caracterización del ulluku. Hay carencia de especímenes de herbarios; dicha información sería de mucha utilidad en caso de pérdida de las colecciones vivas.
- Carencia de colecciones de plantas silvestres: existe una ausencia casi absoluta de material silvestre. Este ayudaría a entender los patrones de variación de las formas cultivadas y podría proporcionar caracteres valiosos para el mejoramiento.

Prácticas de cultivo

Son las mismas que las mencionadas en el cultivo de la oca.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Aunque el ulluku es una planta rústica, adaptada a las difíciles condiciones de los Andes, las enfermedades virales parecen constituir uno de los problemas más serios. La infección de virus en los bancos de germoplasma llega hasta el 80 por ciento de las muestras. Esto es un problema particularmente grave, no sólo para los bancos de germoplasma, sino también para el manejo del cultivo.

Los virus pueden presentarse formando complejos virales de hasta cuatro partículas diferentes en una sola planta, con pérdida de vigor de éstas, deformación y moteado foliar. Además, son patógenos mucho más difíciles de eliminar que las bacterias y hongos. La erradicación en las

variedades comerciales y material genético seleccionado es una urgente necesidad, aunque se desconoce el número de virus que infecta al ulluku. Trabajos preliminares llevados a cabo en el CIP han demostrado que son por lo menos cuatro los virus, pero su número puede ser superior.

Otro factor limitante es el período prolongado de cultivo. Mientras las modernas variedades comerciales de papa son cosechadas después de 4 ó 5 meses en los Andes, el ulluku requiere 7 u 8 meses hasta su maduración. Es decir que las plantas de ulluku están expuestas por más tiempo a las sequías, heladas, plagas, enfermedades y otros factores adversos, frecuentes en los Andes. De esta manera, la productividad en términos de tiempo y espacio es baja. Parece ser una de las causas de marginación, por lo que el cultivo de ulluku es progresivamente reemplazado por variedades de papa precoces y de altos rendimientos.

La mayor ventaja del ulluku está en su arraigada aceptación entre los pobladores rurales y urbanos, donde la oferta es casi continua durante todo el año.

Bibliografía

- Arbizu, C. y Robles, E. 1986. La colección de los cultivos de raíces y tubérculos andinos de la Universidad de Huamanga. En *Anales del V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos*. Puno, Perú.
- Bateman, J. 1961. Una prueba exploratoria de la alimentación usando *Tropaeolum tuberosum*. *Turrialba*, 11(3):98-100.
- Bukasov, S.M. 1930. The cultivated plants of México, Guatemala and Colombia. *Bulletin of Appl. Botany, Genetics and Plant Breeding*. Suppl. 47. Institute of Plant Industry, Leningrado.
- Brücher, H. 1967. *Ullucus aborigineus* spec. nov. Die Wildform einer andinen Kulturpflanze. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 80:376-381.
- Cárdenas, M. y Hawkes J.G. Número de cromosomas de algunas plantas cultivadas por los indios en los Andes. *Revista de Agricultura*, 5:30-32.
- Castillo, R.O. 1990. Andean crops in Ecuador: collecting, conservation and characterization. *FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter*, 77:35-36.
- Cortés, H. 1977. Avances en la investigación de la oca. En *Anales del I Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. Ayacucho, Perú.
- Cortés, H. 1981. Alcances de la investigación en tres tubérculos andinos, oca, olluco y mashwa, isaño o añu. En *Curso sobre manejo de la producción agraria en Laderas*, Huaraz. Ministerio de Agricultura-IICA. Serie Estudios Técnicos, N° 235. Lima.
- CIP. 1989. *Annual Report*. CIP. Lima.
- Del Río, A. y Hermann, M. 1991. Polimorfismo isoenzimático en oca (*Oxalis tuberosa* Molina). En *Avances de los trabajos colaborativos del CIP en raíces y tuberosas andinas*. Presentado al VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz.
- Gibbs, P.E., Marshall, D. y Brunton, D., 1978. Studies on the cytology of *Oxalis tuberosa* and *Tropaeolum tuberosum*. *Not. Roy. Gard.*, 37:215-220. Edimburgo. Reino Unido.
- Hermann, M., Arbizu, C. y Castillo, R. 1991. Perspectivas de un banco de germoplasma internacional de tuberosas y raíces andinas en el Centro Internacional de la Papa (CIP). En *VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. La Paz.
- Johns, T. et al. 1982. Anti-reproductive and other medical effects of *Tropaeolum tuberosum*. *Journ. of Ethnopharmacology*, 5:149-161.
- Jones, A.C. y Kenton, R.H. 1985. A strain of arracacha virus B infecting oca (*Oxalis tuberosa*: Oxalidaceae) in the Peruvian Andes. *Phytopath. Z.*, 100:88-95.

- King, S.R.** 1988. Economic botany of the Andean tuber crop complex: *Lepidium meyenii*, *Oxalis tuberosa*, *Tropaeolum tuberosum* and *Ullucus tuberosus*. Disertación doctoral. Fac. of Biology. City University, Nueva York.
- King, S.R. y Bastien, H.C.** 1988. *Oxalis tuberosa* en México. En *Anales del VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos*. Quito.
- León, J.** 1964. Plantas alimenticias andinas. *IICA, Boletín Técnico*, N° 6. Lima.
- Lescano, J.L.** 1985. Investigaciones en tubérculos andinos en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno. En *Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los Andes*. Tapia, M., ed. PISCA, INIPA-CIID-ACDI. Lima.
- Martins-Farias, R.** 1976. *New archaeological techniques for the study of ancient root crops in Peru*. Tesis doctoral. University of Birmingham. Gran Bretaña.
- McBride, J.F.**, 1949. *Flora of Peru*. Field Museum of Natural History. Vol. XIII, Part III, N° 2.
- Ministerio de Agricultura.** 1984. *Anuario estadístico agrícola. 1980-84*. Oficina Sectorial de Estadística. Lima.
- Ministerio de Previsión Social y Salud Pública, Bolivia.** 1984. *Tabla de composición de alimentos*. Lab. Bioquímica Nutricional. La Paz.
- National Research Council.** 1989. *Lost crops of the Incas: Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. Wáshington, D.C. National Academy Press.
- Rousi, A., Salo, J., Kalliola, R., Jokela, P., Pietila, L. y Yli-Rekola, M.** 1986. Variation pattern in ulluco (*Ullucus tuberosus*, Basellaceae), a supposedly asexual Andean tuber crop. *Act. Hort.*, 182:145-152.
- Stone, O.M.** 1982. The elimination of four viruses from *Ullucus tuberosus* by meristem-tip culture and chemotherapy. *Annals of Applied Biology*, 101:79-83.
- Tapia, M.** 1990. *Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Santiago. FAO.
- Tapia, M.** 1991. Los sistemas de rotación de los cultivos andinos subexplotados en los Andes del Perú. En *VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos*. ORSTOM, CIID, IBTA. La Paz.

Raíces andinas

MACA

(*Lepidium meyenii*)

Nombre botánico: *Lepidium meyenii* Walp.

Familia: Brassicáceas (Crucíferas).

Nombre común: maca (Perú).

La maca es uno de los cultivos andinos que ocupan un área muy restringida; sólo se encuentra en la sierra central del Perú en los departamentos de Junín y Pasco, en la zona agroecológica de la puna sobre los 4 000 m, donde las bajas temperaturas y fuertes vientos constituyen factores limitantes para otros cultivos.

La domesticación de esta planta se habría iniciado hace por lo menos 2 000 años, alrededor de la zona de San Blas, departamento de Junín. En la visita efectuada en 1549 en la zona de Junín, se menciona que el encomendero Juan Tello de Soto Mayor recibió «frutos» de maca como tributo y que los utilizaba para mejorar la fecundidad del ganado de Castilla. De igual manera, en la visita a la zona de Huánuco de 1572 se indica que los chinchaycocha utilizaban la maca como medio de trueque desde la época inca, porque en sus tierras no se daba otro cultivo.

La maca se cultiva en pequeñas parcelas de unas pocas líneas hasta de unos 500 m², en los terrenos de campesinos en comunidades ubicadas alrededor del lago Junín (Yanacancha, Ingaahuasi, Cerro de Pasco, Ninacaca, Vicco). Es una planta herbácea bianual, cuya parte subterránea (hipocótilo) es comestible y se aprecia mucho por su valor nutritivo, especialmente en

proteínas y minerales. En el medio rural existe la firme convicción de que mediante el consumo de maca logran tener hijos las parejas que se creían infértiles.

Usos y valor nutritivo

Una vez cosechados los hipocótilos frescos, el campesino suele asarlos en el campo en forma de huatías (cocido en medio de terrones de turba incandescente) o en pachamancas (cocido en contacto con piedras calentadas previamente en fuego de leña y cubiertas bajo tierra). Sin embargo, la mayor parte de la cosecha se deja secar y luego se puede guardar por varios años.

Para consumirlos, los hipocótilos secos se hidratan durante una noche y sancochan en agua hasta que estén blandos. Se pueden licuar para preparar jugos, cócteles, mazamoras y mermeladas. En la actualidad se está procesando la materia seca para la elaboración de productos en tabletas que tienen demanda por su valor nutritivo y por la suposición que estimulan el apetito sexual y aumentan la fertilidad.

El alto valor en calcio (258 mg) y hierro (15,4 mg) por 100 g son las principales ventajas de este cultivo andino. La maca presenta un contenido de 14 por ciento en proteínas y de 78 por ciento en carbohidratos; es además rica en almidón, glucósidos, alcaloides y taninos. El contenido en proteína puede variar entre 10 y 14 por ciento de acuerdo con las condiciones de fertilidad de los suelos y la variedad.

Ratas alimentadas con maca produjeron un 25 por ciento más de crías que las ratas testigo, probablemente debido a un estímulo en el desarrollo de los folículos de Graaf.

Descripción botánica

Plantas herbáceas, perennes, de 12-20 cm. Raíces suculentas. Tallos cortos y decumbentes. Hojas rosuladas, pinnatipartidas, renovándose continuamente desde el centro de la roseta. Racimos paucifloros. Frutos en silículas, de 4-5 mm, dehiscentes con dos valvas aquilladas conteniendo una semilla cada una. Semillas ovoides de 2-2,5 mm, pardo-rojizas.

Los hipocótilos, que son la parte comestible de la planta, varían entre 2 y 5 cm de tamaño y pueden ser de colores blanco o amarillo, blanco rojizo, blanco-amarillo, blanco-morado, plomo claro, morado-plomo o amarillo-plomo.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

El cultivo de la maca está limitado a la zona agroecológica de la puna de la región central de los Andes en el Perú, en alturas entre los 4 000 y 4 400 m. La puna se caracteriza por la presencia de períodos con temperaturas por debajo de 0 °C, denominados heladas, aun en plena época de crecimiento de los cultivos; pero la maca soporta bastante bien estas temperaturas, al igual que la papa amarga. Cuando se sembró la maca en otras latitudes, como en Berlín, Alemania (52° lat. N) en 1990, no llegó a formar hipocótilos. Este resultado parece confirmar el concepto de que la maca es una planta de días cortos.

Diversidad genética

La especie *L. meyenii* fue descrita por el Dr. G. Walpers, en 1843. Se ha sugerido que la maca cultivada no sería *L. meyenii* sino una nueva especie, *L. peruvianum* Chacón, en base a diferentes muestras que se tomaron desde 1960 en el distrito de San Juan de la Jarpa, de la provincia de Huancayo. Esta afirmación se basa en estudios comparativos de las características botánicas y en especial en las observaciones histoquímicas del hipocótilo, elemento principal para caracterizar a esta nueva especie.

En la zona de cultivo se diferencian por lo menos ocho tipos de maca según la coloración de la planta y del hipocótilo. Aunque no existe un banco de germoplasma de esta especie, la Universidad Agraria La Molina y la Universidad de Pasco han efectuado recolecciones de material genético.

Prácticas de cultivo

La maca se siembra al inicio de las lluvias (septiembre-noviembre) en monocultivo o asociada con franjas de papa amarga. Según los campesinos de la zona, esta asociación protege a las papas del ataque de insectos, ya que la maca contiene sustancias volátiles repelentes.

Se puede sembrar en terrenos descansados, cubiertos con pastizales y recién roturados (*purun*), o en terrenos de rotación anual con otro cultivo (*kallpar*) como la papa amarga. En general, la preparación del suelo es deficiente y la siembra se efectúa a voleo sin ninguna fertilización, o en el mejor de los casos con la sola aplicación de estiércol; el tapado se hace con ramas o mediante el pisado de ovejas. No se acostumbra realizar labores culturales, salvo el cuidado de que las pequeñas plantas no sean pisoteadas por animales. Existe la creencia de que la maca agota los suelos; esto ocurre probablemente cuando los nutrientes extraídos no son devueltos en forma suficiente.

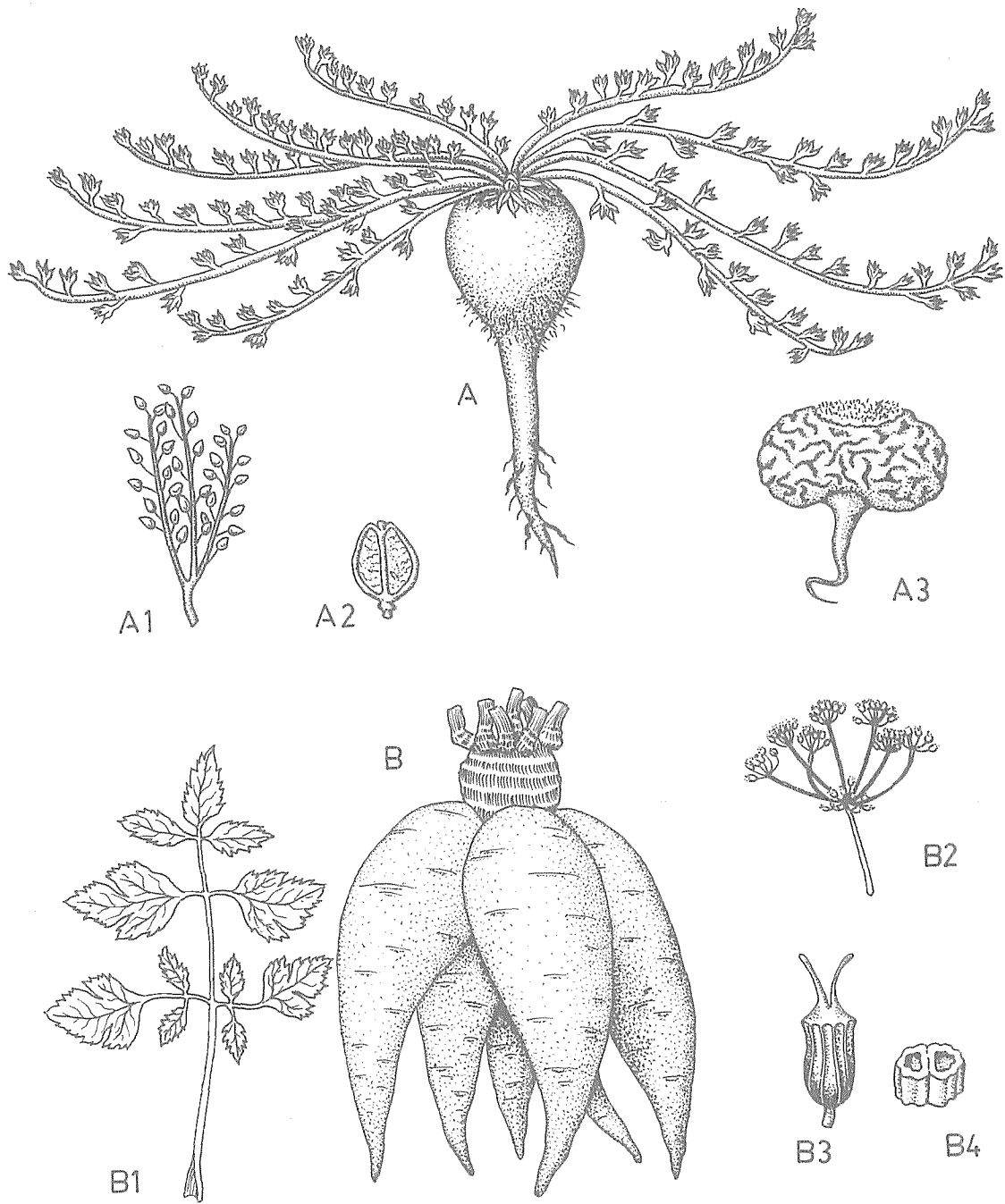
La cosecha se inicia en los meses de mayo a junio. Los hipocótilos frescos se exponen a los rayos solares por unos 4 a 6 días hasta que estén secos; luego se guardan en un lugar fresco y oscuro hasta su consumo.

El rendimiento es muy variable: en campos manejados con pocos cuidados se extraen unas 2-3 t/ha; mientras que con prácticas de cultivo apropiadas en líneas, con fertilización y métodos de prevención del ataque de plagas se puede llegar a producir 15-16 t/ha.

Las plantas que producen el hipocótilo en el

FIGURA 17

Raíces andinas: A. maca (*Lepidium meyenii*); A1. inflorescencia en racimo; A2. fruto en silícula; A3. raíz seca; B. arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*); B1. hojas; B2. inflorescencia en umbela; B3. fruto; B4. sección del fruto.



primer año no producen semilla; para obtenerla se realizan las siguientes prácticas: después de seleccionar los hipocótilos de mayor tamaño, de buena constitución y madurez se colocan unos 30 a 50 en un pozo de 50-60 cm de profundidad y de igual radio que se tapa con tierra húmeda. El crecimiento de las plántulas requiere unos 25 a 30 días. Para su transporte se prepara una cama de almácigo con tierra mullida y abonada con guano de corral. Se debe cuidar de que exista humedad adecuada para un buen desarrollo de las plantas, que producirán semillas entre 6 a 7 meses después del trasplante.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Este cultivo ofrece excelentes posibilidades para su mejora, sobre todo porque existe un mercado potencial para los hipocótilos como producto estimulante, equivalente al ginseng.

Con simples técnicas de selección masal se puede llegar a seleccionar variedades de mejor rendimiento y más uniformes, lo que facilitaría su procesamiento. Se deben conservar los actuales ecotipos locales, para no perder la variabilidad genética existente.

Las prácticas de cultivo pueden también ser mejoradas. Se sugiere un sistema de cultivo asociado con la papa amarga, que es otra especie adaptada a las condiciones ecológicas de la puna.

La principal limitación, que está siendo superada, ha sido la poca atención que los productores, esencialmente ganaderos de la zona de puna, han dado a esta especie. Para fomentar su cultivo, desde hace unos años se organiza la feria anual de la maca, habiéndose creado la Asociación de Productores de Maca en el departamento de Pasco.

ARRACACHA

(*Arracacia xanthorrhiza*)

Nombre botánico: *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.

Familia: Apiáceas (Umbelíferas).

Nombres comunes: *aymara:* lakachu, lekachu; *quechua:* oqqe, huiasampilla, laqachu, raqacha, virraca, rikacha; *castellano:* arracacha, racacha, zanahoria blanca, apio criollo, sonarca; *portugués:* batata baroa, mandioquinha, batata salsa, batata cenoura; *inglés:* white carrot, Peruvian carrot, arracacha; *francés:* arracacha, panème, pomme de terre-céleri.

Se trata posiblemente de una de las plantas cultivadas andinas más antiguas cuya domesticación precedió a la de la papa. No hay vestigios que permitan identificar el área de origen, que pudo ser la parte septentrional de América del Sur, por la presencia de especies silvestres afines. Fuera de los Andes se cultiva en las Antillas, América Central, Africa, Sri Lanka y en grandes áreas comerciales al sur de Brasil, donde es industrializada.

Las causas básicas de su marginación hay que buscarlas en el contexto socioeconómico de sus cultivadores. Las causas secundarias actuales vienen dadas por algunos factores limitantes de orden agronómico. Se pueden mencionar los requerimientos en fotoperíodo, susceptibilidad a temperaturas extremas, su largo ciclo de crecimiento, la susceptibilidad a enfermedades y plagas y la difícil conservación de las raíces. Se trata de factores que pueden ser modificados con trabajos de mejora agronómica.

Usos y valor nutritivo

En la región andina se observa que en años de sequía o de heladas en las zonas altas, la papa escasea en los mercados de las ciudades. Es reemplazada por arracacha, yuca, camote, gualusa

(*Xanthosoma sagittifolium*), papa japonesa (*Colocasia esculenta*), yacón y ajipas (*Pachyrrhizus* spp.).

Las raíces se cosechan a partir del cuarto mes, según el cultivar y la región. Se consumen hervidas o como ingrediente en sopas y guisos, también en puré, asadas y fritas en rodajas. El follaje se prepara al estilo del apio en ensaladas crudas o cocidas, de ahí proviene el nombre de apio criollo en Venezuela. Después de un período de 2-3 meses de almacenamiento aumenta el contenido de azúcares en las raíces, por la transformación parcial de los almidones.

La cepa o corona de las raíces —con cerca de 9 por ciento de proteína— es utilizada en la alimentación del ganado lechero. El tallo y la hoja de la planta se utilizan como forraje en la alimentación animal. Del follaje desecado se pueden elaborar harinas, igualmente para la alimentación animal.

El sabor agradable y la fácil digestibilidad de la arracacha son reconocidos universalmente, y se explican por el complejo de almidones, aceites y sales minerales. El contenido de almidón varía entre 10 y 25 por ciento. Los granos son finos, parecidos a los de la yuca. Es una buena fuente de minerales y vitaminas.

Descripción botánica

La planta consiste en un tronco cilíndrico y corto que alcanza 10 cm de alto y 10 cm de diámetro, y lleva en la parte superior numerosos brotes. Cada uno de éstos presenta hojas de pecíolos largos, divididas en 3-7 folíolos, muy recortados. Follaje de color verde o bronceado, según la variedad. Del tallo salen dos clases de raíces: finas y largas, o tuberosas y fusiformes. Estas últimas son la parte utilizable. Miden 5-25 cm de largo, tienen hasta 8 cm de diámetro. La raíz se recolecta antes de concluir el ciclo vegetativo. Si se deja, brotan de la base del tallo los vástagos floríferos. Las inflorescencias son umbelas compuestas, llevan muchas flores pequeñas de color púrpuro

intenso, cáliz y corola de cinco piezas diminutas. Fruto bicarpelar con ovario ínfero.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Humedad mínima 600 mm, óptima 1 000-1 200 mm. La altitud varía entre 1 500 y 3 000 m, según la latitud. La temperatura óptima es de 14-21 °C. Las temperaturas más bajas retardan la maduración de las raíces y afectan el crecimiento del follaje. Temperaturas más altas como en Maracay, Venezuela; Santa Marta, Colombia, y probablemente en la Amazonia parecen disminuir el tamaño de las raíces. Crece en suelos profundos, con buena materia orgánica, fértiles, buen drenaje, arenosos, con pH de 5-6; da muy bien en suelos volcánicos fértiles. Para un buen enraizamiento se requieren días cortos.

Las características fitogeográficas de las regiones principales de cultivo son las siguientes:

En el oriente de Venezuela, las arracachas de mejor calidad, como la 'Amarilla', se producen a 1 200-1 400 m. En Barimitas, Santo Domingo, a 1 500-1 800 m. En Mérida, Venezuela, los pequeños cultivos están en el fondo de los valles y en pendientes con exposición al este. En períodos secos se riega cada dos semanas. En Táchira, Venezuela, se rota con cambur y plátanos y se asocia con maíz, interplantándose con maíz y frijol.

En Colombia *A. xanthorrhiza* ocupa un lugar importante en la estructura productiva de algunos departamentos como Ibaqué, sobre los 1 800 m; en Antioquía, Río Negro y Nariño, entre los 1 200 y 2 800 m; en la cuenca del río Otengá en Boyacá, hasta los 3 200 m. En la costa crece en Santa Marta, a 40 m. Bajo condiciones de humedad abundante o con riego se siembra todo el año, cosechándose a los 8 a 12 meses.

En Ecuador los cultivos se encuentran entre 1 500 y 3 000 m, a lo largo del callejón interandiniano y son menos frecuentes en los flancos occidental y oriental de la cordillera. En alturas superiores

se cultiva esporádicamente; los ciclos productivos pasan del año, con mayor desarrollo de la cepa o corona en relación a las raíces. La mayor concentración de cultivares está en Azuay y Loja.

En Perú se cultiva en casi todo el país, de 1 200 a 3 200 m, donde hay humedad. Los dos centros de mayor diversidad se encuentran en la sierra norte (Cajamarca) y en la suroriental (Cuzco).

En Bolivia la mayor concentración de cultivos está en las yungas de La Paz y en las de Cochabamba, entre 1 000 y 1 800 m. En los valles de La Paz el cultivo es muy esporádico, a 3 500 m, con riego en los años secos.

En Brasil se ha difundido desde São Paulo a Santa Catarina, de 700 a 2 000 m en cultivos intensivos.

Diversidad genética

Entre las más de 60 muestras recolectadas en los países andinos se dan numerosos cultivares, diferenciados por el color del follaje y básicamente por el color externo de la raíz: blanco o amarillo, ambos con pigmentaciones moradas.

Colecciones de germoplasma en América del Sur

El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas estableció entre 1965 y 1967 un banco de germoplasma con 50 accesiones procedentes de Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú. La colección se mantuvo en San Mateo, Lima, Perú a 3 050 m, y por la extinción del Programa de cultivos andinos este material fue transferido en 1967-68 a diversas instituciones de los países andinos y a Brasil.

Hay un alto número de variedades en Colombia: 'Paliverde' es la más común (90 por ciento), en menor cantidad 'Paliamarilla' y de poca frecuencia 'Palirusia' o 'Palirroja'. 'Paliverde' puede llegar a rendimientos de 10-15 t/ha de raíces y 4-7 t/ha de cepas.

Se ha encontrado una amplia variabilidad en la arracacha, particularmente en lo que se refiere a

características del follaje y raíz. Los tipos más notables son los de follaje bronceado originarios de Colombia. En ellos no se observó correlación entre la presencia de antocianina en las hojas y en las raíces, ya que estas últimas eran de epidermis blanca y de floema y xilema también blancos. Los tipos de raíces amarillas, tanto en la superficie como en la parte interna, tienen follaje bronceado pálido, con las antocianinas restringidas a la parte inferior de las hojas. No existe, por consiguiente, una correlación clara entre el color del follaje y la coloración de la raíz.

Los congéneres más próximos a la especie cultivada son: *A. sequatorialis*, *A. andina*, *A. elata* y *A. moschata*. Además se han encontrado otras especies como *A. pennelli* Constance en Bogotá, *A. toluensis* H.B.K. var. *multiflora* en Colombia y México; *A. wigginessi* Constance al sur de Cuenca, Ecuador; *A. incisa* Wolf en La Oroya, y *A. peruviana* Wolf en Ayacucho, Perú.

Prácticas de cultivo

La descripción de la técnica tradicional del cultivo está basada en las experiencias y visitas efectuadas a campesinos de Colombia y Perú.

La arracacha se reproduce por «colinos» (Colombia), hijuelos o *pashincas* (Perú), que son ramificaciones cortas o brotes, que parten de una cepa llamada madre en Colombia y buque en el Perú. En Colombia se requieren aproximadamente 400 kg/ha de colinos, que se plantan al nivel del suelo y luego se aporcan. Cuando se ha desarrollado el enraizamiento, se pueden efectuar 3 ó 4 aporcaduras conjuntamente con las labores de deshierba, aunque algunos agricultores indican que con aporcaduras repetidas la planta sólo produce follaje. El período vegetativo es variable; en las zonas más altas y frías puede ser de 8 meses, mientras que en la sabana se extiende hasta un año. Esta especie prefiere zonas nubladas con humedad constante.

En algunas zonas se incluye la arracacha en la

secuencia de rotación; generalmente sigue a la papa y hortalizas, o está asociada al maíz (cinco surcos de maíz y uno de arracacha) y también al café (en Manizales, Colombia). La época de siembra coincide con el inicio de la maduración del maíz, y luego se deja en el campo hasta por dos años.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Como limitaciones agronómicas se pueden mencionar las siguientes: el largo ciclo productivo, en comparación con el de la papa y de otros tubérculos; la lignificación de las raíces en la madurez; el deterioro de la calidad en las raíces almacenadas; enfermedades y plagas, como un ácaro sin identificar que ataca las raíces; pudrición por *Pseudomonas* sp., que se inicia a los 5-6 meses en la raíz y follaje; *Alternaria* sp., *Erwinia* spp. y *Rhizoctonia crocorum*; lesiones de nematodos como *Pratylenchus penetrans* que causan necrosis en las raíces.

Para la agricultura campesina, las posibles mejoras deben generarse en el propio contexto de su sistema productivo. El análisis de prácticas de cultivo, desde la siembra hasta la cosecha, debe ser la base para implementar futuras investigaciones de acuerdo a las realidades locales.

En cada país y en las regiones de mayor concentración de cultivos y germoplasma, será de interés socioeconómico, cultural y educativo organizar centros de acción comunal, donde funcionen proyectos específicos dentro de una concepción integral cuya factibilidad económica sea probada con los mismos agricultores y poblaciones vecinas. Por ejemplo, el funcionamiento de una unidad procesadora estaría ligado a la producción, a la comercialización postcosecha y al proceso industrial. Simultáneamente, funcionarían comedores escolares y comunales organizados con un criterio educacional y nutricional. Los excedentes que aparezcan en el proyecto reflejarán su buen resultado y facilitarán su extensión a otras regiones.

Se necesita programar una investigación compartida de amplia escala, en las propias chacras, con los agricultores. Los proyectos cubrirían un gran territorio de múltiples ecologías y se beneficiarían con el aporte de muchas personas. Se revalorizarían los aspectos positivos de las prácticas agrícolas existentes y se resolverían problemas puntuales.

Esta metodología, genuinamente revolucionaria, se está experimentando en algunos países andinos, con una administración responsable a cargo de las comunidades campesinas. En su funcionamiento emergen los auténticos promotores, que son campesinos expertos que difunden los logros.

Esta propuesta rompe con los esquemas basados en normas y valores tradicionales tecnicistas y preconiza un cambio en la lógica y racionalidad de los enfoques. La teoría aparece asociada a la práctica, así como para los aymara y demás pueblos andinos la práctica y la prueba eran constantes, de cada año y para cada cultivo, en una y en muchas chacras, para asegurar la supervivencia de la población.

Áreas potenciales para introducción y cultivo

El resultado de las investigaciones permitirá ampliar las actuales fronteras restringidas del cultivo de la arracacha. Por ejemplo, en Cajamarca, Perú, y Anaimé, Colombia, que son regiones con una ecología andina, sería posible intensificar el cultivo con vistas a la industrialización, como está ocurriendo en el sur del Brasil.

Líneas de investigación

El Programa de cultivos andinos del INIAP (Ecuador) ha elaborado las siguientes estrategias de acción:

- completar la recolección, evaluación y conservación del germoplasma;
- identificar los problemas fitosanitarios del

- cultivo y las técnicas tradicionales entre los productores;
- evaluar las variaciones de proteínas en los cultivares;
 - identificar las preferencias de los consumidores y sugerir nuevas formas de consumo;
 - organizar pequeñas empresas comunitarias de producción, procesamiento y comercialización;
 - llevar a cabo labores de evaluación y caracterización botánica, agronómica, fitosanitaria y bromatológica (incluyendo aminogramas) de germoplasmas y cultivos;
 - estudiar la fisiología de la planta, incluida la conservación de raíces, colinos, cepas y semillas sexuales;
 - promover la producción de semilla sexual;
 - estudiar foto y termoperíodos, resistencia al frío y a la sequía, efecto de temperaturas en el crecimiento y rendimiento de raíces.

CHAGO O MAUKA (*Mirabilis expansa*)

Nombre botánico: *Mirabilis expansa* Ruiz & Pavon.

Familia: Nictagináceas.

Nombres comunes: chago, arricón, yuca, inca, cushipe, chaco (Perú), miso, taso, pega pega (Ecuador), mauka (Bolivia).

El cultivo de *Mirabilis expansa* fue descrito por primera vez hace 25 años, en La Paz, Bolivia. Unos 15 años después se encontró al norte de Quito, en Ecuador, y más tarde en Cajamarca, Perú, donde parece estar el área mayor de producción. Es un caso interesante de un cultivo prácticamente desconocido y que tiene una amplia distribución geográfica. La especie se conoce de Venezuela a Chile.

El cultivo se mantiene en pequeñas huertas y en forma marginal; es muy apreciado en las comu-

nidades de valles templados, alrededor de los 2 800 m, para la alimentación humana y animal. Se da solo o asociado con maíz, cucúrbitas u otras plantas, y permanece en el campo por varios años, en base a trasplantes de partes vegetativas.

Usos y valor nutritivo

Para el consumo humano se utilizan las raíces y hojas. Se prepara de la misma forma que el camote o la yuca: la raíz se sancocha a poco de haber sido cosechada y pelada, además puede ser ingrediente de sopas y guisos; las hojas se preparan en ensaladas y picantes. En Ecuador se consume con sal o dulce; para esta última preparación se entierra por aproximadamente una semana en «cochas» cavadas en el suelo, donde se alternan capas de paja de cebada y mauka, con el fin de concentrar los azúcares. En ambos casos puede acompañarse con miel de panela.

En Bolivia, los tallos y raíces engrosados, de color amarillo, se dejan madurar para eliminar ciertos principios astringentes que pudieran afectar la lengua y los labios; luego se cortan y cocinan agregándoles preferentemente miel de maíz, chancaca (panela) o azúcar para hacerlos más agradables. El agua de cocción se sirve como refresco.

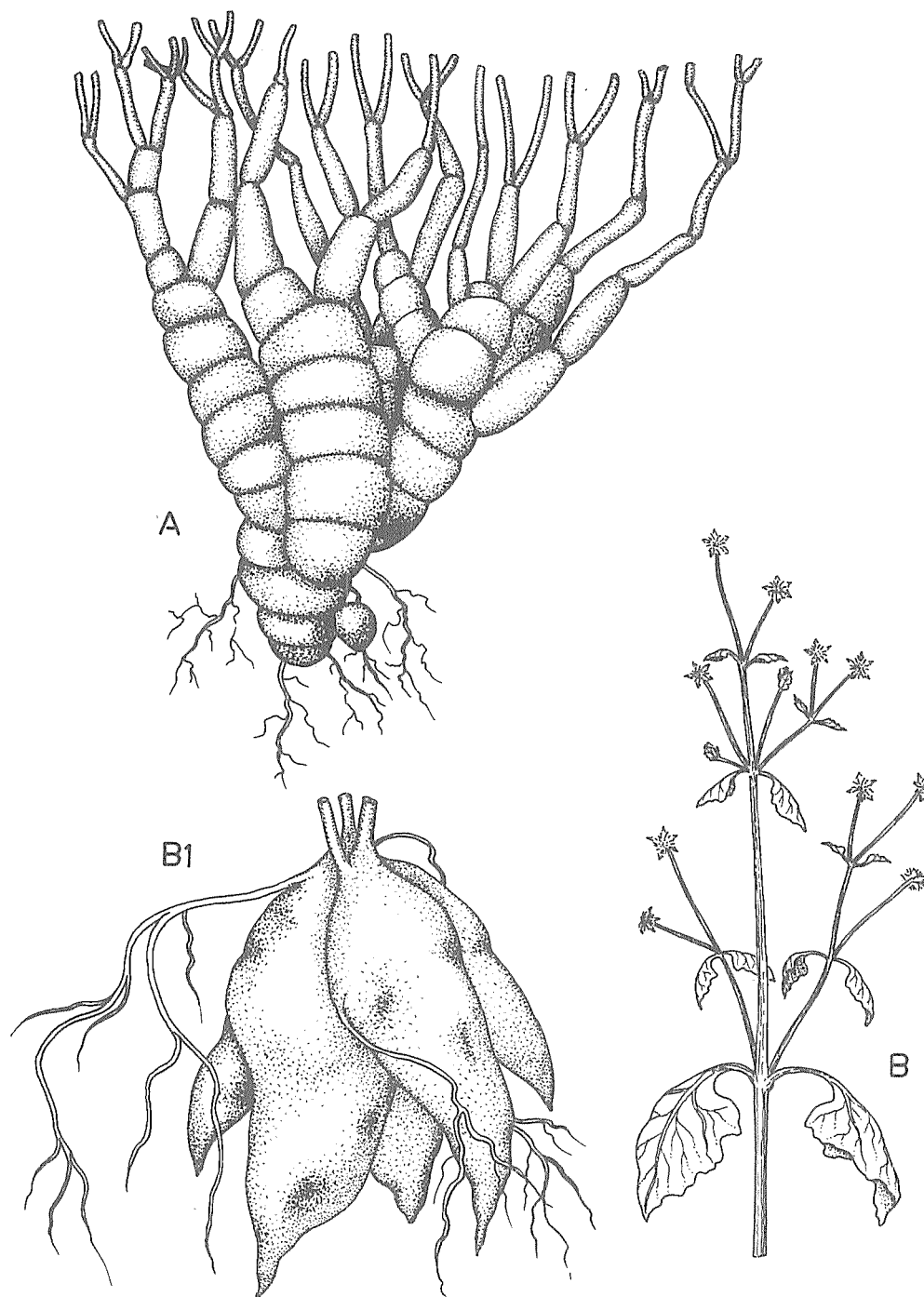
En la alimentación animal se usa toda la planta; la comen con gran avidez cerdos, cuyes, ovinos y vacunos. Para la alimentación de porcinos se mezclan las partes subterráneas crudas con el follaje, vegetación silvestre o maíz. Los cuyes se alimentan con el follaje verde o heno, y su grado de conversión es superior al de otros subproductos agrícolas.

Análisis bromatológicos de maukas bolivianas han arrojado un 7 por ciento de proteínas, además de 2 760 mg de calcio y 590 mg de fósforo (en la materia seca) en las partes subterráneas, y un 17 por ciento de proteína en el follaje.

El análisis de tres cultivares de chago de Cajamarca, Perú, da entre un 4 y 5 por ciento de proteínas; el contenido en calcio es muy variable

FIGURA 18

Raíces andinas: A. chago (*Mirabilis expansa*); B. yacón (*Polymnia sonchifolia*); B1. raíces.



con un mínimo de 157 mg y un máximo 461; el de fósforo es de 117 mg por 100 g; es pobre en sodio y hierro. El contenido en proteínas, calcio y fósforo del chago es superior al de otras raíces y tubérculos cultivados en la misma zona agroecológica. Esto representa una ventaja importante si se considera que la dieta altoandina es a menudo deficiente en calcio y fósforo. Por su bajo contenido en sodio, el chago podría ser promisorio en dietas hiposódicas.

Descripción botánica

Planta baja y compacta, hasta de 1 m de altura. El engrosamiento de la parte comestible del cuello correspondería a una planta perenne. La parte aérea está formada por la ramificación de brotes basales de los que nacen densos grupos de hojas. Tallos cilíndricos, divididos por nudos, de los que salen pares de hojas opuestas. Hojas ovaladas o cordadas de 3-8 cm de largo por 2 cm de ancho, algo coriáceas, nervaduras y bordes con áreas rojizas. Inflorescencias en ramillas terminales, largas y finas, de 3-6 cm de longitud, cubiertas de pelos en los que con frecuencia se encuentran adheridos insectos pequeños.

Las partes utilizables son los tallos y las raíces tuberosas. Los primeros son de color salmón mientras están bajo tierra. Por lo general son aplanados, carnosos, de hasta 50 cm de largo y 5 cm de ancho. El proceso de engrosamiento de tallos y acumulación de sustancias nutritivas es típico de las Nictagináceas: se debe a que la actividad del cambium origina tejidos periféricos irregulares hacia la parte exterior del tallo. Hacia el centro se aprecian varias filas elípticas de vasos aislados de xilema. El tejido fundamental es parenquima con agua en abundancia, muchos granos de almidón y poca fibra de color crema.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

La única información disponible sobre exigencias ambientales se refiere a Cajamarca, Perú,

donde la zona agroecológica más aparente para el cultivo sería la quechua semihúmeda (2 300-3 500 m), con temperatura promedio anual de 13 °C, máximas de 25 °C y mínimas de 5 °C; suelos profundos con abundante materia orgánica, precipitación anual de 680 mm.

Las exploraciones y recolección hasta ahora efectuadas para ubicar formas cultivadas y parientes silvestres reflejan su distribución geográfica.

En Bolivia, los valles mesotérmicos de La Paz hasta su confluencia con las yungas: provincia de Camacho, cantones de Italaque y Mocomoco, comunidades Yokarguaya hacia Muñecas, Saavedra y Larecaja; yungas del norte y del sur; Inquisivi hacia Cochabamba. En La Paz, Achumani, a 3 500 m para *M. prostrata* (Herbario Nacional Cota Cota, La Paz).

En Ecuador, Cayambe y Mojanda, en Pichincha, con dos morfotipos. En Ibambura, San Pablo. En Cuvinche-La Esperanza, una especie nativa de raíz amarilla y flores blancas es de rápida cocción; otra introducida de raíz blanca, flores magenta, se recolecta de junio a noviembre. En Cañar, Ingapirca, a 3 100 m, se dan *M. prostrata* y 'Moradilla' o 'Pega Pega', con flores blancas y moradas.

En Colombia, Beteitvá, cuenca del río Otenegá hacia el páramo de Las Puentes, en Boyacá, a 3 100 m, existen formas silvestres.

En Perú, Cajamarca es el centro de mayor diversidad hasta ahora descrita, con cinco provincias y 15 distritos muestreados, sobresaliendo las provincias de Celendín, Chota y Cajamarca; se indican tres provincias y 28 distritos adicionales. También existe en otros departamentos: La Libertad, Ancash, Amazonas y posiblemente al sur de Ayacucho hasta Cuzco y Puno. En Huarochirí, en Lima, se han encontrado ejemplares silvestres.

Diversidad genética

No existen cultivares definidos, sin embargo las plantas se diferencian por el color de la raíz, distinguiéndose la 'Blanca', 'Amarilla' y 'Anaranjada clara'.

Al presente se dispone de tres colecciones de germoplasma para la especie cultivada en el Perú y Ecuador, donde se hizo la caracterización y se conserva material en bancos activos. En Cajamarca existen 32 accesiones en la estación experimental Baños del Inca (INIAA), y tres en la Facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Cajamarca; en Ecuador existen tres accesiones en la estación experimental de Santa Catalina (INIAP).

En los ejemplares evaluados en Cajamarca, el desarrollo de raíces y follaje es mayor, a causa de precipitaciones más abundantes, en comparación con los del sur andino. Debe destacarse la astringencia de las raíces recién cosechadas en las muestras de Bolivia comparadas con las muestras de Ecuador, que son más dulces. Falta una caracterización más detallada en las distintas recolecciones. Cabe añadir que, en las zonas rurales, las mujeres tienen información valiosa sobre las características de los cultivares.

Prácticas de cultivo

Poco se conoce acerca del cultivo de esta especie, notoriamente rústica, y practicado a nivel de la agricultura campesina. Lo que a continuación se menciona procede en buena medida de información obtenida en viajes de recolección de germoplasma.

La técnica de propagación habitual es la vegetativa: se siembran brotes basales, pedazos de tallos o hijuelos; también se multiplica por semilla. Plantas desarrolladas a partir de brotes basales se cosechan al cabo de un año; este período podría ser mayor de utilizarse hijuelos. Se plantan en surcos, en los cuales se hacen los hoyos de 1 m x 1 m. Por la delicadeza de las plantas el aporcado debe ser cuidadoso.

En general el ciclo productivo dura alrededor de 7-9 meses. En Ecuador se planta en julio-agosto, intercalada con maíz, lo que permitiría una mejor estructura del suelo para el desarrollo de raíces, evitando la proliferación de las babosas y el ataque de un díptero que perfora las partes subterráneas.

Fenología del cultivo

- De la plantación a la emergencia: 4-7 días;
- de la emergencia al primer par de hojas: 6-9 días;
- del primer par de hojas al inicio de la tuberización: 25-30 días;
- del inicio de la tuberización a la floración: 100-110 días;
- de la floración a la cosecha: 90-100 días.
- Ciclo de producción: 225-256 días.
- Aparición de las primeras raíces: 22 días;
- esquejes enraizados: 96 por ciento;
- número raíces por esqueje: 23;
- número de raíces por planta (en lote campesino): 2-5;
- longitud de las raíces a los 45 días: 3 a 12 cm.

Rendimiento

- Rendimientos por planta (dos campañas): 0,5-2 kg;
- peso por planta (en lote campesino): 3-5 kg;
- rendimiento por ha: 12 y 52 t;
- rendimiento de forraje verde por planta, a los 6,5 meses: 7 kg.

No existen estadísticas oficiales sobre producción, superficie cultivada y rendimientos.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El chago es un cultivo que se ha reducido a los huertos familiares, y su conservación se debe sobre todo al interés de los campesinos que valoran su producción y lo estiman por su gusto.

Tiene una reproducción económica debido a la

facilidad de propagación por esquejes. Sin embargo, compite con otras raíces porque en la zona agroecológica donde se cultiva, la disponibilidad de suelos es limitada.

Con una adecuada selección de variedades y el desarrollo de una tecnología de cultivo más apropiada, podría incrementarse su producción y mercadeo en algunas áreas.

Existe interés en las comunidades campesinas que proveen material genético para seguir produciendo y consumiendo esta especie.

La Universidad de Cajamarca ha organizado un laboratorio de cultivo de tejidos, y está en condiciones de experimentar el mantenimiento de germoplasma *in vitro*.

Líneas de investigación

La expansión del cultivo, en su hábitat y fuera de él, tiene que fundamentarse en investigaciones básicas y aplicadas. Falta mucho por conocer de los aspectos botánicos, bioquímicos, fisiológicos, fenológicos y agronómicos, con el fin de obtener mayor información sobre las prácticas culturales, los requerimientos ambientales de foto y termoperíodos, humedad, suelos, enfermedades y plagas.

El objetivo de una primera acción deberá ser completar y caracterizar el material genético existente y seleccionar, conjuntamente con los productores, los ecotipos de mayor aceptación.

Se requiere ampliar la base genética para las caracterizaciones y evaluaciones, y desarrollar métodos de conservación de las colecciones.

La existencia de variabilidad en cuanto al carácter de astringencia de la raíz permite considerar la posibilidad de obtener variedades con menor contenido de oxalatos.

La investigación bioquímica de esta raíz podría igualmente permitir la selección de materiales con un mejor balance nutritivo en cuanto a proteína y elementos menores.

YACON

(*Polymnia sonchifolia*)

Nombre botánico: *Polymnia sonchifolia*
Poeppig & Endlicher.

Familia: Compuesta.

Nombres comunes: yacón, yacuma, jícama (Ecuador, Bolivia), arboloco (Colombia), jícama (Perú).

Originario de los Andes, se cultiva desde Venezuela hasta el noreste argentino, en las faldas de la cordillera con climas subtropical y tropical, alrededor de los 2 000 m. Las formas silvestres fueron encontradas por Bukasov en la meseta de Cundinamarca en Colombia.

Es un cultivo típicamente campesino. Su producción se incrementó durante la sequía general que asoló la región andina en 1982-83, cuando la producción de la papa, gravemente afectada, fue reemplazada con buenos resultados por la de yacón.

Su marginación está relacionada con la ausencia de una técnica intensiva de producción, que tiene su origen en la falta de costumbre de consumir esta especie en las áreas urbanas.

Usos y valor nutritivo

Las raíces, de sabor dulce y agradable, se comen crudas después de solearlas por varios días hasta que se arrugue la cáscara. Por su fácil digestión se utilizan en la dieta de enfermos en las áreas habituales de cultivo. También son consumidas por el ganado vacuno y porcino junto con el follaje.

En Ecuador se evaluaron 10 clones durante el ciclo productivo de un año, con los siguientes rendimientos: raíz bruta, 41 t/ha y raíz pelada, 34 t/ha. Materia seca en raíces, 15 por ciento.

El contenido promedio de azúcares aumenta, conforme se concentra en las raíces expuestas al sol, durante 15 días: fructosa de 2-22 g por 100 g en raíces frescas; alfa glucosa de 2-7 g; beta

glucosa de 2-6 g, y sacarosa de 2-4 g. Los azúcares son semejantes a la inulina. Al igual que de la caña de azúcar, se pueden concentrar los azúcares y obtener una chancaca o panela. Existe además un potencial agroindustrial para la transformación de estos azúcares en alcohol.

De la relación anterior se desprende su gran potencial agronómico; sirve además como protector de suelos, por su capacidad de mantenerse como especie perenne, especialmente en zonas agroecológicas áridas.

Descripción botánica

Es una planta perenne que forma un sistema radical muy ramificado del que salen tallos aéreos cilíndricos hasta de unos 1,5 m de alto. Las hojas son de forma variable, pinnatífidas en la base de los tallos, triangulares en la parte apical. Las flores aparecen en ramos terminales y tienen cinco brácteas verdes, triangulares y agudas; las flores externas están provistas de lígulas largas, de 10-15 mm de longitud, amarillas o anaranjadas, recortadas en el ápice, mientras que las centrales son tubulares y de unos 8 mm de largo.

Las raíces son irregulares o fusiformes, y desarrollan masas ramificadas en la base de la planta. Externamente son de color púrpura, la parte interna es carnosa y anaranjada. Se renueva por vástagos desprendidos del cuello de la planta.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Existe escasa información sobre las exigencias ambientales; sin embargo según observaciones de campo éstas son las siguientes:

Fotoperíodo. Se desarrolla en días cortos y largos.

Humedad. Por sus hábitos de crecimiento requiere humedad en las primeras etapas de crecimiento, pero después puede soportar períodos de sequía.

Altitud. Se cultiva a nivel del mar en Perú, Nueva Zelandia y Estados Unidos, aunque no existe información referente a la producción de raíces aprovechables, excepto en Nueva Zelandia donde se cultiva comercialmente. Su límite superior parece ser 2 000 m.

Temperatura. Soporta temperaturas altas y mínimas de 4-5 °C.

Suelos. Muestra una amplia adaptación para la producción de follaje. Sin embargo para raíces comestibles, requiere suelos profundos, ricos y bien drenados.

Distribución geográfica

En Colombia, se cultiva en la meseta de Cundinamarca, Boyacá, Nariño, de 2 600-3 000 m en los páramos.

En Ecuador, de 2 400-3 000 m en forma esporádica entre maizales y en los huertos en el callejón interandino y en orden de importancia en Loja, Azuay, Cañar, área ciconlacustre de San Pablo en Imbabura y en la provincia Bolívar.

En Perú, las variedades cultivadas se encuentran desde los 1 300 a los 3 500 m, con mayor concentración en el norte y la sierra suroriental, entre 2 000 y 3 000 m.

En Bolivia, alrededor de los 2 500 m, con alturas máximas de 3 600 m en las cabeceras del valle del norte de La Paz (provincias de Larecaja, Camacho, Muñecas, Bautista Saavedra); en Cochabamba de Pocona hacia el sur, Chuquisaca y valles mesotérmicos de Santa Cruz.

En Argentina crece al noreste de Jujuy y Salta.

Diversidad genética

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura inició las recolecciones de yacón en 1963. Posteriormente en el Perú se obtuvieron 88 colecciones especialmente de Cajamarca.

En Ecuador se recogieron 24 colecciones; se

encontró una forma silvestre (la mejor época para la recolección son los meses de junio-agosto). De este material se ha hecho una evaluación preliminar en lo referente a contenido de azúcares en 10 clones.

Los cultivares más conocidos en cada país coinciden en cuanto al color de la parte comestible de las raíces: 'Blanca', 'Morada' y 'Amarilla'; este último es el más apetecido.

Prácticas de cultivo

El cultivo tradicional se inicia con la preparación de terrenos de rastrojo de maíz o papa, donde se plantan los vástagos en surcos. La siembra puede hacerse a lo largo de todo el año, a condición de que haya humedad en el suelo. Se efectúa un sólo aporcado. Las plantas llegan a la madurez a los 7 meses aproximadamente en zonas bajas y al año en las más altas, como en las cabeceras de valle.

Las raíces se rompen fácilmente, deben cosecharse con cuidado y luego separarse del tallo central; éste sirve para alimentar al ganado. Se almacenan en lugares secos y oscuros donde se mantienen por meses, produciéndose un endulzamiento por transformación del almidón; la acción del sol acelera este proceso. En cultivos intensivos se pueden obtener rendimientos de hasta 40 t/ha.

Perspectivas de mejora y limitaciones

La raíz fresca tiene un alto contenido de agua, por lo que su valor alimenticio es bajo.

En la región andina hay una demanda potencial. En otras regiones subtropicales y tropicales del mundo podría desarrollarse como un cultivo industrial productor de inulina. Igualmente podría adquirir importancia como cultivo forrajero perenne y de cobertura en condiciones áridas. En tal sentido, aparecería como componente de cultivos múltiples complementarios.

Líneas de investigación

El yacón requiere ser «redescubierto» para su posible expansión mediante diferentes acciones:

- completar las exploraciones y recolecciones sistemáticas de formas cultivadas y silvestres;
- coordinar, entre los actuales bancos de germoplasma, la caracterización y evaluación agronómica del material y la determinación del contenido y calidad de azúcares;
- determinar las condiciones óptimas de conservación de raíces y follaje;
- evaluar el uso y la calidad del forraje verde y henificado;
- estudiar las enfermedades y obtener material tolerante o determinar métodos de control;
- ensayar el cultivo a partir de meristemas;
- desarrollar tecnologías para el cultivo mecanizado.

Bibliografía

- Cárdenas, M.** 1989. *Manual de plantas económicas de Bolivia*. 2ª edición, La Paz. Editorial Los Amigos del Libro.
- Chacón de Popovici, G.** 1990. La maca (*Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov.) y su hábitat. *Revista Peruana de Biología*, 3(2).
- Franco, S.** 1990. *El chago* (Mirabilis expansa), raíz andina en peligro de extinción. Programa de investigación en Cultivos Andinos. Estación Experimental Baños del Inca, INIAA. Informe técnico N° 1. Cajamarca, Perú.
- Higuíta, F.** 1964. El cultivo de la arracacha en la sabana de Bogotá. *Agricultura Tropical (Colombia)*, 24(3):139-146.
- León, J.** 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. *Boletín Técnico*, N° 6. Lima.
- León, J.** 1964. La maca (*Lepidium meyenii*), a little known food plant of Peru. *Econ. Bot.*, 18:122-127.

- National Research Council.** 1989. *Lost crops of the Incas: Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation.* National Academy Press. Wáshington, D.C.
- Nieto, C. et al.** 1989. *Los cultivos andinos subexplotados en Ecuador.* Programa de Cultivos Andinos. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Quito.
- Rea, J. y León, J.** 1965. La mauka (*Mirabilis expansa*) un aporte de la agricultura prehispánica de Bolivia. En *Anales Científicos de la Universidad Agraria La Molina*, Lima. 3:38-41.
- Rea, J.** 1982. El miso (*Mirabilis expansa*). Una contribución de la agricultura preinca de Ecuador y Bolivia. *Desde el Surco*, 5:23-26.
- Rea, J.** 1984. *Arracacia xanthorrhiza* en los países andinos de Sudamérica. En *Memorias del IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos.* Instituto Colombiano Agropecuario - CIID, Pasto, Colombia, págs. 387-396.
- Sánchez, I.** 1971. El cultivo de la arracacha en Cajamarca. *Revista de la Universidad de Cajamarca.* Año 1, N° 1. Cajamarca, Perú.
- Seminario, J.** 1988. El chago o mauka (*Mirabilis expansa*) en Cajamarca. En *Anales del VI Congreso Internacional de Cultivos Andinos*, INIAP, Quito, págs. 251-264.
- Tello, J. et al.** 1991. La maca (*Lepidium meyenii* Walpers): Cultivo alimenticio potencial para las zonas altoandinas. En *VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos.* La Paz.
- Zardini, E.** 1991. Ethnobotanical notes on yacon (*Polymnia sonchifolia*, Asteraceae). *Econ. Bot.*, 45:72-95.

Frutales andinos

PEPINO DULCE

(*Solanum muricatum*)

Nombres botánicos: *Solanum muricatum* Ait., *S. variegatum* R. & P., *S. pedunculatum* Roem & Schult, *S. guatemalense* Hort.

Familia: Solanáceas.

Nombres comunes: *quechua:* cahum, xachum; *aymara:* kachuma; *castellano:* pepino, pepino dulce (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia), mataserrano (Perú, regiones central y meridional), peramelón (Canarias); *inglés:* Peruvian pepino, sweet cucumber, pear melon.

El pepino, *S. muricatum*, es originario de la región andina, y domesticado desde tiempos prehispánicos; actualmente se le conoce sólo en cultivo. Tanto los nombres en lenguas nativas como las representaciones en diversos objetos de cerámica de las culturas Chimú y Paracas constituyen pruebas de que se trataba de un cultivo de amplia difusión e importancia en esas épocas. No lo fue durante la Colonia y tampoco durante la República. Durante la Colonia, el virrey Melchor de Navarra, conde de la Palata, prohibió el consumo de esta fruta y se le otorgó el repudiable nombre de mataserrano. La voz española pepino podría haber tenido la intención de facilitar la introducción de *Cucumis sativus* L. (Cucurbitácea), especie conocida también con este nombre, pues desde entonces se produjo una confusión entre las denominaciones. En la costa norte del Perú (valles de Virú y Moche) existe la creencia entre los agricultores de que el consumo de

pepinos, después de haber bebido licor, puede causar la muerte. Nombres y creencias han contribuido a que el cultivo de *S. muricatum* se practique en pequeñas áreas y su producción permanezca en estado incipiente. Esta situación no es la misma en los países donde ha sido introducido. Se conocen cultivos comerciales de técnica avanzada en Chile, Nueva Zelanda y Estados Unidos (California), como resultado de la aceptación de esta fruta en los mercados norteamericano, europeo y japonés.

Usos y aplicaciones

Los frutos de *S. muricatum* se consumen en estado maduro como fruta refrescante e hidratante tras esfuerzos físicos. Los pastores de Moche y Virú llevan pepinos en la alforja para consumirlos durante las caminatas por el desierto.

Son frutos atractivos a la vista por su color blanco amarillento, con jaspes y rayas longitudinales, púrpuros al estado maduro; son agradables al olfato y al gusto, por su suave aroma típico y sabor ligeramente dulce. Son de escaso valor nutritivo. Sin embargo son reconocidas sus propiedades diuréticas, probablemente por su alto contenido de agua (92 por ciento) y se le atribuye un buen contenido de iodo, razón por la cual se recomiendan contra el bocio. Además contienen 7 por ciento de carbohidratos y vitamina C en una proporción de 29 mg por 100 g.

Descripción botánica

Planta herbácea, muy ramificada y de base leñosa. Follaje abundante, hojas simples o pinnadas (1-3 pares de folíolos), láminas y folíolos elíptico-lanceolados, estrigosos o glabros.

El autor de este capítulo es I. Sánchez Vega (Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú).

Inflorescencia subterminal con pocas flores. Flores pentámeras, cáliz persistente en el fruto, corola actinomorfa de 2 cm de diámetro y color azulado con márgenes blanquecinos. Estambres más cortos que la corola, anteras amarillas conniventes, deshiscentes por poros apicales. El estilo emerge ligeramente por entre las anteras. Fruto ovoide cónico a subsférico, con o sin semillas.

Fenología. Las plantas propagadas por vía vegetativa son de rápido crecimiento, e inician la floración a los 4-5 meses después de la siembra. El ciclo biológico, mediante esta forma de propagación, es el siguiente:

- enraizamiento de las ramas: es muy rápido (10-15 días) en suelo húmedo;
- crecimiento vegetativo: se manifiesta por la abundante emisión de ramas y follaje, y dura 3-3,5 meses;
- floración y fructificación: es abundante por el número de ramas y dura 1,5-2,5 meses;
- estado de postcosecha: es un período de descanso de la planta durante el cual no se emiten ramas ni follaje. Es el momento apropiado para obtener esquejes de propagación y al mismo tiempo podar la planta;
- rebrote: con la presencia de mayor humedad, la planta inicia un nuevo ciclo fenológico.

Las plantas propagadas por semilla son más tardías. A pesar de que la planta es perenne, los agricultores sólo aprovechan dos campañas de fructificación, por la sucesiva disminución de rendimientos y calidad de los frutos.

No se conoce la duración de la vitalidad de las semillas después de que éstas han sido extraídas de los frutos, pero con frecuencia aparecen plántulas en los huertos donde se los cultiva. En laboratorio se han obtenido plántulas incluso después de 15-20 días de desecación de las semillas.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

S. muricatum es una especie tropical, de climas templados, montanos y costeros. En el área andina los cultivos se localizan en los valles interandinos y en las vertientes occidentales, desde los 900 hasta aproximadamente 2 800 m. Estos límites se enmarcan dentro de 24 °C en el límite inferior y 18 °C en el superior, con precipitaciones entre 500 y 800 mm anuales. Las características climáticas descritas corresponden a la parte alta del bosque seco subtropical y del bosque seco montano bajo o a la yunga alta y la quechua del Perú. Los cultivos costeros se practican al sur de los 7° lat. S, durante el otoño e invierno cuando la temperatura oscila entre 21 y 17 °C y la humedad atmosférica aumenta por efecto de las neblinas y garúas.

El cultivo original de *S. muricatum* se extendió a lo largo de los Andes, desde el sur de Colombia hasta Bolivia y la costa del Perú. Durante la Colonia se introdujo en México y América Central, donde se le conocía como *Solanum guatemalense*.

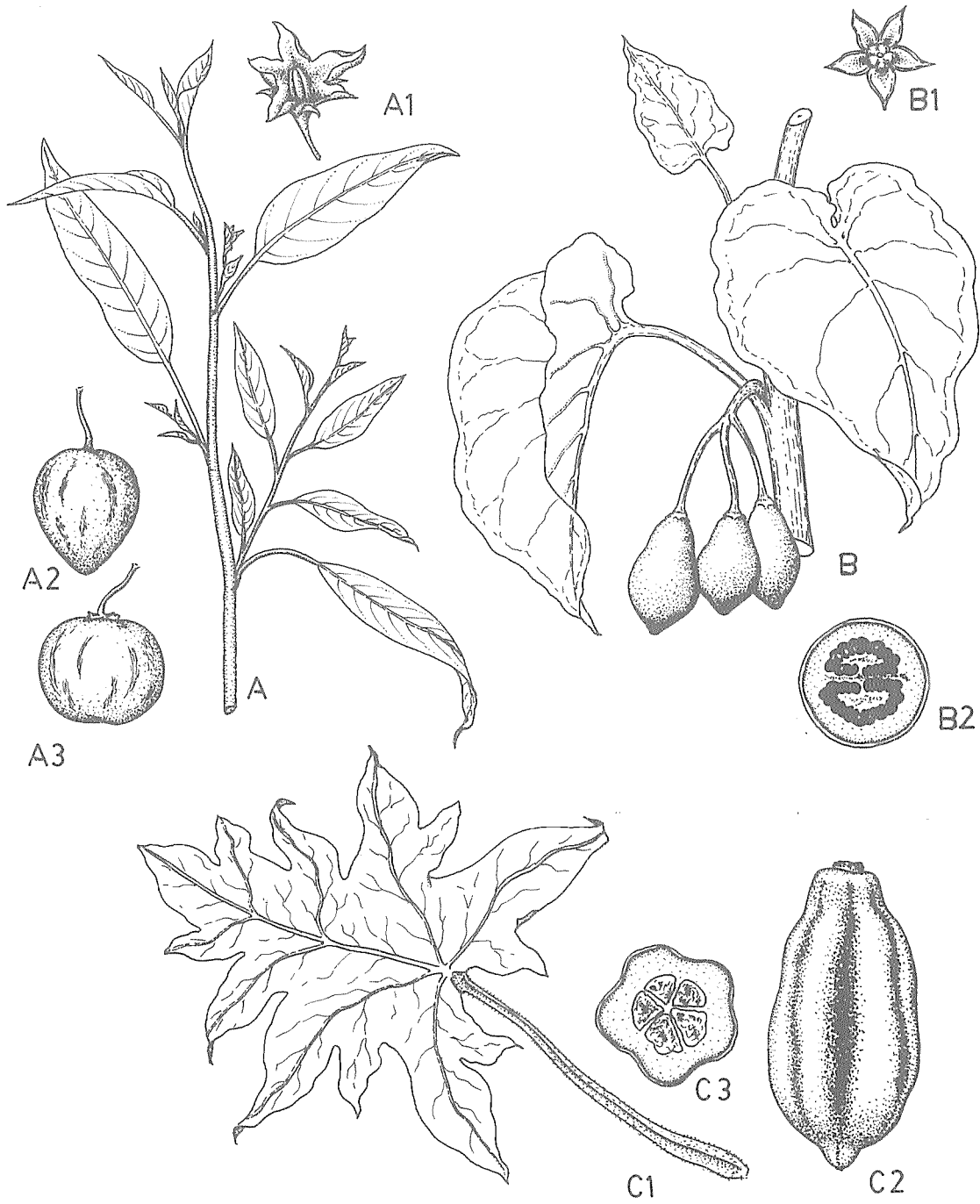
Diversidad genética

La especie muestra amplia variabilidad intraespecífica, lo que ha causado la sinonimia antes mencionada. La variación morfológica se evidencia en la división de la lámina foliar (compuesta y simple), pubescencia de tallos y hojas (glabras-estrigosas) y forma, color y consistencia de los frutos. Se ha detectado variación fisiológica en la formación de frutos y semillas, pues hay biotipos que producen frutos después de la polinización y contienen semillas fértiles, y otros que forman frutos partenocárpicos y sin semillas debido al polen estéril.

Las correlaciones entre los caracteres descritos no se han establecido y merecen investigaciones específicas. Se han descrito variedades y formas. Entre las primeras, 'Protogenum' se caracteriza por tener hojas compuestas y 'Typica' por tener hojas simples. Dentro de esta última se distingue la forma *glaberrimum*, con hojas glabras.

FIGURA 19

Frutales andinos: A. pepino dulce (*Solanum muricatum*); A1. flor; A2., A3. frutos; B. tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*); B1. flor; B2. sección del fruto; C. papayo de altura (*Carica pubescens*); C1. hoja; C2. fruto; C3. sección del fruto.



Especies silvestres relacionadas. Este es un aspecto aún no definido. Investigaciones basadas en cruzamientos interespecíficos, relacionan *S. muricatum* con *S. caripense* H. & B. ex Dun., *S. tabanoense* Correll y *S. trachycarpum* Bitt & Sodiro. De éstas, la primera es considerada con mayores posibilidades de tal afinidad genética por haberse obtenido híbridos fértiles. De las otras especies existen menos pruebas, pero en el caso de tratarse de *S. tabanoense*, el origen de *S. muricatum* podría ser el sur de Colombia y Ecuador, pues ésta es el área de distribución natural de la especie con que se relaciona.

Cultivares conocidos y centros de diversidad. En la sierra de Cajamarca, Perú, se encuentra con regular frecuencia la forma típica de *S. muricatum*, con frutos subesféricos, de ápice hendido y color verde amarillento con algunos jaspes purpúreos. En la costa peruana se ha encontrado, en cultivos puros y comerciales, la forma *glaberrimum*, de la cual se distinguen dos cultivares:

‘Morado listado’: hojas verde oscuro, ramas subrectas y frutos ovoide-cónicos de tamaño variable; mesocarpo amarillento y muy dulce. Son los más apreciados en el mercado.

‘Oreja de burro’: hojas verde claro, ramas largas, semipostradas, frutos cónicos elongados, grandes o medianos, con poca pigmentación (pepino blanco); mesocarpo blanco arenoso y menos dulce.

La var. ‘Protogenum’ ha sido descrita para Colombia y Ecuador, donde no se conocen cultivares. En la costa norte del Perú se conoce un pepino morado, de forma subesférica y muy dulce. Los agricultores consultados dicen que «se ha perdido».

Es necesario recolectar material vivo en toda el área de distribución de *S. muricatum* para establecer un banco de germoplasma.

Prácticas de cultivo

La propagación generalizada es por esquejes. La preparación de éstos consiste en escoger las ramas sanas y maduras y cortarlas en una longitud de 30-35 cm; luego se dejan a la sombra por espacio de 2-3 días para que se produzca una ligera deshidratación y se promueva un rápido enraizamiento. El suelo, con suficiente humedad, se prepara arando en surcos. Después de 4-5 días se hace el «aclaramiento» del surco, que consiste en desterronar más el suelo y profundizar los surcos para una buena infiltración del agua, sin anegar el camellón. La plantación de los esquejes se realiza en húmedo, en el tercio inferior de la costilla del camellón, a 50 cm de distancia entre planta y planta. La distancia entre surcos es de 80 cm.

Las labores culturales consisten en riegos, escaradas y aporcado. Los riegos son frecuentes en los primeros días después de la siembra y luego se distancian de acuerdo a las necesidades. Durante la maduración de los frutos se suspenden los riegos. El aporcado se realiza 30-35 días después de la siembra y se aprovecha para enterrar el abono.

En el Perú, *S. muricatum* es poco cultivado comercialmente y se desconoce el rendimiento por unidad de superficie, así como la extensión dedicada a este cultivo.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Las limitaciones en los países de origen están determinadas por:

- la «marginación social» de los frutos, que es causa de su escaso consumo;
- la subutilización de la variabilidad genética;
- la falta de técnicas comerciales de cultivo;
- el transporte inadecuado de los frutos.

Sin embargo, estas limitaciones no constituyen factores que impidan definitivamente el cultivo extensivo de *S. muricatum*. Esta es una de las especies nativas que más posibilidades tiene para superar su actual marginación, pudiéndose fácilmente diversificar la disponibilidad de frutos y

ampliar las posibilidades de consumo y exportación.

Líneas de investigación

La promoción sostenida del cultivo de *S. muricatum* debe basarse en un programa de investigación multidisciplinario, que incluya:

- exploraciones botánicas, en el ámbito de la dispersión primaria, que permitan reconocer la amplitud de la variabilidad intraespecífica y definir los centros de diversidad genética;
- investigaciones anatómico-morfológicas, de biología floral y citogenéticas, para interpretar el comportamiento ecofisiológico y la variabilidad genética;
- investigaciones fenológicas y de técnicas agronómicas de cultivo en diferentes áreas ecológicas, para conocer las necesidades nutricionales, de sanidad y las potencialidades de rendimiento.

Las líneas de investigación deben estar orientadas a caracterizar cultivares e implementar un banco de germoplasma.

El uso alterno de la propagación vegetativa y sexual debe ser mejor explotado. La primera sirve para estabilizar las formas varietales y acortar el ciclo biológico, y la segunda para promover la diversidad genética.

TOMATE DE ARBOL (*Cyphomandra betacea*)

Nombres botánicos: *Cyphomandra betacea* (Cav.) Send., *C. crassifolia* (Ortega) Kuntze, *Solanum crassifolium* Ortega, *S. betacea* Cav.

Familia: Solanáceas.

Nombres comunes: *castellano:* tomate de árbol, berenjena, sachatomate, yuncatomate (Perú), limatomate, tomate de monte, tomate de La Paz (Bolivia, Argentina); *inglés:* tamarillo, tree tomato.

Es una especie nativa de los Andes cuya domesticación y cultivo son anteriores al descubrimiento de América. A pesar de esta antigüedad, no se conocen nombres en lenguas nativas.

Usos y valor nutritivo

C. betacea se cultiva por sus frutos. Estos constituyen un recurso alimenticio y materia prima potencial para la industria de mermeladas. Los campesinos atribuyen a los frutos propiedades medicinales para aliviar enfermedades respiratorias y combatir la anemia. Los frutos del tomate de árbol contienen niveles adecuados de vitamina A, B₆, C, E, además de hierro.

Los frutos se consumen crudos o cocinados; en todos los casos se elimina la cáscara por ser ésta de sabor amargo. En estado maduro, los frutos se comen crudos como fruta. Más frecuente es el consumo en postre de los frutos cocinados en almíbar: se cocinan brevemente los frutos enteros y pedunculados en agua, a fin de que se pueda desprender la cáscara. Luego se prepara la miel con canela y clavo de olor, se agregan los frutos pelados y se dejan hervir hasta tomar una consistencia adecuada.

En estado prematuro y cuando los frutos están tomando la coloración anaranjada, se utilizan en el Perú para preparar una salsa conjuntamente con rocoto (*Capsicum pubescens* R. & P.). La preparación de ésta consiste en asar los frutos ligeramente a la brasa, lo cual facilita el desprendimiento de la cáscara (epicarpio). Luego se muelen con rocoto y sal. Esta salsa picante se consume como un aperitivo. En los lugares de la sierra donde no se cultiva tomate (*Lycopersicon* sp.), los frutos de tomate de árbol sirven para preparar guisos, sustituyendo de esta forma a los tomates.

Descripción botánica

Arbolillo de 2-3 m de alto, tallo único, monopodial, ramificado a la altura de 1-1,5 m en dos o tres

ramas. En la rama se repite el mismo modelo de ramificación. Hojas cordiformes, de 17-30 cm de largo, 12-19 cm ancho, subcarnosas, suavemente pubescentes en el envés. Inflorescencia caulinar, opuesta a la hoja. Flores de 1,4 cm de longitud, cáliz persistente en el fruto, corola blanco-rosada, rotado-campanulada con los ápices reflexos, estambres conniventes, más cortos que la corola, anteras amarillas, dehiscentes por dos poros apicales, estilo emergente entre las anteras. Fruto de 5-7 cm de largo, ovoide, glabro, de color amarillo verdoso a anaranjado con jaspes longitudinales; mesocarpo anaranjado.

Fenología. Al parecer no se han realizado investigaciones para conocer las fases de crecimiento de esta planta. Por esta razón, la descripción fenológica que sigue es una aproximación y el resultado de observaciones de campo e información proporcionada por campesinos. La propagación más frecuente es por semilla, sin embargo también puede hacerse por esquejes.

La planta tiene una vida aproximada de 3-4 años y la floración se inicia 8-10 meses después de la siembra en terreno definitivo. El período de floración comienza simultáneamente con la ramificación del tallo principal. La primera inflorescencia se produce cerca del punto de ramificación del tallo principal, y las siguientes en el extremo de las ramas, cerca de su respectiva ramificación. La floración es continua y el número de inflorescencias está en relación directa con la ramificación de la planta.

La planta es perennifolia y la emisión de hojas es continua. Sin embargo las hojas inferiores caen sucesivamente, quedando el tallo principal y la parte inferior de las ramas desprovistos de hojas.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

C. betacea crece mejor en regiones con temperaturas entre 18-22 °C y precipitaciones de 600-800 mm anuales. Estas características climáticas

se presentan en los Andes a altitudes medias (1 800-2 800 m). Observaciones en huertos familiares demuestran que las plantas crecen mejor en asociación con árboles (*Erythrina edulis*, *Juglans neotropica*), donde se ha formado un microclima más húmedo, con menor deshidratación del suelo y donde la luz es difusa. Las plantas de tomate de árbol no soportan bajas temperaturas (heladas). Las altas temperaturas también afectan a la floración y fructificación, al igual que las sequías prolongadas.

C. betacea se cultiva esporádicamente desde México y las Antillas hasta Argentina. No se conocen poblaciones silvestres, y se presume que su domesticación es reciente. El cultivo se extiende a áreas subtropicales, como Nueva Zelanda, donde está muy avanzado, al sur de Europa, y en áreas tropicales de otros continentes, a India y el sureste de Asia.

Diversidad genética

Se conoce únicamente en estado cultivado. Las poblaciones muestran variabilidad en la pigmentación del follaje tierno; color, forma y espesor del mesocarpo del fruto. Algunas tienen en el mesocarpo grupos de células silicosas, lo cual disminuye la calidad de los frutos. Según los agricultores, el color del follaje verde amarillento está relacionado con la producción de frutos amarillentos, y el follaje verde purpúreo con la producción de frutos anaranjado-rojos. La forma de los frutos varía de subsféricos a ovoides con ápice un poco agudo. Investigaciones en este aspecto son necesarias para dilucidar la amplitud de la variabilidad y las relaciones fitogenéticas con especies silvestres.

Especies relacionadas. Hay unas 50 especies de *Cyphomandra* que se encuentran desde el sur de México hasta Argentina. Se consideran como especies afines al tomate de árbol *C. bolivariensis* y *C. hartwegii*. Esta última produce frutos

comestibles, se cultiva esporádicamente y ha sido usada como patrón para injerto. Otra especie de frutos comestibles, *C. cajanumensis*, o casana, originaria de Ecuador, se cultiva en Nueva Zelanda.

Prácticas de cultivo

El cultivo comercial de *C. betacea* es incipiente, a pesar de que su cultivo es frecuente en los huertos de las casas rurales y urbanas. En éstos se cultivan muy pocas plantas (2-4) para consumo familiar y sólo ocasionalmente se expende en los mercados locales.

Las técnicas de cultivo se basan en la propagación por semillas y por esta razón el cultivo tiene dos fases:

Almácigo. Las semillas extraídas de frutos maduros se dejan secar por 10-15 días al ambiente y luego se colocan en un almácigo. Demoran 30 días para germinar y cuando las plantas tienen 15-20 cm de alto (3 ó 4 hojas) se trasplantan a terreno definitivo.

Siembra. Considerando que las plantas se cultivan en huertos, donde no existe una plantación regular, no se tiene información sobre la profundidad de siembra, distancia entre plantas, ni sobre las labores culturales y sanitarias.

El cultivo basado en la propagación vegetativa es muy poco conocido. Se informa que en Colombia se cultiva por estacas, que deben tener de 20-30 cm y que enraízan después de 30 días de su plantación quedando así aptas para ser sembradas en el terreno definitivo. En Cajamarca, Perú, se conoce, como experiencia singular de un agricultor, un caso de propagación por estacas.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El cultivo de *C. betacea* es promisorio y debe ser objeto de investigación y experimentación en cultivos comerciales que permitan generar tecnologías aplicables.

Las limitaciones de *C. betacea* están determinadas por el estado tradicional del cultivo, antes que por las características de la planta. El estado actual se caracteriza por:

- falta de identificación de cultivares;
- ausencia de técnicas de cultivo a nivel comercial y de manejo de las plantas (técnicas de poda y regeneración de plantas);
- cultivo limitado a huertos familiares;
- presencia de enfermedades micóticas (oidiosis) y plagas de insectos que atacan a las hojas.

Se ha detectado que la especie no es muy estable en las características obtenidas por selección, como color, tamaño, dulzura de los frutos y rendimientos. Sin embargo, es necesario reconocer que aquellas características han sido detectadas en cultivares desarrollados fuera del área de dispersión natural (Nueva Zelanda) donde pueden haber influido factores ecológicos.

Las perspectivas del tomate de árbol se deducen de la calidad y diversidad de uso de los frutos. La más importante y potencialmente explotable es la transformación industrial de los frutos en mermeladas. Esta agroindustria promovería el cultivo en mayores extensiones, ampliaría el mercado y se desarrollarían cultivares de mayores rendimientos y de mejor calidad de frutos.

Líneas de investigación

El cultivo intensivo de *C. betacea* con fines industriales conlleva realizar diversas investigaciones tendientes a obtener una mayor producción. Para ello se recomienda:

- Experimentar la propagación vegetativa mediante el uso de hormonas que aceleren el enraizamiento y activación de yemas. Los resultados podrían adelantar el período de floración.
- Buscar técnicas de poda y activación de yemas durmientes. La eliminación de la dominancia apical a temprana edad origina

ramificación a menor altura. Las plantas después del segundo año de vida presentan muchas yemas durmientes en la parte inferior de las ramas y en el tallo principal, las mismas que al activarse formarían ramas nuevas e incrementarían la producción.

- Reconocer la variabilidad genética de la especie en el ámbito de su distribución geográfica natural y de las especies afines, para seleccionar cultivares e intentar obtener híbridos.
- Investigar la biología floral e identificar el posible papel de los insectos polinizadores.

PAPAYO DE ALTURA O CHAMBURU (*Carica pubescens*)

Nombres botánicos: *Carica pubescens* Linne & Koch, *Vasconcellea pubescens* A.DC., *C. candamarcensis* Hook, *C. cundinamar-censis* J. Linden.

Familia: Caricáceas.

Nombres comunes: chilhuacán, chiglacón, chamburu (Ecuador), chamburu, huanarpu hembra (Perú, Bolivia); **castellano:** papaya de monte, papaya arequipeña; papaya de altura (Perú, Bolivia), papayuela (Colombia); **inglés:** mountain papaya.

Carica L. es un género originario de América tropical y subtropical, del que se han descrito 40 especies nativas desde México hasta el norte de Argentina. De éstas, *C. papaya* L. es la especie que más se cultiva en los trópicos del mundo.

En los Andes, a altitudes donde no se puede cultivar *C. papaya*, crecen algunas especies de *Carica* que pueden constituir cultivos promisorios. Entre estas especies está *C. pubescens*, cultivada en huertos familiares desde Colombia hasta Bolivia. Es probable que esta especie haya sido extraída de los bosques perennifolios andinos y puesta en cultivo en los huertos como planta de

adorno y por sus frutos, que en estado maduro se consumen crudos o cocinados. La historia de este frutal andino no es muy conocida, pero es posible que su cultivo sea relativamente reciente, aunque se cultivaba antes de la introducción de *C. papaya*.

Se puede asumir que la introducción de *C. papaya* en América del Sur podría haber detenido la evolución del cultivo de *C. pubescens* y de otras especies relacionadas. La marginación de esta especie también se puede atribuir a la indiferencia de los indígenas andinos y a la falta de estímulos para emprender estudios botánicos, como está ocurriendo con especies de otras familias.

Usos y aplicaciones

C. pubescens es aprovechada principalmente por sus frutos, aunque otras partes de la planta tienen importancia medicinal. Los frutos, en estado maduro, se utilizan en la repostería familiar, en la elaboración de mermeladas y bebidas. La fruta verde hervida o cocida al horno puede consumirse como legumbre. En estado verde constituye un recurso para la obtención de látex. Este, por su contenido de papaína, tiene aceptación en el mercado internacional, para uso en la industria farmacológica y como ablandador de carnes. En el área de mayor cultivo (Colombia, Chile y norte de Ecuador) se utilizan los frutos en el tratamiento de la arterioesclerosis.

En el Perú, en los huertos de Urubamba (Cuzco), a 2 800 m, se han observado plantas mucho más altas, robustas y ramificadas que los biotipos de Cajamarca. Estas características determinan que la producción y el tamaño de los frutos sean mayores, habiéndose contado en una planta adulta hasta 200 frutos. Los frutos se usan para ablandar la carne vacuna dura. Para ello, se extrae el látex, con el cual se frota la carne, que luego se deja reposar por 4-6 horas. Según el conocimiento popular, el látex se aplica contra la micosis cutánea y la verruga plana; también es utilizado como

vermífugo, en el tratamiento de la enteritis de los niños en la época de dentición, contra la diabetes y enfermedades hepáticas. Por su efecto proteolítico actúa sobre las células de la superficie epidérmica y sus patógenos.

Descripción botánica

Arbusto de 1-2 m, tallo principal poco ramificado, base ancha con cicatrices foliares conspicuas; apariencia de una pequeña palmera. Hojas pecioladas, pecíolos de 17-34 cm de longitud; lámina dentalobulada, de contorno pentagonal, de 20-26 cm de longitud y 34-40 cm de ancho. Lóbulo medio con 3-5 lobulillos laterales, oblongo-acuminados. Frutos pequeños, de 10-15 cm, de color amarillo, con cinco lados. La mayoría de las plantas son dioicas.

Fenología. Existen pocos estudios fenológicos, sobre todo en lo relativo a los aspectos de edad de floración y duración de producción de la planta. Las evaluaciones empíricas indican que las plantas obtenidas por semillas alcanzan su edad de floración a los 10-12 meses y el ciclo biológico termina a los cinco años. El crecimiento es lento y la emisión de follaje es continua, pero las hojas inferiores van cayendo. Se producen muy pocas ramas laterales, excepto cuando se corta la yema principal. Alcanzada la edad de floración, ésta es continua y simultánea con la emisión de hojas.

Los frutos maduros son comidos por aves, las mismas que al perforar el mesocarpo provocan la caída de las semillas. Estas tienen gran capacidad de germinación, sin necesidad de pasar por un período de dormición. Las semillas inician su germinación a los 30 días, habiéndose comprobado un 60 por ciento de germinación.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Este frutal crece en climas templados a subcálidos. En general, las Caricáceas de altura habitan la zona de bosque seco montano bajo. En los

Andes, estas zonas se ubican entre los 2 000-3 000 m según la latitud y corresponden a las zonas agroecológicas de jalca y quechua, en el Perú, con precipitaciones anuales entre 500-1 000 mm. Las temperaturas promedio oscilan entre 12 y 18 °C (22 °C en invierno y a mediodía) y el clima es subhúmedo.

La especie es sensible a las bajas temperaturas del amanecer y al intenso sol del mediodía en el invierno (mayo-septiembre). Estos extremos de temperatura afectan al follaje y a la maduración normal de los frutos. Aunque es necesario hacer mayores comprobaciones, parece recomendable el cultivo en asociación con otros arbustos. Esto se deduce de su buen desempeño en los huertos profundos y con profusa materia orgánica. La planta no soporta sequías prolongadas porque presenta una profusa caída de hojas.

La distribución geográfica de *C. pubescens* es amplia a lo largo de los Andes. Abarca las vertientes occidentales, orientales y valles interandinos, desde Colombia hasta Bolivia. Crece espontánea en la ceja de monte boliviana junto a otras especies silvestres, y en Colombia como especie de los márgenes de carreteras hasta los límites con el páramo.

Diversidad genética

C. pubescens es una especie bien definida y delimitada en cuanto a sus caracteres morfológicos, aunque éstos tienen variaciones como altura de la planta y ramificaciones; número de lóbulos y pubescencia de las hojas; tamaño y color del fruto, y cantidad del látex. Sin embargo, las diferencias más importantes se observan en las formas sexuales de las plantas. En esta especie, al igual que en *C. papaya*, existen tres formas sexuales: plantas pistiladas, estaminadas y plantas andromonoicas. Los individuos pistilados y estaminados no responden a los cambios climáticos estacionales, en tanto que los andromonoicos, sexualmente ambivalentes, forman flores femeninas, masculinas y perfectas

(hermafroditas) en diferentes proporciones y según las características de la estación.

Es indudable que la variación sexual descrita, unida a la capacidad de formar híbridos con otras especies, otorga la posibilidad de generar nuevas combinaciones e incrementar la variabilidad. Las especies ecuatorianas *C. pentagona* y *C. chrysopetala* han sido cambiadas a híbridos interespecíficos. Se ha demostrado que *C. pentagona* resultó de la hibridación entre *C. pubescens* y *C. stipulata*, y que *C. chrysopetala* es el resultado de la hibridación entre *C. pubescens* y *C. monoica*.

En el área geográfica de distribución de *C. pubescens* no se reconocen cultivares, pero se puede asumir que el mayor centro de diversidad se ubica en el Ecuador y en el norte del Perú. Tampoco se tiene información sobre la organización de un banco de germoplasma de esta especie, que podría evitar la pérdida de cultivares o biotipos, generados por la selección de cultivos y por factores ecológicos.

Prácticas de cultivo

El conocimiento agrícola actual sobre *C. pubescens* en los Andes es reducido; su cultivo es tradicional y se practica en huertos de casas rurales como planta de adorno y para consumo de frutos a nivel familiar. En cada huerto se cultivan 1-3 plantas y éstas reciben el mismo manejo agrícola que las otras especies de la parcela, por lo que no se puede hablar de técnicas de cultivo específicas para esta especie.

Los campesinos reproducen este frutal por semillas u ocasionalmente por estacas. Se extraen las semillas de los frutos y, después de un corto período de secado al ambiente, se hacen germinar en recipientes de arcilla quemada (tiestos) o en envases que sirven como germinadores. Las plántulas son trasplantadas a terreno definitivo cuando tienen 10-15 cm de alto (2-4 hojas). No se han ensayado cultivos puros y por esta razón no se conoce el distanciamiento entre plantas, pero de

acuerdo al diámetro de la copa puede estimarse en 3×3 m.

Los rendimientos por unidad de superficie son desconocidos, pero conteos en plantas de huertos indican que pueden producir 50-60 frutos en un período de crecimiento que dura aproximadamente 4 meses.

Perspectivas de mejora y limitaciones

La comercialización de frutos de *C. papaya* en los mercados de pueblos y ciudades de la sierra limita el consumo de los frutos de *C. pubescens*. Se podría afirmar que la población rural consume mayormente estos frutos. Ocasionalmente se ofrecen en mercados de la sierra. Las mejores perspectivas para llevar a esta especie a cultivos comerciales, aún en pequeñas extensiones, son la extracción de látex en estado verde y semimaduro, y la elaboración de productos procesados como jugos y mermeladas.

La monoecia y/o dioecia que se presenta en las especies de *Carica* de altura (Andes) ha determinado algunas imprecisiones en la delimitación de especies. Si a esto se añaden las afinidades que existen entre éstas y la posibilidad de generar híbridos interespecíficos, resulta evidente la necesidad de hacer estudios taxonómicos básicos.

Líneas de investigación

Se sugieren las siguientes líneas de investigación:

- recolección de material genético y formación de un banco de germoplasma;
- revisión taxonómica completa del género;
- terminación de estudios etnobotánicos;
- estudios de biología floral, formación de frutos, semillas y comportamiento de la variabilidad sexual de las plantas;
- cultivos experimentales para definir el comportamiento fenológico y formas de manejo del cultivo;
- experimentos de hibridación con otras especies y uso de técnicas de micropropagación.

C. pubescens es una especie con varias opciones que permitirían mejorar e incrementar el estado actual de su cultivo, pero para ello se requieren ulteriores investigaciones. Su incorporación en el marco de los cultivos comerciales y extensivos sería otro factor de desarrollo para las casi agotadas áreas rurales de los Andes.

Bibliografía

- Bohs, L.** 1989. Ethnobotany of the genus *Cyphomandra*. *Econ. Bot.*, 43:143-163.
- Brücher, H.** 1968. Las reservas genéticas de América del Sur para la selección de plantas cultivadas. *Theoretical and Applied Genetic*, 38:9-12.
- Burge, G.K.** 1982. Pepinos: fruit set. *New Zealand Commercial Grower*, 37:33.
- Cárdenas, M.** 1969. *Manual de las plantas económicas de Bolivia*. Cochabamba, Bolivia. Imprenta Ichthus.
- Correll, D.S.** 1962. *The potato and its wild relatives. Section Tuberarium of Genus Solanum*. Renner. Texas Research Foundation.
- Heiser, C.** 1964. Origin and variability of the pepino (*Solanum muricatum*): a preliminary report. *Baileya*, vol. 12.
- Hermann, M.** 1988. *Beiträge zur Oekologie der Frucht Ertragsbildung von Solanum muricatum*. Berlín, Technical University.
- Holdridge, L.R.** 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105(2727):367-368.
- León, J.** 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. *Boletín técnico N° 6*, Lima.
- León, J.** 1968. *Fundamento de los cultivos subtropicales*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, OEA, San José, Costa Rica.
- National Research Council.** 1989. *Lost crops of the incas. Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. Washington, D.C. National Academy Press.
- McBride, F.J.** 1962. Solanaceae. En *Flora of Peru*, vol. XIII, part. V-B N° 1. Field Museum of Nat. Hist.
- Parodi, J.** 1959. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*, vol. I. Edit. Buenos Aires. ACME.
- Pulgar Vidal, J.** 1987. *Geografía del Perú: las ocho regiones naturales*. Lima. Ed. PEISA.
- Purseglove, J.W.** 1968-69. *Tropical Crops: Dicotyledons*. Londres. Logman Group Limited.
- Rodríguez, R. y Peña Segura, J.O.** 1984. *Flora de los Andes*. Departamento Nacional de Planificación. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Bogotá, Ulbaté y Suárez. Colombia.
- Sociedad Protectora de la Naturaleza.** 1988. *Plaza San Francisco - Jardín Botánico de la Flora Nativa*. Cuzco, Perú.
- Soukup, J. SDB.** 1970. *Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana*. Colegio Salesiano, Lima.
- Storey, W.B.** 1976. Papaya. *Carica papaya* (Caricaceae). En *Evolution of crop plants*. Simmonds, N.W., ed. Londres. Longman, págs. 21-24.
- Weberbauer, A.** 1945. *El mundo vegetal de los Andes peruanos*. Ministerio de Agricultura, Lima.

La agricultura amazónica y caribeña

Los cultivos de la Amazonia y Orinoquia: origen, decadencia y futuro

Durante los últimos 10 000 años, los paisajes de la Amazonia y la Orinoquia han estado dominados por selvas de numerosos tipos, principalmente de bosques húmedos, con campos a lo largo de los bordes sur y noroeste. Tan inmensa área, que ocupa casi la mitad de América del Sur con la inclusión de los bosques tropicales de las Guayanas, puede ser denominada la Amazonia ecológica. Además de ser ecológicamente continua, existen conexiones estacionalmente navegables entre las tres grandes cuencas hidrográficas: Orinoco, Amazonas y Paraguay. La Amazonia y la Orinoquia están unidas física y ecológicamente, por lo que no es sorprendente suponer que también lo estuvieran culturalmente.

Recientes hallazgos arqueológicos en el noroeste de Brasil sugieren que los amerindios descubrieron América del Sur hace 40 000 a 50 000 años. Sus migraciones y desarrollo cultural pueden ser delimitados con cierta precisión durante los últimos 5 000 a 10 000 años, a través del estudio de las lenguas, de la arqueología y de la historia agrícola (cultivos y otras plantas útiles).

Lathrap planteó la hipótesis de que la Amazonia es un importante centro de origen de la agricultura. Su interpretación de los vestigios arqueológicos identificó la Amazonia central como el centro primario. La fitogeografía de los cultivos domesticados por los amerindios sugiere que el área de mayor diversidad genética es el noroeste de la Amazonia. La domesticación de plantas

medicinales, mágicas y de otros usos ofrece apoyo a esta hipótesis, como también la diversidad genética de la yuca (*Manihot esculenta*), la mayor contribución de la Amazonia ecológica a la agricultura mundial.

Hoy día está cada vez más claro que la adaptación de los amerindios a los ecosistemas de la Amazonia y la Orinoquia fue mucho más compleja de lo que se puede deducir del análisis de sus técnicas agrícolas. En el momento del contacto con los europeos, vivían, según Denevan, al menos entre 5 y 6 millones de personas en la Amazonia. Tal vez había 2 millones más en otras partes de la Amazonia ecológica. La presión que ejercía esta población era muy limitada en relación a la capacidad de carga de la región. Dicha situación contrasta con la que prevalece en la actualidad: una población de 20 a 30 millones de habitantes que viven en la pobreza; núcleos urbanos que necesitan importar alimentos y materiales, y una severa degradación del ambiente.

Quinientos años después del primer contacto se reconoce que los habitantes originales de la Amazonia poseían un conocimiento agroecológico sin par, especialmente si se lo compara con el que hoy existe en la región. Asimismo, las civilizaciones andinas fueron más avanzadas en muchos aspectos que los aventureros europeos que las conquistaron. Hoy es difícil practicar una agricultura moderadamente sostenible en la Amazonia, y se está muy lejos de desarrollar agroecosistemas autosostenibles en los trópicos húmedos, debido a la presión demográfica y al modelo económico que se ha elegido. Cuanto se pueda aprender de

los últimos amerindios ayudará a implantar sistemas más sostenibles desde el punto de vista ecológico, económico y social.

Sin embargo, es menester tomar conciencia de que la conservación cultural es tan importante en la Amazonia como la conservación biótica. Con la eliminación de las poblaciones indígenas se han perdido muchos conocimientos de tipo ecológico y agroecológico. Las 300 000 a 700 000 personas que hoy habitan la región están física y culturalmente empobrecidas.

ORIGENES DE LA AGRICULTURA Y DIVERSIDAD GENÉTICA

Las fechas muy tempranas del descubrimiento de América del Sur por los amerindios cambian los horizontes de tiempo en que se hizo la adaptación humana al bosque húmedo.

La penetración y ulterior colonización de esta zona por los cazadores-recolectores dependió de la distribución y disponibilidad de los recursos alimenticios. Durante la estación lluviosa había frutas y nueces en abundancia, que pudieron alimentar a grandes poblaciones, especialmente en las regiones a lo largo de los ríos, pero durante la estación seca los recursos vegetales eran exiguos.

Sin embargo, la población amerindia recién llegada era poco numerosa. La pesca en la Amazonia era también abundante estacionalmente y representaba sobre todo una fuente de proteínas. Se disponía de ella fácilmente con técnicas sencillas.

La combinación de frutas, nueces, pescado, reptiles y mamíferos constituía una concentración muy atractiva de recursos naturales. Se puede suponer que la colonización de la Amazonia empezó tan pronto como estos recursos fueron descubiertos. Según Lathrap, en un ambiente como el bosque tropical, con recursos escasos durante ciertas estaciones del año, es muy probable que los amerindios trataran de concentrar esos

recursos mediante la siembra de plantas alimenticias (frutales, nueces, hojas, raíces) y de usos varios en lugares más accesibles. Si las frutas y nueces fueron uno de los alimentos principales durante la estación lluviosa, estas especies pudieron haber sido las primeras en recibir cuidados, mientras que los cultivos de raíces debieron haber sido domesticados más tarde. Estas prácticas evolucionaron posteriormente hacia los sistemas complejos de agrosilvicultura y manejo forestal que hoy se encuentran en la Amazonia y en general en las regiones neotropicales.

La agrosilvicultura es un sistema muy eficiente para mejorar los cultivos, pues permite un avance genético rápido si existe suficiente variabilidad. A través de milenios se desarrolló la base genética necesaria para modificar y domesticar completamente numerosas especies anuales y perennes en la Amazonia.

Basándose en los cultivos frutales perennes domesticados y semidomesticados, el autor propuso la creación de un centro de diversidad genética en la Amazonia noroccidental, no obstante el reconocimiento de que existe una elevada diversidad fuera de este centro. El Cuadro 6 presenta 21 especies perennes, frutales y de usos industriales, de la Amazonia y Orinoquia, que apoyan la hipótesis de tal centro de diversidad o de una domesticación muy temprana en la Amazonia ecológica fuera de dicho centro.

Yuca, camote (*Ipomoea batatas*), yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) y otras raíces menos importantes se convirtieron en la base alimenticia de la región, y fueron llevadas a otras partes de los neotrópicos y después al resto del mundo. Aunque la coca (*Erythroxylum coca*) es considerada un cultivo andino, existe también una variedad domesticada en las tierras bajas, 'Ipadu'. Las plantas para usos rituales y medicinales de la Amazonia, domesticadas o semidomesticadas, importantes para las culturas amerindias, también tienen una explotación potencial en la sociedad moderna.

FIGURA 20

Región amazónica y caribeña.



CUADRO 6 Frutales y cultivos tecnológicos perennes domesticados y semidomesticados de la Amazonia y la Orinoquia

Especie	Familia	Origen probable
<i>Ananas comosus</i>	Bromeliáceas	Amazonia suroccidental
<i>Annona muricata</i>	Anonáceas	América del Sur (parte septentrional)
<i>Bactris gasipaes</i>	Palmas	Amazonia suroccidental
<i>Bixa orellana</i>	Bixáceas	América del Sur (parte septentrional)
<i>Borojoa sorbillis</i>	Rubiáceas	Amazonia occidental
<i>Carica papaya</i>	Caricáceas	América del Sur (parte noroccidental)
<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniáceas	Amazonia occidental
<i>Eugenia stipitata</i>	Mirtáceas	Amazonia occidental
<i>Genipa americana</i>	Rubiáceas	Neotrópicos
<i>Lonchocarpus utilis</i>	Leguminosas	Amazonia occidental
<i>Macoubea wittorum</i>	Apocináceas	Amazonia central
<i>Passiflora edulis</i>	Passifloráceas	América del Sur (parte septentrional)
<i>Paullinia cupana</i>	Sapindáceas	Amazonia central
<i>Poraqueiba sericea</i>	Icacináceas	Amazonia occidental
<i>Pourouma cecropiaefolia</i>	Moráceas	Amazonia noroccidental
<i>Pouteria caimito</i>	Sapotáceas	América del Sur (parte septentrional)
<i>Quararibea cordata</i>	Bombacáceas	Amazonia noroccidental
<i>Rollinia mucosa</i>	Anonáceas	América del Sur (parte septentrional)
<i>Solanum sessiliflorum</i>	Solanáceas	Amazonia noroccidental
<i>Theobroma bicolor</i>	Esterculiáceas	Neotrópicos
<i>Theobroma cacao</i> ¹	Esterculiáceas	Amazonia noroccidental

¹Aunque el cacao no fue domesticado en la Amazonia, se incluye por su gran riqueza genética en esa región.

DECADENCIA DE LA AMAZONIA Y LA ORINOQUIA

La decadencia de las sociedades amerindias de la Amazonia ecológica empezó antes del primer contacto directo con los aventureros europeos. La magnitud de esta decadencia antes de 1542, cuando Francisco de Orellana descendió los ríos Napo y Amazonas, no se conoce, pero se cree que las enfermedades europeas llegaron al interior de la región antes que los españoles y portugueses, procedentes de los Andes y, especialmente, del Caribe.

Aunque la despoblación es el principal indicador de la pérdida de conocimiento cultural, un

índice mejor es el número de tribus aniquiladas durante este proceso, ya que la desaparición de un grupo étnico significa que todos sus conocimientos adquiridos y la mayoría de sus artefactos agrícolas (incluyendo las variedades de sus cultivos) también se han traslumbrado. Con una pérdida entre el 90 y 95 por ciento de la población original, se puede estimar que por lo menos el 80 por ciento de los grupos étnicos desaparecieron.

Según Lathrap, en la Amazonia occidental, la nación omagua fue destruida en su totalidad 100 a 200 años después de la llegada de los europeos. Carvajal, el cronista de la expedición de Orellana, registró que en las aldeas había sembrados de

frutales de numerosos tipos, lo que indica evidentemente que éstos fueron componentes importantes de la dieta amazónica. Afortunadamente, numerosos cultivares de yuca, incluyendo los procedentes de áreas inundables que se cosechan en seis meses, y cultivares de numerosos frutales, permanecieron en la región, como señales inquietantes de cómo ésta había sido antes del contacto.

Cada grupo tribal tenía su propio acervo de conocimientos sobre las plantas útiles y cultivadas, originalmente obtenidas del bosque circunvecino o importadas como formas cultivadas o domésticas de otras áreas. Cada nación amerindia puede ser considerada como una fuente de saber diferente. Lo que permanece de las pocas que aún quedan necesita ser conservado, no sólo por razones éticas evidentes, sino también por razones económicas relacionadas con el futuro de la Amazonia. Sin embargo, la decadencia de la Amazonia ecológica aún no ha alcanzado su punto máximo, y la erosión de la diversidad genética y de su biodiversidad se ha visto acelerada en los últimos años.

EROSION ACTUAL DE LOS RECURSOS GENETICOS Y CULTURALES

Algunos de los gobiernos de los países amazónicos están empezando a ayudar a los últimos amerindios a resistir la aculturación continua, especialmente en Colombia. Aunque la aculturación y la disminución de la población son las principales razones de la erosión de los recursos genéticos, la integridad de dichos recursos está amenazada también por otros factores. La mayor amenaza es el éxodo rural de los campesinos amazónicos, muchos de ellos de descendencia amerindia. El problema es especialmente serio en Brasil, donde se les llama *caboclos*. En las áreas donde los amerindios fueron eliminados o que han sido por ellos abandonadas, los caboclos son los herederos de los restos del patrimonio amerindio, incluyendo los cultivos. Cuando los caboclos

emigran, los cultivos desaparecen, por la competencia de la vegetación secundaria. La cultura cabocla precisa también ser conservada, mediante el esfuerzo de los gobiernos que deben apoyarlos, especialmente con programas de desarrollo a fin de que puedan conservar su estilo de vida.

Otra amenaza está constituida por la inmigración de grupos no amazónicos. En la Amazonia de habla española, son campesinos andinos o costeños quienes se están asentando con el apoyo de sus gobiernos o simplemente porque han abandonado las montañas cada vez más pobres a cambio de las tierras bajas, supuestamente más ricas. En la Amazonia brasileña, son campesinos expulsados de las tierras fértiles del sur, que van en busca de tierras nuevas para vivir. Ninguno de esos grupos conoce el ecosistema amazónico y tampoco quieren aprender de los expertos locales, amerindios y caboclos.

Las grandes haciendas ganaderas y otros proyectos de desarrollo (minería, sistemas hidroeléctricos) son también otra amenaza, pues deforestan grandes áreas para obtener ingresos a corto plazo. Estos proyectos son agentes activos de la aculturación de los amerindios, de éxodo rural y de inmigración de no amazónicos. Son promovidos por todos los gobiernos de la región, muchas veces por medio de subsidios directos. Cálculos recientes publicados por Fearnside, indican que entre 6 y 8 por ciento de la superficie de la Amazonia brasileña ha sido deforestada, y dedicada en su mayor parte a la ganadería en el ámbito de proyectos de gran alcance, o se encuentra tan degradada que no permite sostener poblaciones humanas adecuadamente.

La conservación de los recursos genéticos y culturales, y en general de toda la biodiversidad, sólo será posible si se hace dentro de un programa regional de desarrollo. Una agricultura sostenible, permanente y variada debe ser la base de este programa, factible sólo si se desarrollan «nuevas» especies y tecnologías. Muchas de estas

especies ya existen y otras pueden ser fácilmente encontradas entre las nativas, manejadas, cultivadas y domesticadas en la Amazonia. Las tecnologías se deben desarrollar a partir de las técnicas y culturas indígenas y caboclas, con las modificaciones necesarias para atender a las poblaciones más numerosas de hoy y del futuro, bajo una economía de mercado.

CULTIVOS Y ESPECIES SILVESTRES QUE MERECE ATENCION

La Amazonia ecológica suministró varios cultivos importantes a la agricultura mundial, y puede ofrecer todavía muchos más si la investigación científica y la acción empresarial se dirigen hacia ese propósito. La yuca ya ha sido mencionada; se considera como el sexto cultivo más importante en la alimentación del mundo. La malanga o yautía (*Xanthosoma sagittifolium*), la nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*), los ajíes (*Capsicum* spp.), la piña (*Ananas comosus*), el cacao (*Theobroma cacao*) y el caucho (*Hevea brasiliensis*) son originarios de esta región. En esta sección se tratarán solamente algunos grupos de especies perennes con potencial para una utilización más amplia.

Las palmeras son un grupo natural que reúne por lo menos una docena de especies con alto potencial. El pejibaye (*Bactris gasipaes*) es la única palmera del neotrópico que ha sido domesticada y posee diversos usos potenciales en la agricultura avanzada como en la de subsistencia.

El complejo *Jessenia/Oenocarpus* contiene diversas palmeras que fueron muy importantes para la subsistencia en la región. *Jessenia batataua* contiene aceite en el mesocarpo que es casi indistinguible del aceite de oliva (*Olea europaea*) y es, además, una proteína de excelente calidad. El género *Astrocaryum* es muy popular debido a sus frutos, que se consumen frescos; algunas especies tienen potencial como cultivos oleaginosos. *Mauritia flexuosa* y *Euterpe olera-*

cea son especies dominantes en las planicies de inundación de los grandes ríos, donde la mayoría de los cultivos agrícolas no prosperan, y producen cantidades enormes de frutos con pocos cuidados y ninguna fertilización. *E. oleracea* es la especie que produce mayor cantidad de palmito para el mercado mundial. *Orbignya phalerata* es otra especie dominante, encontrada en los límites meridionales de la Amazonia, que produce millones de toneladas de frutos ricos en aceite y almidón, con un endocarpo leñoso excelente para la preparación de carbón. Otras palmeras ofrecen frutos, fibras, materiales de construcción y tienen enorme potencial como ornamentales.

Existen numerosas nueces y especies con semillas similares a éstas. La más conocida es la nuez de Brasil, sembrada y utilizada ampliamente por los amerindios y otros habitantes de la región y exportada al mercado internacional. Una especie relacionada es la nuez del paraíso, *Lecythis pisonis*, que tiene mejor sabor, pero que es muy difícil de recolectar, pues el fruto no cae del árbol cuando está maduro. En el norte, la nuez souari, *Caryocar nuciferum*, fue antes importante y puede volver a serlo. En el Perú, una especie afín, *Caryocar glabrum*, es ampliamente utilizada y puede convertirse en un cultivo de exportación si se investiga adecuadamente. *Caryodendron orinocensis* es una especie promisoría que está recibiendo alguna atención en Colombia. *Couepia longipendula*, presente en Manaus, se distingue por su sabor delicado, precocidad y crecimiento en cultivo. El Marañón, *Anacardium occidentale*, es nativo a lo largo de la costa brasileña al sur de la Amazonia ecológica; existen por lo menos dos especies afines nativas de los bosques húmedos que merecen ser investigadas. Otras especies de nueces deben ser objeto de estudios científicos y de mercado, por su facilidad de preparación, utilización y comercialización.

Diversos frutales con mesocarpos ricos en aceite y almidón fueron importantes recursos nativos manejados y cultivados por los amerindios. En este grupo se encuentra *Poraqueiba sericia*, un frutal cultivado cuyo origen se desconoce. Está domesticado y ampliamente sembrado en toda la región, y forma la base de un sistema agroforestal orientado al mercado de Iquitos, Perú. *Caryocar villosum* es utilizado principalmente por su mesocarpo aceitoso y almidonoso, y posee una nuez de excelente sabor.

Los frutos suculentos y aromáticos son abundantes y pueden ofrecer nuevas opciones tanto al mercado de frutos frescos como al de los procesados. La piña 'Smooth Cayene' se originó en la Orinoquia y es el cultivar predominante en todo el mundo, especialmente para procesamiento.

De las numerosas especies domesticadas o cultivadas estudiadas por Cavalcante (1988) sólo algunas pueden ser mencionadas aquí. El zapote de Sudamérica, *Quararibea cordata*, posee una cáscara elástica que permite su transporte y fácil almacenamiento; contiene una pulpa dulce, suculenta, deliciosa y anaranjada. El arazá, *Eugenia stipitata*, es de aroma delicioso y sabor exquisito, pero extremadamente ácido; posee sin embargo gran potencial para procesamiento en la industria agroalimentaria. El camu-camu (*Myrciaria dubia*), es la especie silvestre que contiene mayor cantidad de vitamina C que cualquier otro frutal (± 4 g/100 g). El cupuassu, *Theobroma grandiflorum*, es una especie afín al cacao, cuya pulpa posee un sabor fuerte, agrídulce, muy apropiado para jugos o helados.

Las especies ricas en diversos tipos de aceites esenciales son comunes en la Amazonia ecológica, así como otras productoras de aceite, resinas, gomas y látex. El palo rosa, *Aniba roseodora*, ya casi extinto debido a la explotación destructiva, es utilizado para obtener un aceite esencial, que tiene gran demanda en el mercado de

perfumes. Se ha comprobado que las hojas contienen incluso más aceite que el tronco y que podrían cosecharse de forma sostenible en lugar de destructivamente. *Copaifera multijuga* produce una oleoresina líquida que proviene directamente del tronco; puede ser usada como sustituto del diesel; además tiene uso medicinal y se está estudiando su aplicación en la industria cosmética. La sorva, *Couma utilis*, exuda una goma no elástica que se utiliza en las gomas de mascar. El chicle sintético es el componente de la mayoría de las gomas, pero la goma de sorva no ha sido sintetizada todavía y se recoge de árboles silvestres. Desafortunadamente su recolección también es destructiva, aunque se ha demostrado que podría cosecharse en forma sostenible, como el caucho.

Existe más de un centenar de especies maderables, aunque sólo unas dos docenas son ampliamente comercializadas. Conforme las reservas de Asia y Africa se agotan, la Amazonia se convierte en el foco de una explotación excesivamente destructora, pues hasta hoy ninguno de los gobiernos de la región ha regulado con vigor la actividad forestal. Los recursos genéticos están siendo erosionados muy rápidamente, y este proceso sólo podrá detenerse si el manejo forestal substituye a la explotación.

Este capítulo ha tratado básicamente de las especies perennes, silvestres y cultivadas, puesto que el bosque precisa ser conservado no sólo por ser un elemento importante en el balance ecológico del planeta, sino porque contiene productos y sistemas naturales y artificiales insustituibles. La única manera de conservarlo es encontrar modelos de desarrollo que consideren que los ecosistemas forestales y sus actividades relacionadas son más valiosos que la madera cortada o los terrenos ocupados por pastos. Los gobiernos de los países de la Amazonia necesitan elaborar programas de desarrollo sostenible justos para todos los habitantes de la región.

NUEVAS DIRECCIONES PARA EL DESARROLLO AGRICOLA NEOTROPICAL

Reconocer el valor de los bosques es esencialmente una cuestión política, pues las investigaciones han demostrado que los productos extraídos o el manejo forestal científico resultan de mayor valor a largo plazo que cualquiera de las alternativas practicadas actualmente en la Amazonia ecológica. Esto es especialmente cierto cuando un sistema de recolección bien planeado o el manejo forestal científico se comparan con la agricultura convencional en los oxisuelos y utensuelos pobres. La recolección a partir de poblaciones silvestres es vista frecuentemente como un sistema imperfecto, que necesita ser superado por el desarrollo. Sin embargo, las deficiencias de esta forma de explotación proceden más bien del enfoque que se da a la planificación a nivel de los gobiernos y de las agencias de desarrollo internacional. Estos la consideran esencialmente como una estrategia de subsistencia estrechamente relacionada con la pobreza rural. En realidad, la recolección, como han demostrado Altieri *et al.* (1987), puede convertirse en un factor económico de importancia, y en el ámbito rural es ya una actividad que mantiene a muchas familias lejos de la pobreza absoluta.

Obviamente, será imposible mantener toda la superficie forestal de la Amazonia, porque está siendo talada muy rápidamente y resultaría difícil detener de inmediato su destrucción. Pero lo que es más importante es que no existen alternativas comprobadas que puedan ganar el apoyo de los gobiernos y de los habitantes. Por esta razón, las instituciones científicas de la Amazonia y sus colaboradores en otras regiones deberían desarrollar un programa de tres enfoques simultáneos para identificar para el mercado un buen número de nuevos cultivos. Este programa comprendería la agricultura convencional (monocultura), la agrosilvicultura y el manejo forestal de propósitos múltiples, y su objeto serían los cultivos perennes, en lugar de los anuales.

La agricultura convencional no necesita de comentarios, pues todas las instituciones de la región la conocen bien. Sin embargo, no todas las especies nativas sirven para este modelo de agricultura, pues cuando se siembran en densidades mayores a las normales en los ecosistemas o agroecosistemas tradicionales, pueden ser susceptibles a plagas y enfermedades que han evolucionado con ellas. Un ejemplo es *Caryodendron orinocensis*, de la Amazonia noroccidental, que crece en baja densidad en el bosque o en los sistemas agrosilvícolas indígenas. Cuando la Corporación Araracuara organizó una colección de germoplasma en San José de Guaviare y la sembró en una monocultura bien diseñada, *C. orinocensis* fue atacado de inmediato por una oruga de las hojas, que casi paralizó el crecimiento de las plantas e imposibilitó su caracterización y evaluación. Este tipo de problema podría plantearse en muchas especies indígenas, y es la razón principal para seguir un programa de tres enfoques.

Agrosilvicultura es un nombre nuevo para una práctica muy antigua que combina varios cultivos en una unidad ecológicamente integrada. La agrosilvicultura indígena —práctica agrícola tradicional de la Amazonia ecológica— es una de las formas de este tipo de explotación. En todo el mundo, la agrosilvicultura es una práctica de pequeños agricultores, ya que en ella la mano de obra es relativamente intensiva. Esto contrasta con la agricultura convencional del primer mundo, en la cual lo intensivo es el capital. El desarrollo también puede basarse en la mano de obra en lugar del capital, especialmente porque la primera es relativamente abundante en los neotrópicos, mientras que el segundo es más escaso.

El manejo forestal de propósitos múltiples es una práctica para manejar una sección del bosque en beneficio del mayor número de personas. El manejo forestal convencional, al contrario, ha excluido frecuentemente a los habitantes originarios de la región y ha beneficiado solamente a los grandes

terratinentes y entidades corporativas. Un sistema de manejo forestal de propósitos múltiples debería estar dirigido al enriquecimiento del bosque con especies productoras de frutas, nueces, látex, aceites esenciales y con especies maderables. Así el bosque puede ser cosechado de formas diversas durante todo el año para beneficiar a las comunidades que en él habitan, en lugar de beneficiar sólo a unos pocos. Las reservas del Brasil pueden evolucionar hacia este tipo de sistema, aunque la investigación necesaria tendrá que ser mayor que en los otros dos enfoques mencionados.

La agrosilvicultura y el manejo forestal de propósitos múltiples exigen una investigación multidisciplinaria que debe empezar por la etnobiología, y estudiar las costumbres y prácticas agrícolas de los amerindios y caboclos. Genetistas, horticultores y silvicultores deben mejorar no solamente el material genético utilizado sino también los sistemas de explotación indígenas, que tal vez no están suficientemente orientados hacia el mercado, a fin de que resulten atractivos para la mayoría de los agricultores, extensionistas y planificadores de los gobiernos. Estas actividades deben llevarse a cabo en colaboración con los empresarios, en forma tal que las prioridades sean establecidas en función del mercado.

El desarrollo futuro de la Amazonia ecológica necesita ser diseñado para beneficiar a los habitantes de la región sin una degradación del ambiente natural. La conservación de la diversidad cultural, genética y de la biodiversidad deben ser los elementos esenciales de este programa. El bosque necesita ser reconocido como un recurso valioso, y las prácticas agrícolas, agrosilvícolas y de manejo deben ser diseñadas para poder explotarlo racionalmente, en lugar de eliminarlo.

Bibliografía

Altieri, M.A., Merrick, L.C. y Anderson, M.K. 1987. Peasant agriculture and the conserva-

tion of crop and wild plant resources. *Conservation Biology*, 1:49- 58.

Cavalcante, P.B. 1988. *Frutas comestíveis da Amazônia*, 4ª edición. Museu Paraense Emilio Goeldi/Souza Cruz, Belém.

Clement, C.R. 1988. Domestication of the peji-baye (*Bactris gasipaes*): past and present. *Adv. Econ. Bot.*, 6:163-180.

Clement, C.R. 1989. A center of crop genetic diversity in Western Amazonia. *BioScience*, 39:624-631.

Clement, C.R. 1991. Amazonian fruits: neglected, threatened and potentially rich resources require urgent attention. *Diversity*, 7:56-59.

Denevan, W.M. 1976. The aboriginal population of Amazonia. En *The native population of the Americas in 1492*. Denevan, W.M., ed. Madison. University of Wisconsin Press, págs. 205-234.

Fearnside, P.M. 1988. An ecological analysis of predominant land uses in the Brazilian Amazon. *The Environmentalist*, 8:281-300.

Lathrap, D.W. 1977. Our father the Cayman, our mother the gourd: spinden revisited, or a unitary model for the emergence of agriculture in the New World. En *Origins of agriculture*. Reed, C.A., ed. La Haya. Mouton, págs. 713-752.

Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*)

Nombre botánico: *Theobroma grandiflorum*
(Wild. ex Spring) Schum.

Familia: Esterculiáceas.

Nombre común: portugués: cupuaçu.

El cupuassu es una especie frutal arbórea, considerada como planta de cultivo precolombino, que todavía se encuentra en estado silvestre en la subregión oriental de la Amazonia brasileña. Varios autores la valoran como una de las frutas más promisorias de la rica flora amazónica, de la cual se han descrito 271 especies frutales. El análisis del potencial de las especies de frutas nativas de la Amazonia condujo al autor a proponer cuatro grupos prioritarios: 14 especies consideradas domesticadas entre las que se encuentra el cupuassu; 19 especies semidomesticadas; 12 especies no domesticadas pero con reconocido potencial para la domesticación, y 13 especies de palmeras.

Descripción botánica

Especie arbórea que alcanza 15-20 m de altura, pero con menos de 8 m bajo cultivo. Ramificación tricómica, hojas simples alternas, coriáceas de 25-35 cm de longitud y 6-10 cm de ancho, con haz verde brillante y pubescente y envés gris. Inflorescencia cimosa con 3-5 flores, con 5 pétalos subtrapezoidales de color morado oscuro, cáliz con 5 sépalos triangulares, 5 estambres con anteras biloculares, 5 estaminodios y ovario superior

pentagonal con 5 lóculos provisto de numerosos primordios seminales. Polinización automógama (principalmente hormigas y áfidos), con antesis vespertina. Fruto en drupa de olor intenso y agradable, liso externamente, elipsoidal, de 25 cm de largo por 12 cm de ancho, hasta de 1 500 g. Endocarpo blanco, blando de sabor acidulado, conteniendo de 25-50 semillas superpuestas en 5 hileras. Los frutos se cosechan al caer al suelo en su madurez.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

En estado silvestre, el cupuassu crece bajo bosques primarios de tierras altas, en suelos fértiles y bien drenados. Es más frecuente en el sur del estado de Pará, en la orilla de los ríos Tapajós, Tocantins, Xingu y Guama, encontrándose hasta el noreste del estado de Maranhão en la orilla de los ríos Turiaçu y Pindaré. Requiere temperaturas medias anuales entre los 21 y 27 °C, humedad relativa media anual entre el 77 y 88 por ciento, pluviosidad entre los 1 900 y 3 000 mm. Se cultiva en pequeños huertos domésticos y comerciales, en el oriente de la Amazonia, en Brasil.

Diversidad genética

Se han descrito 20 especies diferentes de *Theobroma*, pero suelen aceptarse sólo 12 de ellas; de éstas, 9 son nativas de la Amazonia por lo que el centro de dispersión genética parece ubicarse en la mitad occidental de la región. El límite oriental de distribución de las especies de *Theobroma* va hasta el estado de Maranhão, en el occidente, y se expande hasta el pie de los Andes

El autor de este capítulo es D. Giacometti (CENARGEN/EMBRAPA, Brasília, D.F., Brasil).

en el Perú, al norte hasta el sur de México y al sur hasta Bolivia, y en Brasil hasta el sur del estado de Mato Grosso.

El género *Theobroma* es típicamente neotropical, distribuido en el bosque tropical húmedo en el hemisferio occidental, entre las latitudes 18° lat. N y 15° S. La región más rica en especies está entre Costa Rica y el noreste de Colombia. Se reconocen 5 secciones y 20 especies. *T. grandiflorum* pertenece a la sección *Glossopetalum*, integrada por 11 especies. *T. cacao* es la única especie de la sección *Theobroma*.

Cuatro especies de *Theobroma* se han descrito como productoras de pulpa comestible: *T. grandiflorum*, *T. canumanense* Pires & Froes, *T. subincanum* Martius, ('Cupuí' en Brasil y 'Cacau de monte' en Colombia) y *T. bicolor* Humb. & Bonpl., que es un árbol pequeño distribuido desde la Amazonia occidental hasta el sur de México. Con las semillas de estas especies también se prepara chocolate. Las cuencas de los ríos Napo, Putumayo y Caquetá en el alto Amazonas parecen ser el centro de diversidad genética de *T. cacao*, pero el de *T. grandiflorum* se encuentra al sur del Pará, en Brasil, en Tocantins, Tapajós, Xingu y Guama.

En Pará se conocen tres cultivares de cupuassu; 'Redondo', con la extremidad redondeada, que es el más común; 'Mamorano', que presenta un pico en la extremidad y produce los mayores frutos, y 'Mamau', posiblemente un mutante partenocárpico. Los híbridos artificiales entre *T. grandiflorum* con *T. obovatum* producen frutos con las características del cupuassu pero menores y con resistencia a la «escoba de bruja».

En la Amazonia brasileña hay tres colecciones de germoplasma de cupuassu. La mayor está en el Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), cerca de Manaus, con 27 accesiones. El Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), en Belém, mantiene una colección con 13 accesiones y el Departamento Espe-

cial da Amazônia dependiente del Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC), que pertenece a la Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), estableció desde 1976 un banco de germoplasma del cacao, en Belém, con 1 749 accesiones de *T. cacao* recolectadas en la Amazonia, 7 especies de *Theobroma* con 3 genotipos de *T. grandiflorum* y 3 de *Herrania*.

El cupuassu sufre de una fuerte erosión genética: su centro de diversidad está en una subregión del sur de Pará donde la destrucción de su hábitat ha sido muy intensa por deforestación, así como por la construcción de la presa de Tucuruí, que inundó 2 300 km² de vegetación primaria en la cuenca del río Tocantins, donde todavía es abundante la especie en estado silvestre.

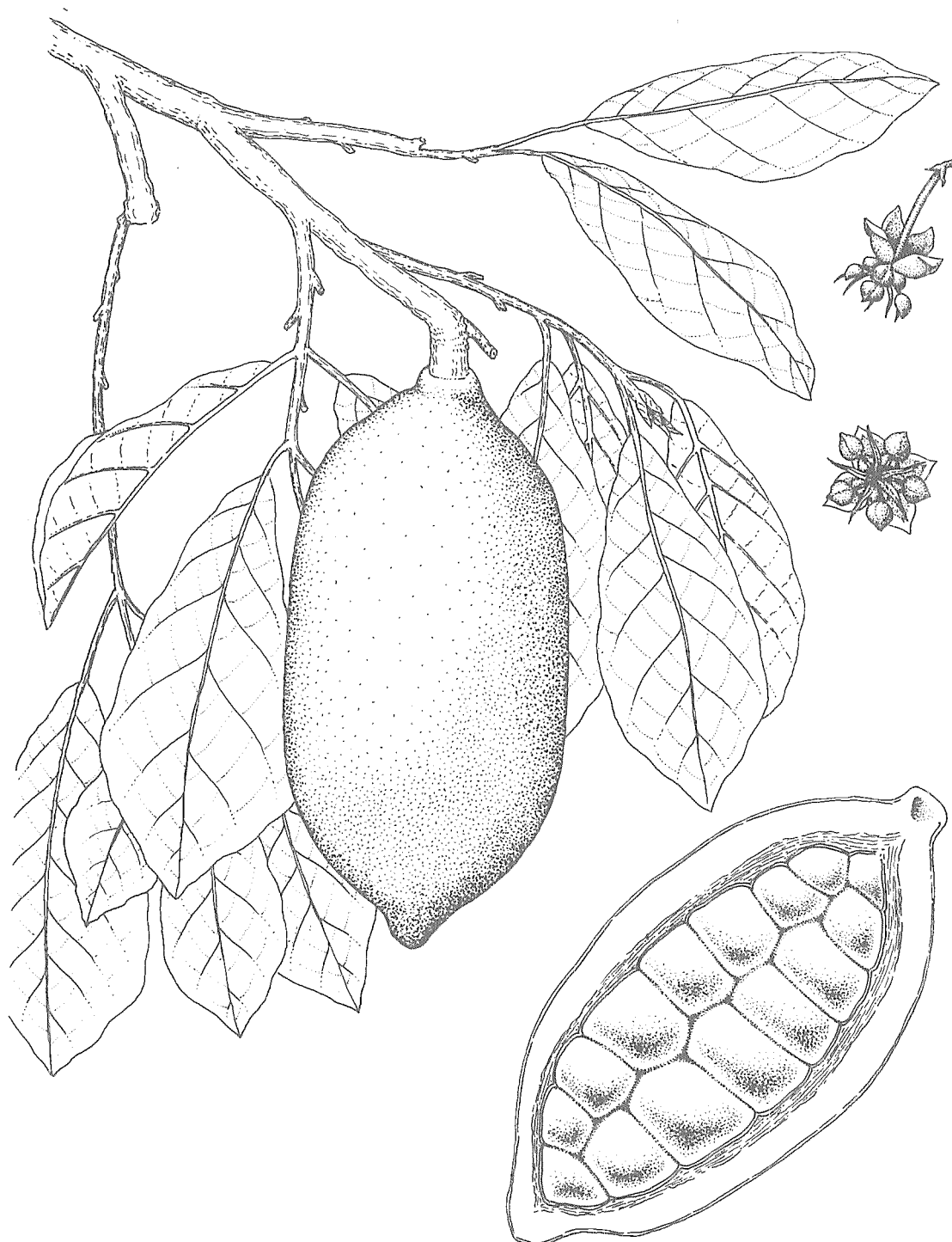
Prácticas de cultivo

Técnicas convencionales de propagación. El cupuassu se propaga generalmente por semillas, pero variedades como 'Mamau', sin semillas, se propagan por estaca o injerto. Las semillas, como en todas las especies de *Theobroma*, no resisten la desecación y se siembran tan pronto están libres de la pulpa y han sido lavadas. Los semilleros se preparan con tierra fértil y se abonan con estiércol, manteniéndose a la sombra natural o bajo malla plástica para conseguir un 75 por ciento de sombra. Se siembran 800-1 000 semillas/m² en líneas distantes 5 cm y 2 cm entre semillas, y se cubren con una capa de tierra de 1 cm. La germinación tarda cerca de 10 días. Cuando las plántulas miden 10 cm, se trasplantan a bolsas de polietileno negro de 40 × 30 cm, con un sustrato rico en materia orgánica y abono. Las plantas se conservan en vivero en sombra parcial (50 por ciento) hasta la siembra en el huerto, cuando alcanzan cerca de 50 cm.

Para la propagación por estaca se utilizan ramas jóvenes terminales con unas 5 hojas como en el cacao. Las hojas se cortan por la mitad. Se aplica un estimulante del crecimiento en la base

FIGURA 21

Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*), flores y sección del fruto.



de las estacas, que se colocan en un propagador con humedad a saturación, bajo un techo que produzca un 75 por ciento de sombra. Después de enraizadas, se trasplantan en bolsas de polietileno negro y se mantienen en vivero a la sombra, hasta que están listas para su siembra en el huerto.

La propagación por injerto requiere patrones obtenidos de semillas del propio cupuassu o de otras especies de *Theobroma*, como *T. obovatum* que produce plantas enanas.

Técnicas tradicionales de cultivo. El huerto nuevo de cupuassu requiere sombra densa en los primeros años. Si en el terreno crece todavía la vegetación arbórea primaria, apenas se desbistan los árboles delgados y las enredaderas. En el caso de terrenos deforestados, se siembra un sembrío temporal de crecimiento rápido, como el banano, plátano, papaya, o un frutal arbóreo permanente como la leguminosa *Inga edulis*. Las distancias de plantación mayores para los pies francos son 7×7 m u 8×8 m, y 6×6 m para los árboles de injerto. Los hoyos para el trasplante podrán tener 40 cm de diámetro y profundidad, y se rellenarán con tierra rica en materia orgánica, abonada con 10 l de estiércol y 50 g de superfosfato triple. Tanto en huertos a la sombra natural como artificial, después del segundo año, se va disminuyendo gradualmente el nivel de protección del sol hasta el cuarto año, en el que se deja ya un 50 por ciento de sombra. El control sistemático de las malezas en el huerto es una práctica importante.

El cupuassu, como el cacao, es planta exigente en nutrientes y necesita fertilización anual. Durante la fase de crecimiento, se aplican anualmente 50 g de NPK: 12-12-12 + Mg. A partir del cuarto año, 120 g; durante la producción, 500 g de la fórmula 15-15-13 + Mg, dividida en tres aplicaciones anuales con 20 l adicionales de estiércol. Los huertos en cultivos adultos, producen de 7-10 t/ha anuales.

La enfermedad más seria del cupuassu es la

escoba de bruja causada por el hongo *Crinipellis perniciososa*, que es endémico de la Amazonia. Afecta más seriamente a las ramas nuevas, botones florales y frutos en crecimiento. Las ramas atacadas se hinchan y emiten una gran cantidad de brotes semejantes a una escoba, que en seguida se secan; los botones florales afectados emiten pequeñas escobas. El árbol enfermo no muere pero se debilita gradualmente disminuyendo la producción de forma notoria. Para controlar la enfermedad se recomiendan podas sistemáticas de las ramas enfermas, por lo menos dos veces al año.

Situación actual del cultivo. El cultivo del cupuassu se concentra en Pará, donde prosigue su expansión, pero también se cultiva en otros estados: Acre, Amapá, Amazonas y Rondonia, siempre en pequeños huertos domésticos y comerciales. Sin embargo, la producción extractiva es todavía importante. También ha sido introducido en los trópicos húmedos de Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú y Venezuela.

En Pará, la producción anual alcanza cerca de 500 t; los municipios de Vigia, S. Antonio de Tauá, Tomé-Assu, Cametá y Capitão do Poço son los mayores productores.

La época de mayor abundancia es el primer semestre, con un máximo entre febrero y abril.

Productos obtenidos. Estudios de las características bromatológicas del cupuassu, con miras a la industria de jugos, néctar y mermelada, muestran que el jugo fresco contiene 10,8 por ciento de brix, 21,9 por ciento de aminoácidos, 23,12 por ciento de vitamina C por mg, 3,0 por ciento de azúcares reductores y que el pH es de 3,3. El 40 por ciento del fruto es pulpa, y el 18 por ciento semillas, que contienen 48 por ciento de manteca blanca y perfumada, prestándose también a la fabricación de chocolate blanco de excelente calidad.

Generalmente se prefiere el producto obtenido

por despulpado manual porque conserva los pedazos, mientras que del despulpado mecánico resulta una pulpa uniforme más adecuada a la producción industrial de jugo y sorbete.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El cupuassu ocupa un lugar sobresaliente en el grupo de las 58 especies prioritarias. Su potencial es reconocido, y la creciente demanda abre posibilidades de industrialización y acceso al gran mercado del centro-sur del Brasil y del exterior.

El cultivo no presenta serias limitaciones para su expansión en la Amazonia brasileña. La enfermedad de la escoba de bruja no es limitante; el clima adecuado y la disponibilidad de tierras permiten una considerable expansión del cultivo. Con su extensión en Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela y México, es posible que llegue a ser reconocido como uno de los mejores frutales tropicales.

El cultivo se adapta a las pequeñas propiedades agrícolas, gracias a su alta rentabilidad y segura demanda.

Bibliografía

- Addison, G.D.N. y Tavares, A.M.** 1961. *Observações sobre as espécies do gênero Theobroma que ocorrem na Amazônia*. IAN, Belém. Boletim técnico, 3.
- Almeida, C.M.V.C.** 1987. *Evolução do programa de conservação dos recursos genéticos de cacau na Amazônia Brasileira*. CEPLAC, Belém, Boletim técnico 5.
- Barbosa, W.C. et al.** 1978. *Estado tecnológico das frutas da Amazônia*. CPATU/EMBRAPA, Belém. Comunicado Técnico N° 3.
- Bernoulli, G.** 1869. *Übersicht der bis jetzt bekannten Arten von Theobroma*. *Neue Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften*, 243:1-15. Zurich.
- Calzavara, B.B.G., Müller, C.H. y Kahwage, O.N.C.** 1984. *Fruticultura tropical. O cupuaçuzeiro*. CPATU. Belém.
- Cavalcante, P.B.** 1988. *Frutas comestíveis da Amazônia*. 4ª edición. Museu Paraense Emilio Goeldi. Pará.
- Cheesman, E.I.** 1944 Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cacao populations. *Tropical Agriculture*, 21:144-159.
- Cuatrecasas, J.** 1964. Cacao and its allies. A taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Proc. U.S. National Herbarium*, 35:380-613.
- Diniz, T.D. de A.S. et al.** 1984. *Condições climáticas em áreas de ocorrência natural e de cultivo de guaraná, cupuaçu, bacuri e castanha-do-Brasil*. EMBRAPA/CPATU. Belém.
- Ducke, A.** 1940. As espécies brasileiras de cacau gênero *Theobroma* L., na botânica sistemática e geografia. *Rodriguesia*, 13:265-276.
- Ducke, A.** 1946. *Plantas de cultura precolombiana na Amazônia Brasileira. Notas sobre as espécies em formas espontâneas que supostamente lhes teriam dado origem*. I.A.N. Boletim técnico.
- Giacometti, D.C.** 1984. Domesticação de espécies frutíferas da Amazônia. En *Anais do XXXV Congresso Nacional de Botânica*. Sociedade Botânica do Brasil, Manaus, págs. 117-124.
- Moreno, P. et al.** 1968. *Manual para el cultivo del cacao*. Compañía Nacional de Chocolates S.A., Medellín, Colombia.
- Romero Castañeda, R.R.** 1961. *Frutas silvestres de Colombia*. Bogotá.

Pejibaye (*Bactris gasipaes*)

Nombre botánico: *Bactris gasipaes* Kunth.

Familia: Palmáceas = Aráceas.

Nombres comunes: *castellano:* pejibaye (Costa Rica, Nicaragua), chantaduro (Colombia, Ecuador), pijuayo (Perú), pijiguao (Venezuela), tembé (Bolivia), pibá (Panamá), cachipay (Colombia); *portugués:* pupunha (Brasil); *inglés:* peach palm (Trinidad y Tabago).

Esta fue sin duda la palmera de mayor importancia en la América precolombina, y constituyó el principal cultivo de los amerindios de un extenso territorio del trópico húmedo e incluso de algunas zonas del trópico seco.

Debido a que el material orgánico se descompone con facilidad en los yacimientos arqueológicos del trópico húmedo, existen pocas referencias a hallazgos de materiales de pejibaye que permitan reconstruir su pasado. Los más antiguos proceden de semillas encontradas en varias localidades de las dos costas en Costa Rica, y datan de 2300 a 1700 a.C., período en el que se supone ya era cultivado. Cuando se produce el contacto con los europeos, las crónicas indican que se trataba del principal cultivo y sustento de los indígenas del trópico húmedo en Costa Rica. La importancia del pejibaye se extendía también a numerosas tribus de la baja América Central y al trópico húmedo de América del Sur, esparcidas por las

cuencas de los ríos Cauca, Magdalena, San Juan, Orinoco, Amazonas y sus tributarios y algunas otras zonas. Esta dependencia se observa aún hoy en día, en algunas comunidades como los sanema-yanoama de Venezuela, los shuars o jívaros del Ecuador y los yuracarés de Bolivia. Durante los años de la Colonia y fundamentalmente durante el presente siglo, la importancia de este cultivo ha ido disminuyendo debido a varias causas. Entre ellas se puede citar la disminución de la población indígena; la pérdida de tradiciones por la influencia europea ajena a estas culturas y a este cultivo; la fundación de centros urbanos fuera de las zonas del trópico húmedo, donde no era tradicional el cultivo ni el consumo del pejibaye; el carácter perecedero de la fruta y el palmito de esta palma, que en ausencia de industrias transformadoras, no permitía su comercio con esos centros urbanos; la introducción de nuevos cultivos alimenticios de ciclo corto; la expansión agresiva de la ganadería que trajo consigo el uso extensivo del fuego para limpiar los terrenos y establecer los pastos; y finalmente, la compactación del suelo producida por el pisoteo del ganado. Ni el fuego, ni la competencia, ni la compactación del suelo son factores tolerados por esta palmera.

Usos y valor nutritivo

Su empleo en épocas precolombinas fue integral. El fruto, su producto más importante, era utilizado de dos maneras: cocinado, hirviéndolo en agua; y como refresco, ligeramente fermentado. En ambas formas, constituía el alimento básico

El autor de este capítulo es J. Mora-Urpí (Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica).

durante la época de cosecha en las mancomunidades indígenas que lo cultivaban. Para su consumo fuera de estación era conservado principalmente como ensilado, preparado en forma muy semejante a como hoy día se hace con los forrajes en silos de trinchera, almacenándolo en hoyos hechos en el suelo. Un mes después de sellado estaba listo para su consumo o se podía conservar hasta la próxima cosecha. Este material, fermentado, se consumía en forma de refresco mezclándolo con agua. Además, permitía ser acarreado envuelto en hojas durante los viajes y sólo bastaba diluirlo en agua para consumirlo. Otra forma de conservación importante se conseguía secando los frutos, exponiéndolos al calor y al humo, colocándolos después en esteras suspendidas sobre el fogón. Para su consumo tan sólo había que hervirlos después en agua. También se consumía preparando tortillas con su masa, tal como se hace con el maíz, o como *farinha*. El aceite que se separa al hervir los frutos, era utilizado ocasionalmente para cocinar otros alimentos. La fermentación prolongada —ocho días— permitía preparar una bebida alcohólica o chicha, utilizada para celebrar festividades. Así, el fruto del pejibaye constituyó una fuente básica de energía, supliendo las funciones y usos que desempeñan los granos en otras culturas. Significó muy especialmente un sustituto del maíz, al que supera en valor nutritivo.

El tallo posee madera de gran resistencia y elasticidad, que permitía utilizarla para fabricar armas —arcos, flechas y lanzas— así como en construcción. El sector apical del tallo, conjuntamente con sus frondas embrionarias, es suave y de sabor delicado; de él se extrae el palmito o corazón de palmera. Con la savia sin fermentar o fermentada en diversos grados, proveniente de esta parte del tallo, se preparaban bebidas alimenticias y embriagantes.

Las inflorescencias tiernas también se consumían asándolas «al pastor», sin abrir la espata que

las protege. Las infusiones de las raíces eran utilizadas en la práctica médica como vermífida.

En la actualidad los indígenas utilizan los mismos productos básicos obtenidos del pejibaye, que dan lugar a una mayor diversidad de subproductos, muchos de los cuales están aún en proceso de desarrollo. Así, la madera se utiliza para elaborar artículos para construcción tales como parqueté, paneles, muebles de lujo y artículos de artesanía explotando su belleza y alta resistencia. Las largas fibras del interior del tallo prometen ser útiles en productos de fibrocemento. La explotación del palmito constituye una industria próspera. Nacida en Costa Rica en la década de 1970, va adquiriendo poco a poco relevancia, a través de los países del trópico húmedo americano como un cultivo rentable y por sus buenas características para su manejo ecológico, de acuerdo con las nuevas tendencias agronómicas.

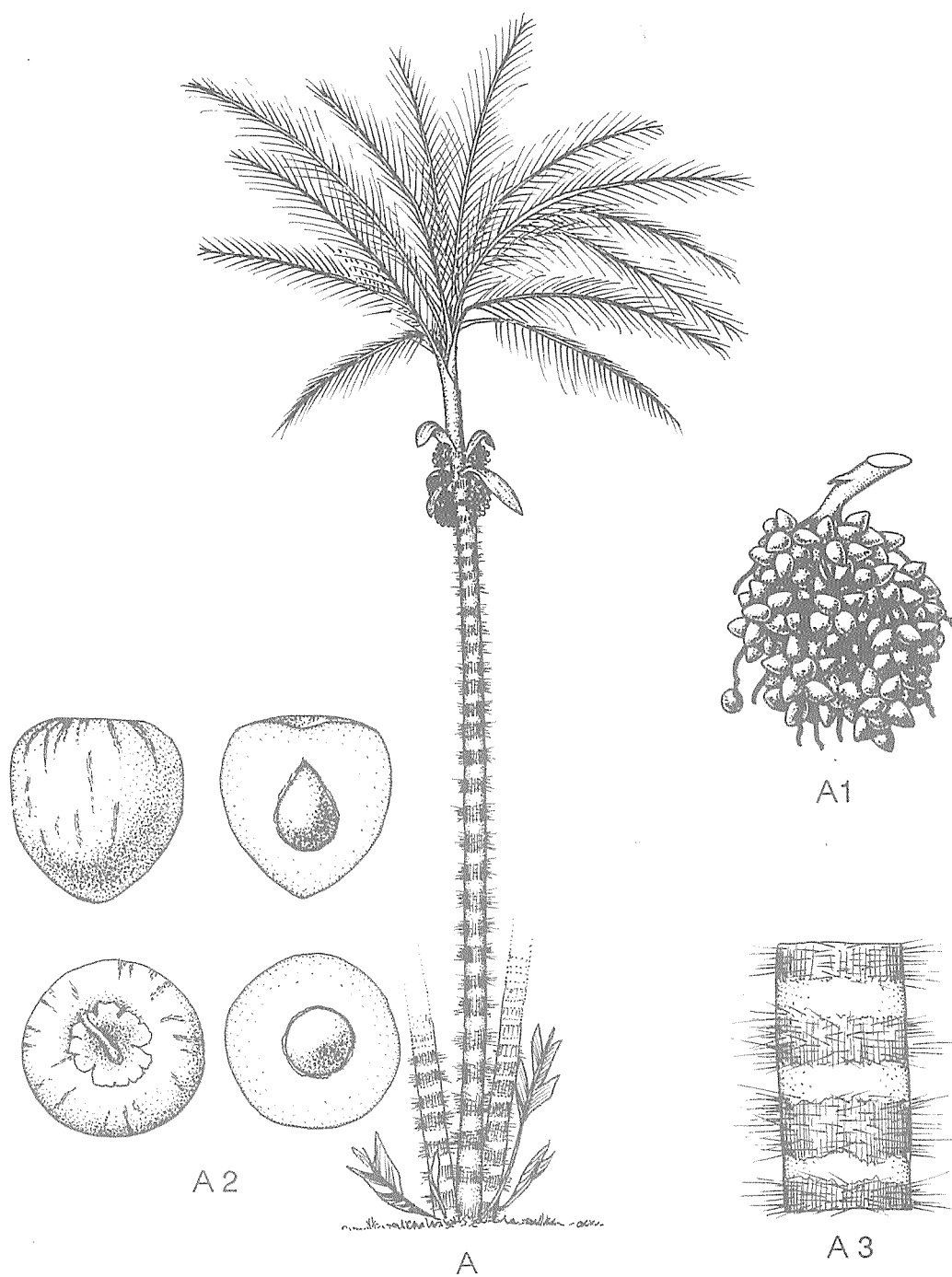
El fruto, que fue en el pasado tan solo de importancia en las zonas productoras, por ser muy perecedero, se vislumbra ahora como de un gran potencial, al industrializarlo en forma de harinas y de otros productos derivados como aceite, betacaroteno y almidón. Se prueba incluso si el inhibidor de la tripsina que poseen los frutos de algunos cultivares puede utilizarse como insecticida. Las harinas del pejibaye tienen un importante futuro en la nutrición humana, consumiéndose en repostería, panificación y otros preparados. También tiene gran porvenir en nutrición animal, como sustituto o complemento de los granos, en la fabricación de concentrados, y fermentado como ensilaje. La fermentación de los frutos se investiga con vistas a su explotación, en la fabricación de varios compuestos orgánicos. Queda pendiente su posible uso medicinal tal como era practicado por los indígenas.

Descripción botánica

Palmera cespitosa. Sistema radical fibroso, extenso pero bastante superficial; estípites con

FIGURA 22

A. Pejibaye (*Bactris gasipaes*); A1. racimos con frutos en drupa; A2. secciones y perfil del fruto; A3. entrenudos cubiertos de espinas de la estípite.



entrenudos cubiertos de espinas, alternando con nudos sin espinas, formados por las cicatrices de las hojas. Estas miden entre 10 y 25 cm, con lámina generalmente superior a los 2 m de largo y más de 200 folíolos. Inflorescencia cubierta por dos brácteas, la externa gruesa y corta, la interna envolviendo la inflorescencia hasta la madurez; raquis ramificado con miles de flores masculinas entremezcladas con unos pocos centenares de flores femeninas, ligeramente más grandes que las masculinas. Fruto en drupa de tamaño muy variable—4-300 g— con exocarpo delgado, rojo o amarillo; mesocarpo harinoso, variablemente anaranjado; endocarpo oscuro y duro; semillas de distinto tamaño según los ecotipos, en los cultivados de unos 4 g, recalcitrantes, tardando entre 45 y 90 días en germinar. $2n = 28$.

Polinización. El pejibaye es una planta monoica con flores masculinas y femeninas mezcladas en las raquillas; es además proterógina pues las flores femeninas son fértiles desde la apertura de la espata y continúan receptivas durante 24 horas. La antesis de las flores masculinas se produce al segundo día del ciclo o sea 24 horas después de las femeninas. En ambos casos al terminar la tarde, entre las cinco y las seis.

El ciclo de polinización se desarrolla durante tres días y presenta tres métodos complementarios. El primero es el más importante, entomófilo y realizado por curculiónidos, en América Central por *Audranthobius palmarum* y en la cuenca amazónica por varias especies de *Phyllostox*. Otros insectos concurren también ocasionalmente, pero *Cyclocephala amazonica* ha sido citado erróneamente como polinizador.

El segundo método es por gravedad. Al ser liberado el polen durante el segundo día, cubre totalmente la inflorescencia y con ello las flores femeninas de la misma. Este método es poco efectivo por existir un sistema de autoincompatibilidad genética que interfiere con la fecundación

y posiblemente, sólo de forma ocasional, produce semillas fértiles.

El tercer método es anemófilo, produciéndose entre plantas cercanas, durante la mañana del segundo día receptivo de las flores femeninas. En este caso, el polen depositado sobre las raquillas durante la antesis masculina se esparce con el viento a la mañana siguiente—tercer día— y si hay inflorescencias en su segundo día en plantas cercanas pueden ser así polinizadas.

La técnica de polinización controlada consiste en proteger la inflorescencia de la visita de los curculiónidos, con bolsas de papel kraft bien ajustadas y aplicando el polen al día siguiente de la apertura de la espata. No es necesario emascular las flores masculinas.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

El pejibaye crece silvestre en suelos con buen drenaje y con diferentes condiciones físicas y químicas, incluyendo los ácidos y pobres, pues resulta favorecido por su asociación con micorrizas. Se cultiva en climas con precipitaciones entre los 2 000 mm y 5 000 mm, con temperaturas medias anuales superiores a los 22 °C. La altitud recomendada para su cultivo comercial abarca los 0-900 m.

La distribución natural se extiende de Darién en Panamá, hasta la provincia de Santa Cruz en Bolivia, el estado de Rondonia y posiblemente el Mato Grosso en Brasil. Su procedencia natural más al norte, en América Central, no ha sido confirmada, aunque se cultiva desde hace varios milenios hasta el noreste de Honduras.

Su dispersión espontánea se produce por transporte de las semillas, a lo largo de distancias cortas por aves, roedores y otros mamíferos, y a distancias mayores posiblemente por el agua.

Origen y diversidad genética

El pejibaye cultivado puede considerarse como una especie sintética, resultado de la domesticación

CUADRO 7 Especies relacionadas con el origen del pejibaye

Especies orientales	Distribución geográfica
<i>Bactris ciliata</i>	Perú: ríos Ucayali, Huallaga, Madre de Dios
<i>Bactris insignis</i>	Bolivia: Santa Cruz, Chapare, Alto Beni
<i>Bactris</i> sp.	Brasil: Acre, Rondonia ¹
<i>Bactris</i> sp.	Colombia: Alto Putumayo, Caquetá
Especies occidentales	Distribución geográfica
<i>Bactris macana</i>	Venezuela: Maracaibo; Colombia: Santa Marta
<i>Bactris caribea</i>	Venezuela: Maracaibo; Colombia: Santa Marta
<i>Bactris chantaduro</i> (?)	Colombia: valle del Cauca
<i>Bactris</i> sp.	Ecuador: vertiente del Pacífico central y norte.
<i>Bactris</i> sp.	Panamá: Darién, y posiblemente Colombia: Chocó

¹No se ha determinado si se trata de *B. ciliata*.

independiente de varias poblaciones silvestres.

Estas, de muy extensa distribución geográfica, fueron conocidas por diferentes sociedades primitivas que iniciaron independientemente su cultivo. El grado de domesticación alcanzado en el momento del contacto con los europeos era diferente según las regiones. Esto se refleja aún en características como el tamaño del fruto. Así, el cultivar desarrollado en Bolivia, a partir de *Bactris insignis*, representa un estado de domesticación incipiente por el pequeño tamaño del fruto y alto contenido en fibra, en tanto que el cultivar del río Vaupés en Colombia, refleja un proceso de domesticación avanzado por el gran tamaño del fruto y su alto contenido en almidón. La variedad o especie que dio origen a éste aún no se ha determinado. Entre estos dos extremos —norte y sur— de la cuenca Amazonas-Orinoco se encuentran otras variedades cultivadas y por lo menos dos especies silvestres. Una de ellas, *Bactris ciliata* (= *B. microcarpa*, *B. dahlgreniana*) posiblemente dio origen a más de uno de los cultivares que hoy se reconocen, por ejemplo 'Pampa Hermosa' y 'Pastaza', que muestran un grado de domesticación intermedia entre las dos

primeramente mencionadas. En algunos casos la presencia cercana de la especie silvestre a los plantíos tuvo un efecto negativo en el proceso de mejora, por la acción de su retrocruzamiento espontáneo.

La difusión posterior, por regiones vecinas, de los diferentes genotipos contribuyó en algunos casos a crear una mayor diversidad local. También la historia geológica y climática contribuyó al aislamiento geográfico de poblaciones, necesario para el proceso que dio origen a este complejo. El flujo de genes entre regiones distantes a través de generaciones ha sido limitado en el pejibaye, pues hay barreras absolutas para los curculiónidos polinizadores y para la migración natural de semillas.

La primera división entre cultivares y especies se basa en la distribución geográfica de dos grandes grupos: orientales o amazónicos, situados al oriente de los Andes; y occidentales, situados en la vertiente opuesta. Los primeros son generalmente de tallo más suave, con menos madera, menor densidad de espinas, menos cespitosas y menor anclaje al suelo cuando jóvenes. La otra característica es el tamaño de los frutos,

CUADRO 8 Variedades cultivadas del pejibaye

Microcarpas (peso inferior a 20 g)	Distribución geográfica
Orientales	
'Tembé'	Bolivia: parte oriental
'Pará'	Brasil: estado de Pará
'Juruá'	Brasil: río Juruá
Occidentales	
'Tuirá'	Panamá: Darién
'Rama'	Nicaragua: Rama, Bluefields
'Chontilla'	Ecuador: parte occidental
'Macana'	Venezuela: Maracaibo
Mesocarpas (peso de 21-70 g)	Distribución geográfica
Orientales	
'Inírida'	Colombia: ríos Inírida y Guaviare
'Solimões'	Brasil: curso medio del Amazonas
'Pastaza'	Ecuador: contrafuerte de los Andes
'Pampa Hermosa'	Perú: pampa Hermosa
Occidentales	
'Utilis'	Costa Rica, Panamá y posiblemente costas de Colombia
'Guatuso'	Costa Rica: San Carlos
'Cauca'	Colombia: valles del Cauca y Magdalena (?)
'Darién'	Panamá: Darién
Macrocarpas (peso superior a 70 g) ¹	Distribución geográfica
Orientales	
'Vaupés'	Colombia: río Vaupés
'Putumayo'	Colombia, Ecuador, Perú, Brasil: ríos Putumayo, Caquetá, Napo, Alto Solimões, Huallagas

¹ No hay poblaciones macrocarpas occidentales.

clasificándose las variedades en microcarpas, mesocarpas y macrocarpas.

El intercambio de germoplasma, especialmente el de las últimas décadas, ha producido una alta contaminación de un número considerable de variedades locales con germoplasma foráneo, oscureciendo las características que les eran propias. En general, este fenómeno se da con mayor frecuencia en localidades asociadas con centros

urbanos, pero en ocasiones afecta regiones más extensas.

Erosión genética y conservación. Las causas por las que ha disminuido la importancia de este cultivo son también responsables de la erosión genética acelerada que está sufriendo su germoplasma. A ellas deben agregarse la expansión que experimentan algunas ciudades en cuyos

CUADRO 9 Bancos de germoplasma de pejibaye

País	Localidad	Institución responsable	Número aproximado de accesiones
Brasil	Manaus	INPA-CENARGEN/EMBRAPA	450
Colombia	Buenaventura	Departamento de Agricultura y Fomento del Valle	400
	Araracuara	Corporación de Araracuara	100
	San José, Guaviare	Corporación de Araracuara	100
	Leticia	ICA	—
	Florencia	ICA	—
Costa Rica	Guápiles	UCR, CORBANA, MAG	950
	Turrialba	UCR	50
	Turrialba	CATIE	400
Ecuador	Napo-Payamino	INIAP	322
Nicaragua	El Recreo	MIDINRA	36
Panamá	Las Pavas	IDIAP	54
Perú	Iquitos	INIPA	200
	Yurimaguas	INIPA	144

alrededores se encontraban poblaciones de pejibayes interesantes, como Yurimagua, con su variedad sin espinas, e Iquitos en el Perú; y también el deterioro de la organización social de pequeñas comunidades que amenaza su propia existencia, como ocurre con los pueblos de Yuvineto de la tribu Sequoya —situada sobre un pequeño afluente del río Putumayo en el Perú—, que ha seleccionado una variedad local excepcional por su vigor, ausencia total de espinas, frutos y racimos de gran tamaño y excelente calidad de mesa; y de Guatuso en Costa Rica, comunidad de la tribu Maleko, que también creó un cultivar sin espinas y de buena calidad. Estas situaciones no son exclusivas de los ejemplos mencionados, sino bastante generalizadas en todos los países enmarcados dentro del área de distribución de esta palmera. En Costa Rica, por ejemplo, es posible predecir la extinción del pejibaye dentro de pocas décadas, de no darse un resurgimiento del interés en su cultivo.

Las poblaciones de pejibaye salvajes también se encuentran amenazadas de extinción: *Bactris insignis* en Bolivia, *B. ciliata* en Perú, *Bactris* sp.

(chontilla) en el occidente de Ecuador, *Bactris* sp. en Darién, Panamá, *B. macana* en Venezuela y *B. chantaduro* (?) (chinamato) en Colombia.

La recolección e inclusión de germoplasma en bancos *ex situ* es una de las medidas inmediatas más importantes y, en este sentido, se han producido esfuerzos significativos, especialmente en Costa Rica, Brasil, Colombia, Perú y Ecuador a través de financiación propia y de entidades internacionales.

Prácticas de cultivo

De esta palmera se obtienen varios productos, lo que da origen a tecnologías agronómicas diferentes para la explotación de cada uno de ellos. Son en realidad cultivos diferentes. Aquí se indicarán los aspectos generales de dos de estos cultivos explotados a escala comercial: palmito y fruta.

Producción de palmito. Los semilleros se instalan mediante camas de tierra o en bolsas de polietileno cerradas. En este último caso, el contenido de humedad de la semilla debe ser

aproximadamente del 40 por ciento. Se consigue una germinación del 75 por ciento en camas de tierra y del 90-100 por ciento en bolsas de plástico. A temperatura ambiente (24-25 °C) inicia su germinación en mes y medio y puede darse por concluida a los tres meses. Están en proceso de desarrollo dos métodos de propagación asexual, el de cultivo de tejidos y por medio de hijuelos, ambos con dificultades aún no superadas. Del semillero se pasan las plántulas recién germinadas al almácigo y luego con 3 a 6 meses se trasladan al campo. El trasplante se puede realizar con tierra o a raíz desnuda. La densidad de siembra es de 2×1 m o $1,5 \times 1,5$ m, y el número de hijuelos con que se maneja la cepa es de 4 a 6. Dependiendo del tamaño de las plántulas al trasplante y de la fertilidad del suelo, los tallos están listos para su cosecha cuando tienen aproximadamente 9 cm de diámetro, que se alcanzan entre los 12 y 18 meses después del trasplante. La primera cosecha es de un tallo por cepa, pero de ahí en adelante puede haber, si la plantación es bien manejada, un promedio de tres o más tallos por cepa y año. El rendimiento industrial, guiado por las normas de calidad actuales para palmito enlatado, es de aproximadamente 1 t/ha/año.

Por la heterogeneidad de las edades de los hijuelos, la población está compuesta por tallos en cualquier fase de desarrollo, lo que obliga a realizar a mano la operación de cosecha. Esta consiste en cortar el sector apical del tallo, eliminando el follaje y algunas vainas de su envoltura, dejando dos de ellas para protegerlo durante el transporte a la planta industrial. El desecho orgánico de la cosecha es grande, y puesto que se efectúa todo el año contribuye al mantenimiento de una cobertura orgánica en el suelo.

Una hectárea de palmito produce 19,5 t/ha/año de materia seca, de las cuales el palmito bruto extraído representa únicamente 1,76 t/ha/año, es decir el 9 por ciento de la biomasa producida.

Las operaciones de rutina más importantes son

el establecimiento de un sistema de drenaje antes de la siembra y posteriormente el control de malas hierbas, fertilización y poda de exceso de hijuelos. En este último aspecto hay cultivares que con frecuencia no producen suficientes hijuelos o no los producen del todo, lo que representa un serio inconveniente. La 'Putumayo' se caracteriza por presentar este comportamiento.

En las plantaciones de palmito de pejibaye aún no se han presentado plagas ni enfermedades que revistan importancia económica. Aquellas que se presentan ocasionalmente se han debido a condiciones de manejo deficiente. Sin embargo, como en todo cultivo, éstas aparecerán al crecer el área de cultivo. Este es un cultivo perenne que se renueva constantemente a través de los hijuelos. La plantación más antigua tiene 18 años y continúa produciendo eficientemente.

Producción de fruta. La germinación de la semilla y la hechura de almácigos es igual que la descrita para producción de palmito. Sin embargo en este caso es de mayor relevancia plantar almácigo en bolsas de polietileno u otro tipo de contenedor que permita crecer a la plántula durante 9 meses, para llevarla al campo con mayor tamaño.

En el cultivo para producción de fruta las plantas deben alcanzar su desarrollo completo, y por lo tanto el sistema radical es mayor y con ello los requerimientos de drenaje a mayor profundidad. Las densidades de siembra mayormente adoptadas son de 5×5 m y de $4 \times 4 \times 8$ m, manejando la cepa con uno o dos tallos.

Un aspecto importante es el manejo de hijuelos con miras a la renovación de los estípites viejos. Estos deben manipularse de manera que nunca falten, cortándolos antes de que aparezca el tallo desnudo, porque entonces las yemas axilares del rizoma habrán muerto, y ellas constituyen la fuente fundamental de hijuelos. La inducción de producción de rebrotes se acentúa eliminando la dominancia apical.

La cosecha de la fruta es la operación más difícil de todas las prácticas de manejo del cultivo por la altura que alcanzan los tallos. Por esta razón los estípites deben renovarse cuando alcanzan alturas que dificultan en demasía la recolección de los racimos, es decir a los 10 a 12 años de edad. Para preparar su renovación se deja un hijuelo crecer durante un año o año y medio antes de la eliminación del tallo en cuestión, lo que se hace después de la cosecha. El hijuelo empezará a producir en la siguiente época de cosecha.

La explotación del pejibaye para fruta presenta algunas enfermedades y plagas de mayor importancia económica que en el caso del palmito. La enfermedad más grave es *Monilia* sp., que ataca al fruto y se presenta con mayor intensidad durante los años más húmedos, especialmente si el drenaje es deficiente o la plantación muy densa. La plaga más destructora es el ataque a la fruta por las loras, que gustan de ella aún verde y aparecen en grandes bandadas causando daños considerables.

La producción por hectárea es variable, dependiendo del cultivar, de las condiciones ecológicas y de manejo. Plantaciones con cultivares de las variedades 'Utilis', 'Putumayo' y 'Solimões' producen, bajo buen manejo, aproximadamente 25 t/ha en un año de condiciones climáticas normales. Una vez que se logren reproducir clonalmente las selecciones obtenidas, el rendimiento por hectárea se elevará considerablemente.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El palmito —con la excepción de Brasil cuyo consumo interno actual es mucho mayor que el de todo el resto del mundo— es un producto de exportación, cuyo mercado internacional es aún pequeño, aproximadamente de 20 000 t/año. En este campo debe competir con el palmito *Euterpe*, extraído de las selvas, y que cubre en este momento alrededor del 85 por ciento de la demanda internacional (internamente Brasil consume más de 100 000 t/año de palmito de esta otra palmera).

Sin embargo por su mayor eficiencia productiva y por la lucha que por razones ecológicas se da a nivel mundial, se prevé que el pejibaye cultivado sustituirá paulatinamente al palmito *Euterpe*. Se pueden señalar como factores limitantes a su desarrollo los siguientes:

- falta de disponibilidad comercial de variedades de alta eficiencia productiva para las diversas condiciones ecológicas y con la calidad apropiada para los diversos usos industriales;
- ausencia de un método eficiente de reproducción asexual que permita la multiplicación comercial de las selecciones obtenidas; en los últimos años se viene trabajando intensamente para resolver este problema en la Universidad de Costa Rica, en el INIPA, Iquitos, Perú, y en la Universidad de San Pablo, Brasil, sin embargo la solución no parece encontrarse próxima;
- técnicas industriales deficientes o ausentes para la transformación de los productos de pejibaye;
- pocos recursos económicos para impulsar el cultivo;
- desconocimiento de sus productos en el mercado;
- recursos económicos escasos dedicados a la investigación para resolver los tres primeros aspectos y mantener una superación constante de las técnicas de producción y de solución a los problemas particulares que se presentan.

Las perspectivas de mejora —independientemente de las limitaciones financieras— son, desde los puntos de vista agronómico, industrial y de mercado, muy prometedoras.

En mejora genética, para producción de variedades de alto rendimiento, existen en los bancos de germoplasma plantas con muy alto rendimiento de fruta, así como otras de gran vigor y precocidad para producción de palmito.

La utilización de los métodos corrientes de

fitomejoramiento permiten resolver la limitación indicada. Varios bancos de germoplasma ya han evaluado —por lo menos parcialmente— las accesiones y seleccionado plantas de alta productividad y calidad para algunos usos. La dificultad para su evaluación bajo diferentes condiciones ecológicas y su posterior difusión a los agricultores es la ausencia de un método de reproducción asexual que permita obtener poblaciones clonales.

El uso de la hibridación para reunir características deseadas y explotar la posible expresión de heterosis tiene como segunda fase el mismo proceso y dificultad señalados.

La escasa investigación llevada a cabo en el campo industrial representa una limitación. En el caso del palmito sólo se ha trabajado en aspectos relacionados con problemas de enlatado sin hacer hincapié en otros posibles usos, como sopas secas o cremas, empaques para palmito fresco, palmito tostado (*chips*), etc., que ofrecen posibilidades de ampliar el mercado. Es un producto apto para las dietas modernas, ricas en fibra y de buen sabor, y seco es un producto nutritivo. La industrialización de la fruta ha demostrado su valor nutritivo —como fuente de energía, betacaroteno, aceite y otros nutrientes— para la alimentación humana y animal. La variedad de productos que pueden elaborarse con la fruta es semejante a la que se prepara con diversos granos. Su industrialización apenas se inicia, pero no parece presentar mayores problemas técnicos. Su escaso desarrollo es la mayor dificultad que normalmente presenta un producto nuevo durante su introducción al mercado, lo que requiere una promoción onerosa y generalmente una inversión a largo plazo.

Las regiones geográficas idóneas para este cultivo son muy extensas en todos los países del trópico americano y fuera del continente. Aun en países pequeños como los de América Central, las áreas aptas alcanzan cientos de miles de hectáreas, por ejemplo en Costa Rica se han estimado

en 700 000 ha. La tecnología para explotación agrícola es adaptable a cualquier escala.

Líneas de investigación

Las necesidades de investigación más apremiantes para elevar el cultivo del pejibaye a un nivel competitivo en los mercados internacional y local son las siguientes:

- concluir la labor de prospección en los territorios abarcados por la distribución geográfica de la especie;
- establecer una red interamericana de bancos de germoplasma;
- estudiar más profundamente la taxonomía de este complejo;
- evaluar las accesiones bajo un programa común a todos los bancos;
- desarrollar técnicas de reproducción por cultivo de tejidos y por hijuelos;
- desarrollar un método de conservación de semillas a largo plazo;
- establecer pruebas comparativas de variedades y convalidar los resultados a escala comercial;
- estudiar métodos integrales de control de malas hierbas, enfermedades y plagas;
- establecer los niveles críticos de nutrición de los diferentes elementos químicos;
- diversificar los productos industriales de la fruta y del palmito;
- continuar los estudios de utilización de la fruta en la nutrición humana y animal;
- investigar los mercados para los productos;
- estudiar y promover la organización del campesino productor en asociaciones;
- estudiar el impacto social y ecológico del cultivo y de su industria.

Bibliografía

- Arias, O. y Huete, F. 1983. Propagación vegetativa *in vitro* de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Turrialba*, 33:103-108.

- Arkcoll, D.B. y Aguiar, J.P.L. 1984. Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.), a new source of vegetable oil from the wet tropics. *J. Sci. Food Agric.*, 35:520-526.
- Camacho, E. y Soria, J. 1970. Palmito de pejibaye. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 14:122-132.
- Clement, C.R. y Mora-Urpí, J. 1988. Phenotypic variation of peach palm observed in the Amazon. En *Final report on peach palm (Bactris gasipaes H.B.K.): germoplasm bank*. Manaus, AID/CENARGEN, págs. 78-94.
- Mora-Urpí, J. 1983. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. En *Palmeras poco conocidas de América tropical*. Turrialba, Costa Rica. CATIE/FAO. págs. 118-160.
- Mora-Urpí, J. et al. 1984. *The pejibaye palm*. FAO/UCR.
- Mora-Urpí, J. y Solís, E. 1980. Polinización en *Bactris gasipaes* H.B.K. *Rev. Biol. Trop.*, 29:139-142.
- Mora-Urpí, J. y Clement, C.R. 1988. Races and populations of peach palm found in the Amazon basin. En *Final report on peach palm (Bactris gasipaes H.B.K.): germoplasm bank*. Clemente, C.R. y Coradin L. Manaus. AID/CENARGEN, págs. 78-94.
- Patiño, V.M. 1958. *El cachipay o pijibay en la cultura de los indígenas de la América Intertropical*. México, D.F. Instituto Indigenista Interamericano. Edición española, N° 39.

Especies de *Paullinia* con potencial económico

GUARANA

(*Paullinia cupana*)

Nombre botánico: *Paullinia cupana* H.B.K.

Familia: Sapindáceas.

Nombres comunes: cupana, guaraná.

El guaraná es sin duda hoy uno de los estimulantes que más cautiva la imaginación en los países desarrollados. Se le atribuyen toda clase de propiedades, desde simple estimulante hasta afrodisíaco, y ya no puede faltar en la farmacopea naturalista. Era ya cultivado en la época del Descubrimiento, ocupando su semilla un lugar destacado entre los productos para consumo local y de exportación en la región de Manaus, en Amazonas, desde el siglo XVII. Según un misionero, en ciertas tribus de indios lo apreciaban como «los blancos su oro». En 1775 está documentado el uso del guaraná en Europa. La información sobre la producción es muy precaria hasta el comienzo de este siglo. El único dato disponible para el siglo pasado relata la exportación a Europa de 262 arrobas en 1852. En 1923, la cosecha fue de 3 873 kg. Después de una cosecha de 124 000 kg en 1935, como no hubo exportación y el consumo interno era reducido, sobró guaraná, llevando al gobierno del estado del Amazonas y los productores a formar el Emporio del Guaraná, al cual se concedió el monopolio de comercialización del producto. A partir de 1966, con la extinción del Emporio, que sirvió más de factor de estanca-

miento que de desarrollo, comenzó a estructurarse un sistema industrial para el producto. La política agresiva de divulgación interna y externa del guaraná, adoptada por el gobierno e iniciada a finales de la década de los cuarenta, ha llevado a la situación actual, con demanda varias veces mayor que la oferta.

Tanto los registros oficiales como los estudios socioeconómicos consideran que hubo dos fases principales de producción: la de extracción o recolectora, que se extendió hasta la década de 1970, y la de cultivo, a partir de esa época.

Usos

El guaraná es utilizado principalmente para producir una bebida refrescante. Durante mucho tiempo se utilizó de modo empírico en medicina; se le atribuyen propiedades como antitérmico, antineurálgico, antidiarreico, estimulante poderoso, analgésico comparable a la aspirina y antigripal. Las semillas contienen de 2,7-3,5 por ciento de cafeína, además de teofilina y teobromina. El método tradicional de aprovechamiento del guaraná, único hasta la década de 1950, aún hoy ampliamente difundido, es el siguiente: una vez recolectados los frutos, las semillas se separan y almacenan hasta la fermentación del arilo, que luego es removido. En seguida son tostadas, quitándoseles el tegumento, que es comercializado como «guaraná en rama». El resto de las semillas se sumerge en agua para formar una pasta. Con ésta se hacen unos bastones que, después de secados a fuego lento y ahumados durante un mes, se comercializan. La preparación tradicional de la bebida consiste en rallar parte del

El autor de este capítulo es E. Lleras (CENARGEN/EMBRAPA, Brasilia, D.F., Brasil).

bastón en agua, produciendo una infusión. La industria de refrescos carbonados de guaraná se inició en 1907, convirtiéndose en la bebida nacional del Brasil durante la década de 1940. En 1973, la Ley de los jugos reglamentó el uso del guaraná definiendo las concentraciones máximas y mínimas para gaseosas, jarabes y otros productos. En 1981, el Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Úmido (CPATU) de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) desarrolló el guaraná soluble. Hoy el guaraná es comercializado en bastones y en polvo soluble o insoluble, usándose industrialmente para la producción de gaseosas, jarabes y productos de la farmacopea naturalista.

Descripción botánica

Arbusto escandente o liana leñosa. Hojas alternas, 5 folioladas; zarcillos, cuando existen, axilares. Inflorescencias en racimos axilares u originadas en los zarcillos. Flores masculinas y femeninas, zigomorfas; 5 pétalos y sépalos, 8 estambres; ovario trilobular, con semidisco glandular en la base. Fruto en cápsula septicida, rojo anaranjado y parcialmente abierta cuando madura, dejando ver de 1-3 semillas negras o verdosas, cubiertas basalmente por un arilo blanco. La var. *cupana* se diferencia de la var. *sorbilis* en que no posee zarcillos, sus folíolos son más fuertemente lobados, y sus flores y frutos son mayores.

El guaraná es una especie monoica, alógama. Su fecundación se hace por abejas de los géneros *Melipona* y *Apis*. Su dispersión natural es probablemente realizada por aves, ignorándose las distancias a que pueda ser propagada. Sus semillas son recalcitrantes, perdiendo el poder de germinación en 72 horas, en condiciones normales. La germinación puede llegar a demorar más de 100 días.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

El género *Paullinia* es predominantemente neotropical, extendiéndose desde México y sur de los

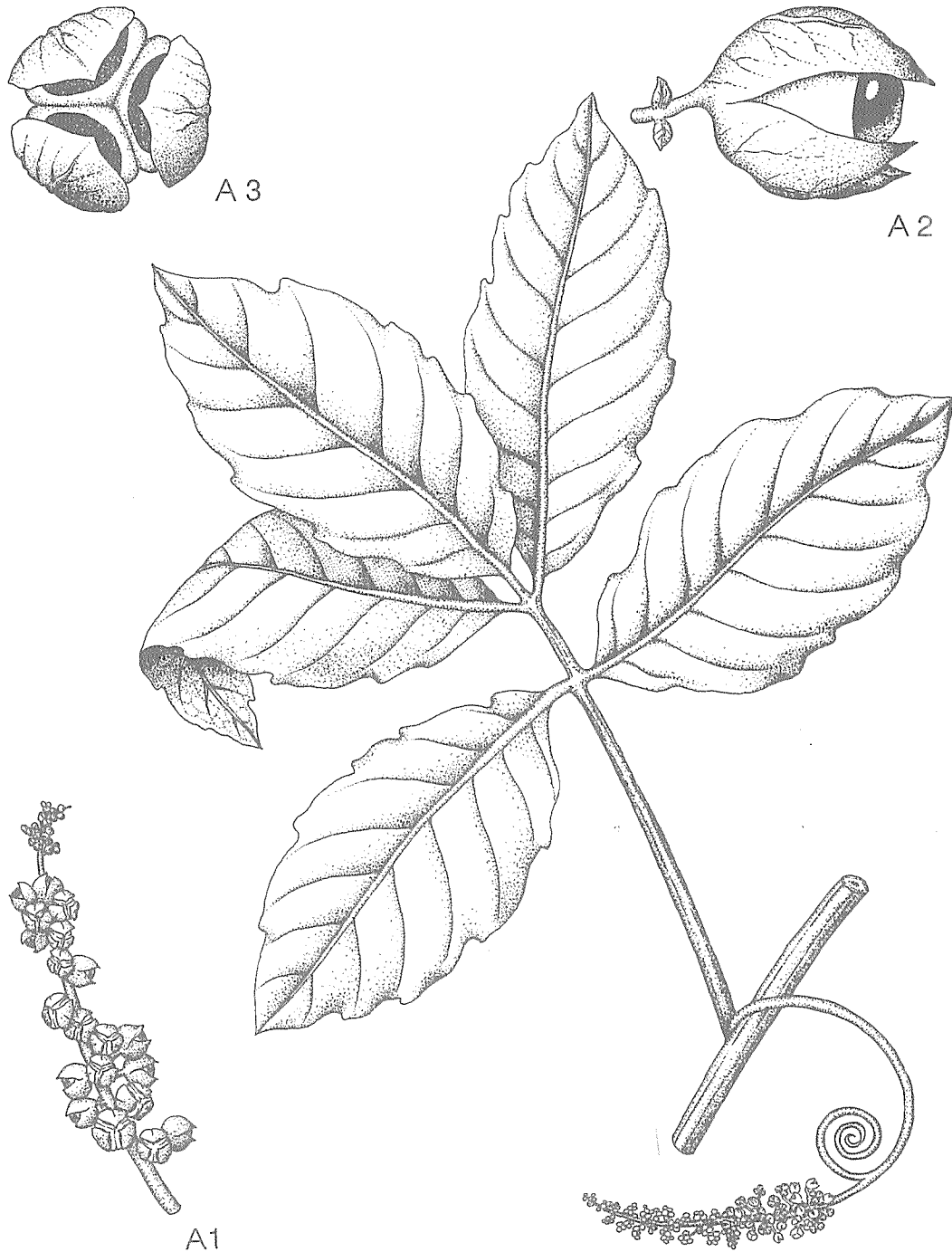
Estados Unidos hasta Argentina. Una única especie, *P. pinnata*, se encuentra tanto en América como en África.

Los suelos sobre los que se encuentra en estado nativo son por lo general gleis o latosoles distróficos. El clima de la región de origen es Am en la clasificación de Köppen, con precipitación de aproximadamente 2 200-2 500 mm/año. La temperatura es isoterma, con media anual de 28-29 °C.

La var. *cupana*, sobre la que se describió la especie a partir de material recolectado por Humboldt en San Fernando de Atabapo, Venezuela, sólo se conoce en el área entre el sur de los raudales Atures y Maipures del río Orinoco y en la región del alto río Negro y afluentes, en las fronteras entre Brasil, Colombia y Venezuela, y parece ser relativamente común en esa región. Se utiliza por los indígenas de la región de Mapiripán en el río Guaviaré, Colombia. La var. *sorbilis* o guaraná verdadero, parece haber sido domesticada en la banda meridional del río Amazonas entre las hoces de los ríos Purús y Madeira. Desde mediados del siglo pasado era cultivada en los actuales municipios de Borba, Maués, Parintins, Manaus e Itacoatiara, que siguen siendo los centros más importantes de cultivo y de distribución de material para otras localidades. La disyunción geográfica entre las dos variedades se ha atribuido a factores antrópicos; según esa hipótesis la especie fue domesticada en la región de Maués, a partir de una liana leñosa que alcanza el dosel del bosque. Tanto la planta como la costumbre de consumirla fueron introducidas al alto río Negro por los barrés (o barés), que migraron gradualmente hacia el norte. La domesticación de la especie debió ser muy antigua para posibilitar la formación de una nueva variedad. Según esta hipótesis, el cupana sería una forma subespontánea derivada del guaraná domesticado. Respecto a la existencia de guaraná en estado nativo, alguna información disponible sugiere

FIGURA 23

A. Guaraná (*Paullinia cupana*); A1. inflorescencias en racimo; A2. fruto en cápsula; A3. ovario trilobular.



que aún hoy los indios maués introducen material silvestre en sus cultivos, pese a que se ha afirmado que el guaraná sólo se conoce en cultivo. Su presencia fuera de las áreas citadas está mal documentada. Un ejemplar recolectado en el río Curuquetê, en la frontera entre los estados de Amazonas y Acre (Brasil) parece ser *P. cupana*, y también hay informes de que crece espontánea cerca de Santarém, Pará. Con el guaraná ocurre lo mismo que con otras especies cultivadas: los botánicos las ignoran por no ser novedades taxonómicas.

Paullinia yoco, la otra especie del género usada como estimulante, sólo es conocida en estado silvestre, de una región relativamente pequeña a lo largo del río Putumayo en la frontera entre Colombia y Perú.

Diversidad genética

Existen dos variedades de *Paullinia cupana*. No hay información sobre la variabilidad genética de la var. *cupana*, mal conocida y poco estudiada.

P. cupana var. *sorbilis* presenta un alto grado de variabilidad. Crece mayormente en los sembrados de pequeños productores en los municipios de Maués, Parintins y Borba, en el estado de Amazonas. EMBRAPA posee una valiosa colección localizada en el campo experimental de Maués, y un banco de germoplasma con más de 200 accesiones en Belém (CPATU). Asimismo existe un colección de trabajo en el Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Occidental (CPAA)/EMBRAPA, en Manaus, con más de 700 accesiones. No parece existir riesgo de erosión genética, pues tanto el sistema de investigación agropecuaria como los productores están conscientes del valor del material que poseen. Las especies silvestres más próximas pertenecen a la sección *Pleurotoechus* del género. Existen 9 especies de la misma en la Amazonia brasileña, todas con ciertas semejanzas morfológicas con *P. cupana*. El taxon más próximo es *P. cuneata*,

que puede pertenecer a la misma especie (*P. cupana*). Esta, así como *P. yoco*, merecen especial atención para eventuales programas de mejora. Las áreas de mayor interés para prospecciones son la cuenca del río Putumayo (*P. yoco*) y el área fronteriza entre Brasil, Perú y Bolivia (cuenca del río Madre de Dios), donde se encuentran *P. cuneata* y una especie que puede ser una forma silvestre de *P. cupana*. También de gran importancia es el alto río Negro, incluyendo porciones considerables de la Amazonia y Orinoquia de Colombia y Venezuela. Hoy se considera que la var. *cupana* puede ser de fundamental importancia para la mejora del guaraná.

Prácticas de cultivo

El cultivo tradicional se realiza a pleno sol en suelos con baja fertilidad (capacidad de intercambio de 20-40 ppm), ácidos (pH entre 3,5 y 4,5) y con altas concentraciones de aluminio. No se utilizan fertilizantes. El plantío se hace con un marco de aproximadamente 4 × 5 m, lo que da 500 plantas/ha. Después del segundo año, se hacen podas de limpieza para eliminar las ramas viejas, las enfermas y las que florecieron el año anterior. A partir de 1980, se inició un nuevo tipo de manejo, utilizando el mismo marco, pero con fertilizantes y podas dirigidas con entutorado. Según las recomendaciones técnicas, el guaraná debe ser cultivado en áreas con clima semejante a su región de origen, con temperatura media anual entre 22 y 20 °C. La temperatura mínima tolerable es de 12 °C. La precipitación anual debe ser superior a 1 400 mm, con lluvias bien distribuidas durante el año. Los suelos deben ser profundos, de textura media o pesada, con alto contenido de materia orgánica y bien drenados. La siembra tradicional se hace con semilla; las plantaciones más antiguas son muy heterogéneas tanto del punto de vista genético como fenotípico. Entre las técnicas más modernas se destacan la propagación por estacas, para la cual es necesario

utilizar cámaras de nebulización, injertos y propagación por cultivo de tejidos.

La producción media de la fase recolectora (1938-1970) fue de 175 t/año, con muchos altibajos. En los últimos cinco años para los cuales se dispone de datos sobre el cultivo (1983-87), el promedio fue de poco más de 1 200 t/año, con un incremento de cerca de 7 veces sobre la primeras estadísticas. Aunque en este incremento influye el aumento del área cultivada, también ha contribuido notablemente el aumento de productividad por hectárea, cuyo promedio casi se duplicó entre los cinco primeros años de la década de 1970 y los cinco últimos años registrados, con promedios de 71,5 y 137,8 kg de semilla/ha respectivamente. Este incremento en la producción puede ser fácilmente atribuido al nuevo tipo de manejo, ya que se han obtenido en experimentos de campo datos de producción para el sistema tradicional (79 kg/ha) y mejorado (130 kg/ha), muy semejantes a los promedios mencionados.

Como puede constatarse, la producción del Brasil está aumentando notablemente. Hasta mediados de la década de 1970, el estado de Amazonas era el único productor; en los últimos diez años, otros estados han comenzado a producir guaraná, destacando Bahía y Mato Grosso. En 1987, por primera vez Bahía sobrepasó en producción al estado de Amazonas.

Fuera del Brasil, otros países ya están iniciando la producción de guaraná; sin embargo, existe poca información al respecto. En la gran mayoría de los casos están comenzando sus cultivos con bases genéticas muy limitadas, ya que el Brasil no autoriza la exportación de semillas o material vegetativo.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Sin duda la limitación mayor es hoy la baja productividad, pues un rendimiento medio por individuo que varía entre 250 g (cultivo tradicional) y 520 g (manejo mejorado) de almendra seca

aún deja mucho que desear. En parte, este problema es de origen estrictamente agronómico, y será resuelto una vez que los plantíos se hagan bajo condiciones más favorables.

La selección de material más productivo, precoz y resistente a enfermedades y estrés —proceso ya iniciado en Manaus a partir de 1980—, deberá llevar a un incremento de la productividad, ya que se han identificado individuos en plantíos experimentales y comerciales con rendimientos de entre 4 y 6 kg semilla seca/ha/año. La producción de híbridos, sea por métodos tradicionales o utilizando técnicas de ingeniería genética, también será de gran importancia, especialmente asociada a la producción de material clonal que permita tratamiento y manejo más homogéneo. La base genética para estos programas de mejora ya existe, no sólo dentro del acervo genético disponible del guaraná, sino también de la cupana y posiblemente en otras especies de *Paullinia* como *P. yoco* y *P. cuneata*. El mercado potencial para 1983 se estimó en cerca de 16 000 toneladas, y ha aumentado desde ese año. El déficit de guaraná es del orden de 10 a 15 veces la producción actual, lo que aún permite una considerable expansión del cultivo.

Bibliografía

- Aguilera, F.J.P. 1983. Ensaio de polinização entomófila com abelhas sem ferro (*Apidae meliponini*) em plantios de guaraná. En *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*. UEPAE/Manaus-EMBRAPA.
- Carvalho, J.E.U., Kato, A.K. y Figueirêdo, F.J.C. 1983. Efeito do estadio de maturação do fruto sobre a qualidade da semente do guaranazeiro. En *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*. UEPAE/Manaus-EMBRAPA.
- Corrêa, M.P.F., Fonseca C.E.L. y Alvim, P.T. 1983. Sistemas de cultivo do guaranazeiro. En *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*.

- UEPAE/Manaus-EMBRAPA, págs. 317-324.
- Corrêa, M.P.F., Kato, A.K., Escobar, J.E. y Canto, A.C.** 1984. O estado atual de conhecimentos sobre a cultura do guaraná. En *Anales I Simpósio del Trópico Humedo (Cultivos perennes)*. EMBRAPA/CPATU. Belém, 4:265-280.
- Costa, F.G.** 1983. Palestra: a indústria do guaraná no Amazonas. En *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*. UEPAE/Manaus-EMBRAPA. págs. 93-103.
- Ducke, A.** 1937. Diversidade do guaraná. *Rodriguesia*, 3:155-156.
- Escobar, J.R., Corrêa, M.P.F. y Motta, A.S.** 1984. Seleção de clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) baseada em vigor e adaptação ao campo. En *Anales I Simpósio del Trópico Humedo (Cultivos perennes)*. EMBRAPA/CPATU. Belém, 4:295-304.
- Lleras, E.** 1983. Considerações sobre a distribuição geográfica e taxonomia do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) e taxa afins na Amazônia. En *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*. UEPAE/Manaus-EMBRAPA, págs. 281-292.
- Machado, O.** 1946. Contribuição ao estudo das plantas medicinais do Brasil. O guaraná. *Rodriguesia*, 10(2):89-110.
- Maravalhas, N.** 1965. Estudos sobre o guaraná e outras plantas produtoras de cafeína. INPA. *Publ. avul. Química*, 10:1-16.
- Patiño, V.M.** 1967. *Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial*. Vol 3. Fibras, Medicina, Miscelanea. Cali. Imprenta Departamental.
- Santos, A.V.P. y Sacramento, C.K.** 1983. Aplicação da cultura de tecidos na propagação clonal do guaranazeiro. En *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*. UEPAE/Manaus-EMBRAPA, págs. 237-239.
- Teixeira, S.M.** 1983. Estudo do mercado do guaraná. En *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*. UEPAE/Manaus-EMBRAPA, págs. 157-177.

Mirtáceas subtropicales

JABOTICABA (*Myrciaria* spp.)

Nombres botánicos: *Myrciaria cauliflora* Berg., *M. jaboticaba* Berg., *M. trunciflora* Berg.

Familia: Mirtáceas.

Nombres comunes: castellano: jaboticaba; portugués: jaboticatuba sabarará, jaboticaba murta, jaboticatuba, jaboticatuba grande, jaboticaba olho-de-boi, jaboticaba-de-cabinho (Brasil).

Entre las Mirtáceas destacan diferentes especies de los géneros *Psidium*, *Eugenia*, *Feijoa*, *Myrciaria*, *Campomanesia* y *Paivaea* nativas de la flora neotropical, que producen frutos de valor comercial. La jaboticaba es una fruta promisoriosa de la familia, cultivada en Brasil desde los tiempos precolombinos, de mucha demanda en el centro y sur de ese país. Es cultivada en pequeños huertos comerciales de 500 a 1 000 árboles y en huertos domésticos.

Usos

La jaboticaba se come fresca y es conocida por sus notables calidades, con abundante jugo y muy particular sabor dulce. La industria la usa para jaleas y en la preparación de licor y vino domésticos. El consumo debe ser inmediato a la cosecha puesto que se conserva mal a la temperatura ambiente, no durando más de tres días.

Descripción botánica

Arbol de porte mediano que no pasa de 12 m de altura, de copa voluminosa, simétrica, con uno o muchos troncos y muy ramificada. Hojas ovadas o lanceoladas de 5 cm de largo por 2,5 cm de ancho, lisas y brillantes. Flores en racimos cortos que emergen del tronco, desde el suelo y en las ramas principales; 4 pétalos blancos y estambres largos y numerosos. Fruto en baya esférica de 2 cm de diámetro en la variedad 'Sabará' y 3 cm en la 'Jaboticatuba', agrupados en racimos de 3 a 7, rojos al comienzo y negros brillantes en la madurez. 'Sabará' es la mejor variedad; produce semillas poliembriónicas y la mayoría de los embriones son apomícticos, mientras que 'Jaboticatuba' es monoembriónica con embriones zigóticos. Durante la floración en la primavera, sobre todo en áreas de inviernos secos, el árbol florece abundantemente con las primeras lluvias dando la impresión de que el tronco está cubierto de nieve.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Como especie subtropical y caducifolia, es tolerante a las heladas. En condiciones tropicales no florece tan abundantemente como en las zonas donde el invierno es frío y seco. Se puede adelantar la floración con el riego, pero los botones florales deben estar ya desarrollados. Entre la floración y fructificación trascurren de 10 a 20 días. La fructificación es muy corta y la cosecha no pasa de dos semanas.

La especie está distribuida desde el paralelo 21 en el estado de Minas Gerais hasta Rio Grande do Sul, a 30° lat. S, siempre en alturas superiores a los 500 m. Crece mejor en grupos, sobre suelos

Los autores de este capítulo son D. Giacometti y E. Lleras (CENARGEN/EMBRAPA, Brasília, D.F., Brasil).

fértiles, ácidos y profundos. Todavía existen poblaciones silvestres que han resistido la tala de los bosques, en Minas Gerais, São Paulo y Rio Grande do Sul.

Diversidad genética

La especie más difundida, *Myrciaria cauliflora*, produce embriones apomícticos y por esto presenta muy poca variabilidad genética, mientras que la especie zigótica 'Jaboticatuba' presenta mucha variación pero es una planta más bien rara. Otras especies de *Myrciaria* son poco conocidas.

Técnicas de propagación y cultivo

La jaboticaba se multiplica preferiblemente por semillas que son recalcitrantes y no resisten al secamiento. Las semillas se siembran en semillero de tierra fértil a 30 cm entre líneas y 10 cm entre plantas, y allí permanecen por un año. Se trasplantan al vivero cuando miden de 10-15 cm de alto, con cepellón a 2 m entre líneas y 1 m entre plantas. Permanecen en el vivero de tres a cinco años y cuando alcanzan 1,5 m de alto, son sembradas con el cepellón de 60 cm de diámetro para el huerto. La planta es de crecimiento lento. Para la siembra en el huerto se plantan a 6 × 6 m o 6 × 4 m, no siendo inconveniente que las copas se cierren.

Se utilizan varias técnicas de propagación vegetativa para la obtención de plantas más precoces, principalmente mediante estacas de raíces, acodo aéreo e injerto. Pero el desarrollo del árbol es siempre lento; en esta especie interesa tener la mayor superficie de tronco y ramas de donde emergen las frutas. Como la producción precoz retarda el desarrollo de la planta, la única ventaja de la reproducción vegetativa sería la posibilidad de siembra en mayor densidad, como 4 × 2 m.

Perspectivas de mejora y limitaciones

No hay interés en la mejora genética de la jaboticaba. Sin embargo, sería recomendable cruzar

la 'Jaboticatuba', que produce frutos grandes y embriones zigóticos, con el cultivar 'Sabará' de mejor calidad pero de frutos pequeños. Como se obtendrían 100 por ciento de híbridos, eventualmente se podrían conseguir selecciones de frutos grandes y de mejor calidad de la jaboticaba.

ARAZA

(*Eugenia stipitata*)

Nombre botánico: *Eugenia stipitata* McVaugh.

Familia: Mirtáceas.

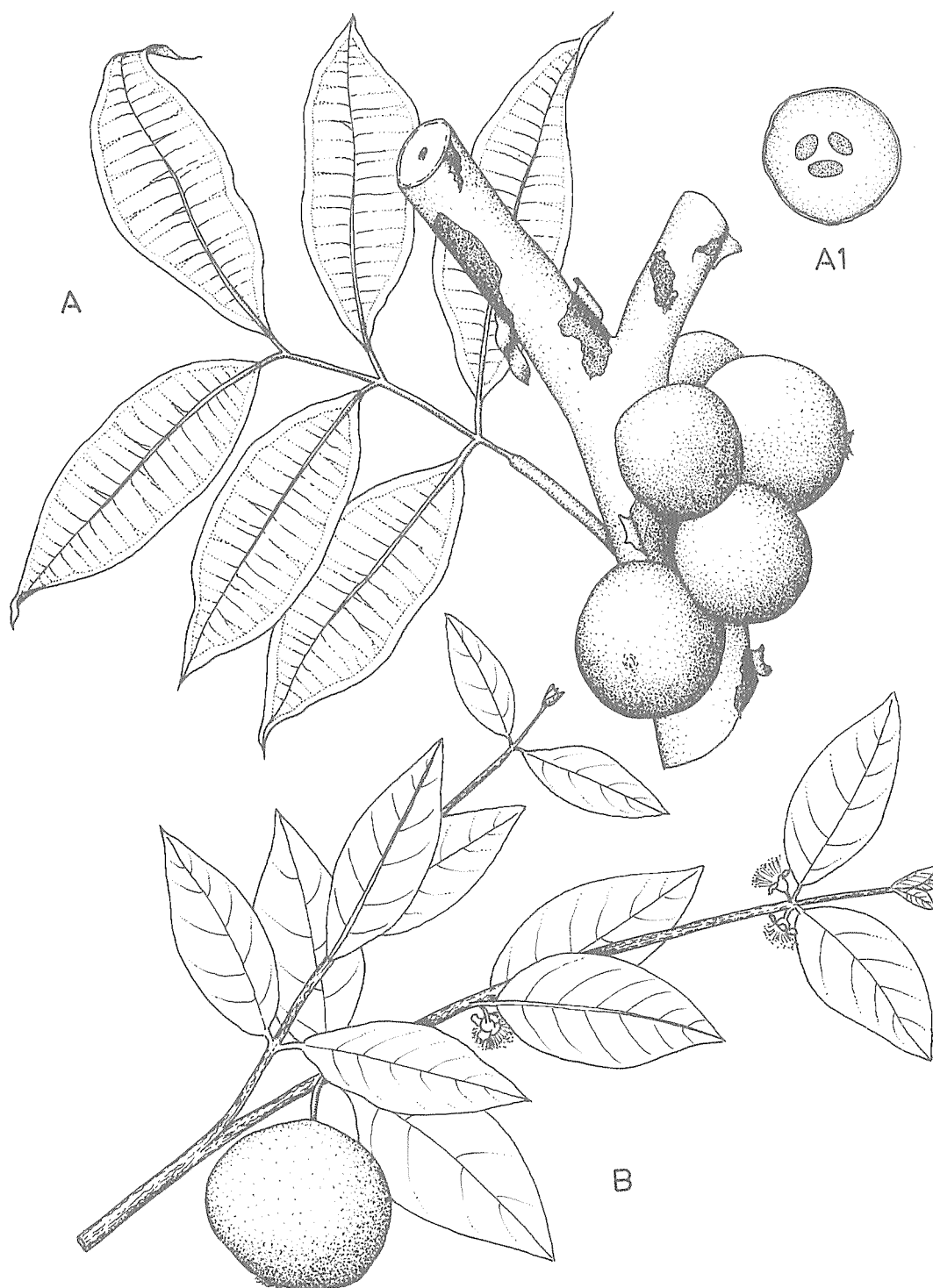
Nombres comunes: castellano: arazá (Perú); portugués: arazá-boi (Brasil).

Eugenia stipitata comprende dos subespecies: *stipitata*, del estado de Acre en el Brasil, y *sororia*, más ampliamente distribuida, de la hoya del río Ucayali en el Perú. La última parece haber sido semidomesticada en la Amazonia occidental, aunque su origen puede haber estado en la porción suroriental de la misma. El arazá debió sufrir un largo proceso de selección por parte de comunidades amerindias, como se infiere del gran tamaño de los frutos, que llega, dentro del material cultivado, a tener hasta 12 cm de diámetro y 740 g de peso, en comparación con los de las poblaciones silvestres, que no pasan de los 7 cm de diámetro y 30 g de peso. La especie está aún en pleno proceso de domesticación; las dos instituciones que más han trabajado en este fruto son la estación experimental de San Roque del INIAP, en Iquitos, Perú, y el Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) en Manaus.

El arazá es cultivado hoy en pequeñas propiedades en toda la hoya del Solimões (Alto Amazonas), no como cultivo comercial sino como parte del complejo mosaico de cultivos característico de la agricultura tradicional de la región. Es relativamente común en los mercados de la ciudad de Tefé, que se encuentra a medio camino entre Manaus e Iquitos.

FIGURA 24

A. Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*); A. sección del fruto; B. arazá (*Eugenia stipitata*).



Usos y valor nutritivo

El arazá es usado para hacer jugos, refrescos, helados, mermeladas y postres; los frutos son raramente consumidos *in natura* debido a su acidez, pH de 2,5 para el jugo. A diferencia del camu-camu (*Myrciaria dubia*) que llega a tener más de 2 por ciento de su peso fresco representado por ácido ascórbico, el potencial del arazá se debe a sus características intrínsecas como fruto: sabor, color, textura y olor agradables.

El valor nutritivo del arazá es muy semejante al de la naranja, con excepción del contenido de vitamina C, que es más del doble en el arazá.

Descripción botánica

Arbusto o arbolito de hasta 2,5 m, bastante ramificado desde la base; hojas simples, opuestas, elípticas a ligeramente ovaladas, 6-18 × 3,5-9,5 cm; ápice acuminado, base redondeada a subcordada y nerviaciones primarias y secundarias bastante evidentes. Inflorescencias en racimos axilares, usualmente con 2-5 flores; éstas de 1 cm pediceladas; 4 sépalos, redondeados, 5 pétalos, blancos, ovalados; estambres numerosos; ovario con 3 ó 4 lóculos. Frutos en baya subsférica de hasta 12 cm de diámetro y 750 g de peso cuando maduras; pulpa amarilla y cáscara fina, brillante, amarilla y aterciopelada; semillas pocas, oblongas de hasta 2,5 cm.

La subespecie *stipitata* presenta un menor número de estambres y porte arbóreo, mientras que la subespecie *sororia* es de porte arbustivo y tiene un mayor número de estambres.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

El arazá es una especie de áreas semiabiertas o abiertas. La mayoría de las poblaciones silvestres se hallan sobre terrazas viejas no inundables, sobre suelos podzólicos tropicales blancos, altamente lixiviados, que se encuentran distribuidos puntualmente dentro del área comprendida entre los ríos Marañón, Ucayali e inicio del Amazonas,

llegando hasta Iquitos (subsp. *sororia*). El camu-camu y el arazá tienen hojas esclerófilas, lo que confiere gran eficiencia en la captación de nutrientes y aprovechamiento del agua.

No es de extrañar que se consigan producciones entre 20 y 30 t de frutos por ha/año sin gran esfuerzo de selección o mejoramiento, y que bajo cultivo en terrazas amazónicas, el arazá sea más productivo que el camu-camu.

Aun cuando no se tienen estudios detallados de su sistema reproductivo, en base a su morfología floral, la especie debe ser alógama con autogamia facultativa, ya que se registran tasas de autogamia del orden del 2 por ciento. Esto le permitiría tanto mantener un potencial evolutivo alto como tener un cierto ajuste con su medio.

La especie se cosecha varias veces durante el año. Si se comparan las curvas de producción de flores y frutos con la precipitación durante el mismo período, se constatará que coinciden bastante bien con un desfase de aproximadamente un mes, lo que sugiere que el régimen hídrico actúa como promotor de los procesos fenológicos.

Diversidad genética

No existen datos sobre la variabilidad genética del arazá. El hecho de ser alógama facultativa, sugiere que tiene un alto grado de heterocigosis, lo que está dentro de lo esperado para la mayoría de las especies de la región.

La dispersión a larga distancia es probablemente realizada por aves y posiblemente murciélagos frugívoros, con distancias de dispersión muy variables, permitiendo el intercambio génico entre poblaciones distantes. Es probable que exista mayor diferencia intra que interpoblacional. Sin embargo, el hecho de existir dos subespecies en áreas relativamente restringidas sugiere que la dispersión a larga distancia no es muy efectiva, y que existen barreras para su distribución difíciles de explicar desde el punto de vista ecológico. La variabilidad genética no parece estar en peligro;

sin embargo, hay sólo dos colecciones de germoplasma: la de San Roque, con 50 accesiones, y la del INPA con 5.

Prácticas de cultivo

Semilleros. Las semillas son recalcitrantes, y en refrigeración, después de 40 días, pierden más del 70 por ciento de su poder germinativo. Los semilleros deben, por consiguiente, establecerse en los primeros cinco días después de cosechadas las semillas.

Los semilleros se mantienen a la sombra completa, siendo las semillas plantadas a distancias de 2 cm y cubiertas a ras, pues coberturas mayores inhiben la germinación. Como almáciga, se recomienda madera blanda parcialmente descompuesta: el uso de tierra no es recomendado. La germinación no es uniforme, pudiendo demorar hasta 80 días; en las condiciones descritas, la tasa de germinación puede llegar a cerca del 100 por ciento.

Viveros. Las plántulas se mantienen en el semillero hasta alcanzar 7-10 cm; entonces se las trasplanta a bolsas de polietileno de 6-8 kg, llenas con una mezcla de tierra y 10 por ciento de estiércol. Las plantas permanecen en las bolsas hasta por un año, estando 6 meses a la sombra y 6 meses en sombra parcial.

Campo. Después de un año, se trasplantan las mudas al sitio definitivo. En San Roque se han adoptado distancias de 3 × 3 m, cavándose hoyos de 50 cm de profundidad y 30-50 cm de diámetro. El suelo es mezclado con 0,50 kg de estiércol. Se recomienda eliminar las malezas mensualmente en la plantación, incorporando la materia orgánica al suelo. Los resultados experimentales de fertilización sugieren que el abono orgánico con estiércol es preferible a los abonos químicos.

En la Amazonia se recomienda no usar abonos químicos, pues se desconoce su posible repercusión

sobre el medio ambiente. Además el coste de estas aportaciones puede no hacer viable económicamente el cultivo. En ensayos de fertilización los abonos químicos no influyeron ni en la formación de los frutos (entre 20 y 40 por ciento, promedio de 25 por ciento) ni en la producción total, lo que justifica no aconsejar su uso en la región.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Es difícil prever los límites superiores de producción del arazá, por encontrarse todavía en una fase preliminar de domesticación. No se conoce la base genética, y lo que se sabe sobre prácticas de manejo es tan limitado que es imposible hacer proyecciones realistas. Sin duda, bajo condiciones de cultivo adecuado, su productividad podrá ser bastante mayor que la presente, y su cultivo en otras regiones podrá justificar ampliamente la fertilización química.

No parece haber problemas fitosanitarios serios; la especie es fuertemente atacada por la mosca de las frutas, reduciendo la densidad normal de las plantaciones si no se adoptan medidas sofisticadas de control biológico.

El éxito del arazá como cultivo de amplia difusión dependerá más que todo de desarrollos tecnológicos que promuevan su aceptación en mercados fuera de la región; cualquier programa de mejora o selección deberá abordar parámetros tales como aspecto, color, olor, palatabilidad y resistencia de los frutos al transporte y almacenamiento.

FEIJOA

(*Feijoa sellowiana*)

Nombres botánicos: *Feijoa sellowiana* Berg, *F. sellowiana* var. *rugosa* Mattos.

Familia: Mirtáceas.

Nombres comunes: feijoa (en todo el mundo); *castellano:* guayabo grande, guayabo chico

(Uruguay); *portugués*: goiaba serrana, goiaba verde, goiaba abacaxí (Brasil); *inglés*: pineapple guava (Estados Unidos)¹.

Es una fruta subtropical, conocida en el sur de Brasil, nordeste de Argentina, Uruguay y este de Paraguay, desde los tiempos prehispánicos. Es conocida en la Costa Azul francesa desde 1890, cuando fue introducida por el Prof. Edouard André, de la Escuela de Horticultura de Versalles, a través de semillas de Argentina. En 1990 fue introducida en California, donde se ha extendido su cultivo. En Uruguay se cultiva comercialmente hace 50 años. Es cultivada y muy apreciada en Nueva Zelanda. En Brasil hay estudios y selección de variedades, pero nunca alcanzó importancia comercial.

Usos

Los frutos frescos tienen un gran consumo por su sabor y aroma característicos, semejantes a los de la piña. Los pétalos carnosos de sus bellas flores son igualmente apreciados. Además, existe en el comercio una buena variedad de productos industrializados en forma de pasta, mermelada, frutos cristalizados, compotas en almíbar y licor. La pulpa puede ser utilizada en la industria de refrescos y helados.

Descripción botánica

Arbusto o pequeño árbol de 3-5 m de altura, muy ramificado. Tallos cilíndricos, de color ceniza rojizo, desprendiendo pequeñas placas de la corteza. Hojas opuestas, corto-pecioladas, con lámina de 2-5 cm de largo por 1-3 cm de ancho, coriáceas, oblongas, con la faz superior verde oscura y brillante y la inferior blanquecina. Pedúnculos axilares y unifloros. Flores con 4 péta-

los ovalados, carnosos, blancos por fuera y purpúreos por dentro, con 4 sépalos persistentes. Estambres numerosos, erectos y purpúreos. Semillas de 30-50. Frutos oblongos o esferoides, de 5-8 cm de largo por 3-7 cm de diámetro; hay variedades de frutos lisos o rugosos, de color verde y amarillo. Florece en la primavera; los frutos maduran en el otoño, entre marzo a mayo en el hemisferio sur, y de octubre a diciembre en el hemisferio norte. Las variedades tempranas maduran en marzo, las tardías después de abril, en el hemisferio sur.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

La especie está ampliamente distribuida en la parte meridional de América del Sur, desde el paralelo 26, al sur del estado de Paraná, en Brasil, hasta el paralelo 35, en Uruguay, incluyendo el noreste de Argentina y el centro sur de Paraguay. En Brasil existen todavía poblaciones silvestres en bosques (en galería) y talados, en sitios de más de 500 m de altura, por lo cual se le conoce por *goiaba serrana*. Es frecuente en los estados de Santa Catarina y Rio Grande do Sul, Campos de Cima da Serra, en Costa Superior do Nordeste, Serra do Sudoeste y Santana do Livramento. En estos sitios el verano es caliente y lluvioso y el invierno alcanza temperaturas de 0-8 °C, pudiendo bajar a -4 °C.

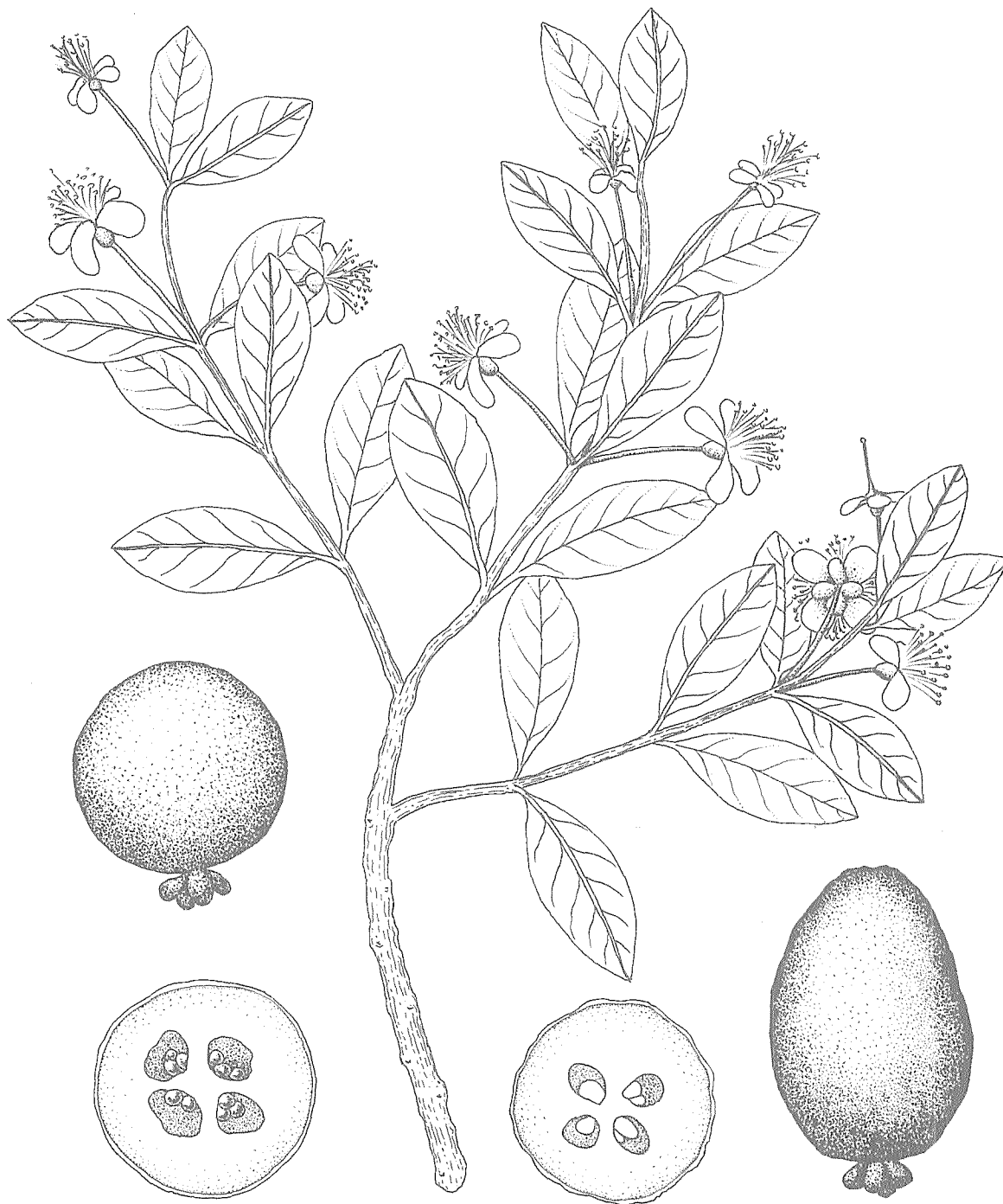
Diversidad genética

Es una planta de polinización cruzada, siendo frecuente la autoesterilidad. Sin embargo, hay selecciones autofértiles. Cuando procede de propagación por semilla, presenta gran variabilidad genética, tanto en la naturaleza como en los huertos. La variabilidad se demuestra en la forma y porte de la planta y en las características de la fruta. En Uruguay se conocen 11 cultivares, destacándose 'Botali' por su tamaño, frutos de 6,5 × 3,8 cm, su acentuado sabor y maduración tardía, así como 'M-4' de forma globosa, bello

¹Con frecuencia es citada en la literatura como *araçá*, pero esta fruta, también de la flora neotropical, pertenece al género *Psidium*, con muchas especies, entre ellas el guayabo.

FIGURA 25

Feijoa (*Feijoa sellowiana*), formas y secciones del fruto.



color amarillo rojizo y extraordinaria dulzura. En Brasil se ha seleccionado 'Santa Elisa' y 'Campineira', la primera de tamaño medio, 4,5 × 3,5 cm, lisa, dulce, sabrosa, y la segunda también oblonga y rugosa. En California se cultivan la 'Coolidge', 'Superb', 'Choiseana', 'Triumph' y 'Hehre'. En Francia, la 'André' y 'Besson', de excelente calidad.

Prácticas de cultivo

La feijoa se propaga por semilla, acodo, estaca e injerto. La propagación por semilla produce plantas muy heterogéneas; por eso este método sólo se usa en la producción de patrones y en pequeños huertos domésticos. Las semillas son recalcitrantes; en consecuencia se siembran tan pronto son recolectadas, en semilleros, según técnica convencional, o directamente en bolsas de polietileno de 30 × 20 cm. Se trasplantan a vivero a una distancia de 1 × 0,40 m para que alcancen de 60-80 cm de alto, o bien son injertadas con variedades seleccionadas. El acodo es método tedioso, utilizado para producción de un número reducido de plantas.

La multiplicación por estacas semileñosas de crecimientos terminales y con hojas es muy recomendable; deben medir 10-15 cm de largo, ser tratadas con hormonas de enraizamiento y ser colocadas en cámaras de vidrio o plástico, saturadas de humedad. Emiten raíces en 15-20 días. Las estacas enraizadas son trasplantadas en bolsas de polietileno de 30 × 20 cm, en las cuales permanecen por un año, hasta alcanzar la altura de 60-80 cm, cuando se plantan en los huertos.

El injerto se hace con púa lateral, en patrones existentes en vivero o en bolsas de polietileno; la técnica es conocida como de Veneer. Las plantas jóvenes de estaca de injerto con 60-80 cm de alto se trasplantan al huerto, a una distancia de 6 × 3 m o 6 × 2 m, lo que dará 550 a 850 arbolitos/ha. Estas densidades, con la producción media de 1 000 frutos por árbol adulto y frutos de 30-60 g,

proporcionan rendimientos que varían de 16-50 t/ha.

Los frutos de feijoa son preferidos de las moscas de la fruta, principalmente *Anastrepha*, sobre todo en lugares de temperaturas elevadas en América del Sur, y *Ceratitis capitata* en el Mediterráneo y en lugares altos de América del Sur.

La fruta es bastante resistente al transporte; sin embargo, para el mercado de fruta fresca, requiere cuidados especiales, desde la cosecha, empaque, almacenaje en cámara frigorífica y transporte. En la industria no se requiere tanto esmero, pudiéndose incluso recolectar las frutas que caen al suelo, si no presentan defectos.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El color verde que tienen los frutos de la mayor parte de las variedades conocidas es considerado como un inconveniente para su comercialización, por ser poco atractivo. Por eso se buscan cultivares de color amarillo y rojo. La autoesterilidad parcial o total es otro problema que afecta a la producción. Hay necesidad de selecciones autofértiles y estudios sobre la compatibilidad polinizadora entre variedades.

El cultivo de feijoa puede expandirse por las regiones subtropicales que no tengan inviernos rigurosos, pero esta especie necesita ser más conocida, sobre todo sus características y condiciones de cultivo. La disponibilidad de germoplasma podrá contribuir a la expansión de esta preciosa fruta de la flora neotropical.

Bibliografía

- Anderson, O. y Anderson V.U. 1988. *As frutas silvestres brasileiras*. Publicações O Globo Rural.
- Berg, O.C. 1857-59. Myrtaceae. En *Flora Brasiliensis*. Martius. C.F.P.
- Cavalcante, P.B. 1988. *Frutas comestíveis da Amazônia*. Museu Paraense «Emilio Goeldi». Belém. CNPq.

- Chavez, W.B. y Clement, C.R.** 1984. Considerações sobre o araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh, Myrtaceae) na Amazônia brasileira. *Anais Congr. Bras. Fruticultura*, 7:167-177.
- Clement, C.R.** 1991. Frutas de la Amazonia: descuidadas y amenazadas pero todavía recursos potencialmente ricos. *Diversity*, 7:62-64
- Falco, M.A., Chavez, W.B., Ferreira, S.A.N., Clement, C.R., Barros, M.J.B., Brito, J.M.C. y Santos, T.C.T.** 1988. Aspectos fenológicos e ecológicos do araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh) na Amazônia central. I. Plantas juvenis. *Acta Amazonica*, 18:27-38.
- Hoene, F.C.** 1946. *Frutas indígenas*. Instituto de Botânica, Sc. Agric. Ind. e Com.
- Legrand, C.D. y Klein, R.M.** 1977. Mirtáceas. En *Flora ilustrada de Santa Catarina*. Mirtáceas. Reitz, R. Itajaí.
- Legrand, C.D. y Klein, R.M.** 1978. Mirtáceas. En *Flora ilustrada catarinense*. Reitz, R. Itajaí, págs. 733-777.
- Mattos, J.R.** 1986. *A goiabeira serrana*. Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais Renováveis. Sec. Agricultura. R.G. Sul. Publicações IPRNR, 19:84.
- Pinedo, M., Ramírez, F. y Blasco, M.** 1981. *Notas preliminares sobre el araçá* (*Eugenia stipitata*), frutal nativo de la Amazonia peruana. IICA, Lima. Publicación Miscelánea 229.
- Popenoe, W.** 1934. *Manual of tropical and subtropical fruits*. Nueva York. The MacMillan Company.
- Roosmalen, M.G.M.** 1984. *Fruits of the Guianan flora*. Institute of Systematic Botany. Utrecht University, Países Bajos.
- Tamaro, D.** 1964. *Tratado de fruticultura*. 4ª edición. Barcelona. Ed. Gustavo Gil.

Lerén (*Calathea allouia*)

Nombre botánico: *Calathea allouia* (Aubl.) Lindl.

Familia: Marantáceas.

Nombres comunes: *castellano:* dale dale [Perú (Amazonia)], agua bendita, cocurito (Venezuela), lerenes (Puerto Rico), topitambo o tambu (Indias Occidentales), topinambur (Antillas); *portugués:* ariá [Brasil (Amazonia)], láirem (Brasil); *inglés:* guinea arrowroot, sweet corn root (Caribe); *francés:* touple nambours (Santa Lucía); alléluia, curcuma d'Amérique (Francia).

El lerén o topinambur (*Calathea allouia*) es una especie oleífera conocida y cultivada desde hace mucho tiempo por los pueblos indígenas de América tropical. Sufre de la pérdida de variabilidad genética en razón del creciente abandono de su cultivo. En la Amazonia brasileña, hasta el final de la década de los cincuenta, el lerén era una hortaliza cultivada en pequeña escala por los agricultores tradicionales en sus huertos, y las raíces tuberosas eran consumidas cocidas acompañadas con café. Actualmente, en las comunidades más alejadas de las ciudades de la Amazonia, es raro encontrar un agricultor que todavía mantenga el lerén en su huerto. Las poblaciones indígenas, por razones culturales, son las que siguen cultivando la especie.

Distribuido por todo el mundo, el lerén ha sido

bien aceptado, pero no ha llegado a ser un cultivo importante en ningún lugar. En la Amazonia brasileña, el creciente abandono parece haber sido provocado por dos factores principales: su ciclo vegetativo muy largo (10-12 meses); y su sustitución en la dieta de los pequeños productores rurales por otros tipos de alimentos (camote, cará, ñame o por productos industrializados como el pan y los bizcochos de trigo). Incluso en su región de origen donde su cultivo es milenario, el lerén se utiliza en la actualidad solamente en una agricultura de supervivencia practicada por agricultores tradicionales y por las poblaciones indígenas.

Las raíces tuberosas del lerén se consumen cocidas y su textura se mantiene crujiente incluso después de largo tiempo de cocinado, característica que lo hace muy apetecible. Su cocimiento en agua demora de 15 a 20 minutos y su sabor se parece al del maíz verde cocido. Además de su consumo de forma aislada, el lerén puede ser un componente de ensaladas, mayonesa y otros platos confeccionados a base de pescado.

En América del Sur, en la medicina tradicional, la tintura de las hojas se utiliza para el tratamiento de la cistitis y como diurético. Las hojas frescas se empleaban para la confección de ropas para bebés, por ser resistentes y durables.

Las condiciones climáticas que prevalecen en los trópicos húmedos —temperatura y humedad relativa elevadas durante todo el año— son, en términos generales, desfavorables para el cultivo de hortalizas de clima templado o subtropical y, al mismo tiempo, favorecen el desarrollo de plagas

Los autores de este capítulo son H. Noda, C.R. Bueno y D.F. Silva Filho (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, A.M., Brasil).

y microorganismos fitopatógenos. Es en este contexto que conviene evaluar la potencialidad de las especies poco conocidas. En las plantaciones del INPA, en Manaus, durante los últimos quince años, no se han constatado ataques de plagas o presencia de enfermedades que hayan causado daños significativos al lerén.

El estudio de los sistemas agrosilvícolas se ha intensificado en los últimos años. Estos sistemas se benefician con las técnicas y especies vegetales utilizadas por los agricultores tradicionales e indígenas. Se cree que constituyen modalidades de manejo de tierras ecológicamente más adecuadas a los trópicos húmedos. El lerén es una hortaliza que durante siglos fue cultivada en huertos, e indicios históricos han permitido conocer el importante papel que desempeñó en los sistemas agrosilvícolas.

Descripción botánica

Especie perenne, que forma macollas de 1 m de altura. Raíces tuberosas de forma ovoide o cilíndrica de 2-8 cm de largo y 2-4 cm de diámetro. Hojas con base envolvente formando pseudotallos cortos; pecíolos largos y acanalados; láminas foliares elípticas, parecidas a las de la caña de Indias, de 20-60 × 5-20 cm. Flores blancas, de aproximadamente 2-5 cm de largo con un estaminoide y ovario trilocular. La tuberización se inicia en las puntas de las raíces fibrosas.

Las raíces tuberosas contienen un 13-15 por ciento de almidón y un 6,6 por ciento de proteínas (en la materia seca). Entre los aminoácidos (el contenido de triptófano no se ha medido) solamente se han constatado deficiencias en cistina, que no tienen mayor importancia porque el lerén no es un alimento de uso habitual. Todos los demás aminoácidos presentan altos niveles, principalmente los esenciales.

En la colección del INPA, la floración de las plantas ocurre solamente en un 2 por ciento de los ejemplares y no se producen semillas viables. La

reproducción del lerén se realiza vegetativamente, mediante rizomas, de cada uno de los cuales aparecen cerca de 20 brotes.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

La sombra puede favorecer el crecimiento de las plantas, pero el mejor crecimiento se consigue en condiciones de cultivo a pleno sol, cuando la humedad, nutrientes y drenaje del suelo no son factores limitantes. El ciclo, desde el plantío hasta la cosecha, comprende entre 9 y 14 meses, dependiendo de las condiciones climáticas. Algunos autores han señalado que el déficit hídrico puede reducir el ciclo de la planta, causando una reducción en la producción de tubérculos. Con introducciones procedentes de Lábrea y Tefé, e iniciando el cultivo en la estación lluviosa y con suplemento de agua, en Solimões, Brasil, se han llegado a cosechar los tubérculos después de 253 días.

El lerén requiere suelos de textura mediana, porque los muy arcillosos perjudican el desarrollo de las raíces tuberosas, y en los arenosos su crecimiento es deficiente.

El lerén se distribuye geográficamente por Puerto Rico, las Antillas y países localizados al norte de América del Sur (Guyanas, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil). Supónese que sea originario de estos países. Se conocen registros de la introducción del lerén en la India, Sri Lanka, Malasia, Indonesia y Filipinas.

Diversidad genética

El género *Calathea* presenta una amplia diversidad genética; se han descrito, principalmente en América tropical, más de cien especies. *C. lutea*, especie del mismo género conocida como *cauasú*, casupo, hoja blanca o *bijão*, es un arbusto alto de la región baja de la Amazonia, utilizado para producción de cera. De la familia de las Marantáceas otras dos especies de interés económico son *Ischnosiphon arouma*, conocida como tiriti,

FIGURA 26

Lerén (*Calathea allouia*).



cuyas ramas son usadas para la fabricación de canastos, y *Maranta arundinacea*, conocida como *arrowroot* o *araruta* (en Brasil), de cuyo rizoma se extrae un almidón de alta viscosidad.

Aunque cultivado solamente en pequeña escala por algunos agricultores tradicionales y por poblaciones indígenas, el lerén puede encontrarse prácticamente en toda la región amazónica. Las raíces tuberosas suelen venderse en las ferias libres y mercados de ciudades como Manaus, Belém, Porto Velho, Santarém, Tefé y Benjamin Constant, en Brasil, y en Iquitos, en la Amazonia peruana. No hay registros en la bibliografía sobre el uso de cultivares genéticamente destinados a su explotación comercial. En los últimos 15 años, el INPA ha realizado investigaciones y distribuido material reproductivo a los pequeños agricultores en el ámbito de sus actividades de extensión. Dicho material procede de recolecciones realizadas en el interior de la Amazonia.

Observaciones efectuadas a partir de los programas de investigación y mantenimiento de la colección permiten suponer la presencia de cierta variabilidad genética entre las diferentes introducciones, particularmente cuando se examinan las características morfológicas y el tamaño de los tubérculos.

Debido a su condición de cultivo de limitada importancia económica, el lerén ha sido escasamente investigado, y la bibliografía relativa a la especie es exigua. El mantenimiento de los recursos genéticos es efectuado prácticamente *in situ* por los agricultores tradicionales y por las poblaciones indígenas. Se debe mencionar la existencia de una colección en el Mayaguez Institute of Tropical Agriculture del USDA, en Puerto Rico, y los esfuerzos del INPA en el sentido de ampliar la variabilidad genética de su colección, a través de nuevas introducciones.

Cabe presumir que en la actualidad la erosión genética sea elevada. En los últimos 30 años, los agricultores tradicionales han abandonado progresivamente el cultivo del lerén.

Prácticas de cultivo

La especie se propaga por rizomas. Después de la cosecha de las raíces tuberosas, éstos se mantienen en lugares frescos y secos hasta el momento del trasplante.

Habitualmente, el cultivo del lerén se realiza en pequeñas áreas donde se practica una agricultura de subsistencia, frecuentemente asociado con yuca, plátano o árboles frutales. En Puerto Rico se siembra aprovechando la sombra del café. La asociación con especies leñosas se debe a que la sombra total o parcial es necesaria para el buen desarrollo vegetativo.

Después de la plantación, el lerén requiere pocos cuidados. En zonas infestadas por nematodos fitoparásitos, el lerén no exhibe ningún síntoma de ataque por plagas. Es una planta antagonista al nematodo de agallas *Meloidogyne incognita*, debido a las secreciones radiculares que perjudican la eclosión, penetración y reproducción de las larvas.

Las cualidades físicas y químicas del suelo inciden en la productividad del lerén. Se cuadruplica la productividad en raíces tuberosas si se cultiva en parcelas abonadas con fertilizantes orgánicos (residuos de frutos y hortalizas). El suelo apropiado para el cultivo del lerén parece ser el franco-arcilloso, que retiene los nutrientes y permite un buen drenaje, siendo también necesaria la adición de materia orgánica.

Se planta generalmente a una distancia de 0,6 m entre líneas y 0,45-0,80 m entre plantas. En las investigaciones realizadas por el INPA, en Manaus, se están adoptando distancias de 1 m entre líneas y 0,50 m entre plantas. Las observaciones demuestran que plantaciones más densas son las más recomendables.

El suplemento de agua es una condición necesaria para obtener buenos rendimientos. Los bajos rendimientos pueden deberse principalmente a la sequía de fines de la estación lluviosa. En Manaus, irrigando la plantación en los períodos

críticos se ha conseguido una productividad de raíces más uniformes y próxima a las 15 t/ha.

El rendimiento en las plantaciones experimentales del INPA, en Manaus, ha sido muy variable. La productividad por planta se sitúa entre 100 y 2 200 g. El plantío en suelo arenoso con adición de materia orgánica ha alcanzado rendimientos de 936 g/planta. Se han mencionado productividades de 10 t/ha, y en pequeñas parcelas, de 2-12 t/ha.

Esporádicamente la parte subterránea puede ser atacada por insectos. Las larvas de coleópteros y lepidópteros causan lesiones en los rizomas y tubérculos. Se han observado ataques de ácaros en las hojas, que causan la muerte de las plantas.

La cosecha de las raíces tuberosas en suelos arcillosos puede realizarse simplemente arrancando las plantas. Entre tanto, la forma más usual es la de cavar cuidadosamente el suelo alrededor de la planta, con la ayuda de una azada, a fin de facilitar su retirada sin causar daños a las raíces tuberosas. Después de la cosecha, éstas pueden permanecer por períodos de hasta diez semanas en ambientes abiertos y ventilados. A pesar de la pérdida acentuada de peso —29 por ciento después de diez semanas—, el mejor método de almacenamiento de los tubérculos es colocarlos en las canastas de fibra vegetal que utilizan los agricultores para guardar raíces, tubérculos y harinas, forradas externamente con hojas secas. El almacenamiento en conservadores reduce la pérdida de peso, pero perjudica seriamente las raíces tuberosas, comprometiendo las características consideradas buenas para su comercialización.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Los conocimientos sobre la mejora genética del lerén son aún incipientes; su explotación comercial es escasa y su cultivo mediante técnicas modernas, poco desarrollado. En efecto, el gradual abandono de su cultivo por los propios

agricultores tradicionales puede conducir a una extrema reducción de la variabilidad genética, e incluso a la extinción de la especie.

Es necesario estimular estudios biológicos básicos que puedan fundamentar mejoras fitotécnicas, y se deben investigar nuevas técnicas de propagación vegetativa. Por ejemplo, la inmersión del rizoma en agua caliente a 48 °C durante diez minutos, antes de su plantación, eleva la brotación en un 24 por ciento, en relación al testigo no tratado. En ese experimento se demuestra además que la inmersión por tiempo más prolongado tiene efectos perjudiciales.

Otras investigaciones muestran que el fotoperíodo ejerce una marcada influencia en la iniciación del proceso de tuberización, que es provocado por días cortos, mientras que la formación de rizomas es favorecida por días largos. Temperaturas nocturnas de 10 °C reducen el crecimiento general de las plantas e inhiben la formación de tubérculos. En Puerto Rico, se ha observado que el plantío de rizomas en el período de noviembre y diciembre no presenta dormición y que la tuberización es alta cuando la siembra se realiza a mediados de noviembre y a pleno sol. El riego es un factor importante en el proceso productivo y debe ser constante en todo el ciclo de la planta. El lerén es una especie muy sensible a pequeños déficit hídricos, y una mayor disponibilidad de agua tiene un efecto de anticipación y estímulo del crecimiento de las raíces tuberosas, y favorece la formación de nuevos rizomas.

La evolución del lerén presenta el carácter singular de estar inscrita en los límites de una agricultura tradicional o de una agricultura indígena. Este aspecto del cultivo es, en cierta forma, un desafío al investigador, que deberá escoger cuidadosamente el rumbo más apropiado para el desarrollo de la especie. ¿Cuál será el espacio que habrá de ocupar en la agricultura del futuro? Dependerá, indudablemente, de la evolución de la agricultura misma. Es probable que su lugar no

esté en la agricultura de monocultivo de uso intensivo de insumos y de altos rendimientos, y que en aquel contexto su abandono total sea sólo cuestión de tiempo. La solución para su supervivencia puede encontrarse únicamente en el ámbito de la evolución de la agricultura indígena tradicional. La renovación actual de las actividades agrícolas en ambientes frágiles y complejos como los de los trópicos húmedos, y más específicamente los de la región amazónica, representa un esfuerzo de síntesis en el que la ciencia interpreta técnicas agrícolas tradicionales reconstruyéndolas a un nivel más elevado. Sin embargo, esta nueva modalidad de manejo altera los patrones con los cuales se concibió la agrosilvicultura: autosostenibilidad, integración en el espacio y en el tiempo de los elementos que la componen, optimización del uso de los recursos disponibles, y adecuación de los agentes productivos a los procesos ecológicos.

El lerén es una hortaliza especialmente recomendada para su utilización en sistemas agrosilvícolas, donde sus limitaciones agronómicas, consideradas desde el punto de vista del monocultivo convencional (por ejemplo, su exigencia de sombra y su forma de propagación), podrían ser transformadas en ventajas.

Líneas de investigación

Los actuales proyectos de investigación deberán contemplar dos aspectos:

- Recursos genéticos; recolección de germoplasma en todas las zonas de distribución en América; implantación de por lo menos dos bancos de germoplasma, uno en América Central y otro en la parte septentrional de América del Sur; realización de ensayos de procedencia para identificar genotipos agroméricamente superiores.
- Desarrollo de planes de producción asociados a la investigación de sistemas agrosilvícolas.

El diseño de planes de producción para el lerén es necesario para definir los biotipos deseados en los programas de mejoramiento genético.

Bibliografía

- Bueno, C.R.** 1981. *Contribuição ao controle de Meloidogyne incognita (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Heteroderidae), raça fisiológica IV, com utilização de ariá (Calathea allouia (Aubl.) Lindl.)*. CNPq/INPA/ Universidade do Amazonas. Manaus. Tesis de Licenciatura.
- Bueno, C.R.** 1989. *Controle ambiental e ação de reguladores de crescimento no desenvolvimento de plantas de ariá (Calathea allouia (Aubl.) Lindl.)*. Universidade Estadual de Campinas. Tesis de Doctorado.
- Bueno, C.R. y Weigel, P.** 1981. Brotação e desenvolvimento inicial de rizomas de ariá (*Calathea allouia (Aubl.) Lindl.*). *Acta Amazônica*, 11(2):407-410.
- Bueno, C.R. y Weigel, P.** 1982. Ariá, *Calathea allouia (Aubl.) Lindl.* uma oleífera alternativa para a região tropical. *Proc. of the Tropical Region. Am. Soc. Hort. Sci.*, 25:77-80.
- Bueno, C.R. y Weigel, P.** 1983. Armazenamento de tubérculos frescos de ariá (*Calathea allouia (Aubl.) Lindl.*). *Acta Amazônica*, 13(1):7-15.
- Bueno, C.R. y Pereira, M.F.A.** 1986. Efeitos do fotoperíodo e reguladores de crescimento no desenvolvimento de plantas de ariá (*Calathea allouia (Aubl.) Lindl.*). *Anais do VI Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*, págs. 75- 83.
- Kay, D.E.** 1973. *Root crops*. TPI Crop and Products Digest 2. Tropical Products Institute, Londres.
- León, J.** 1968. *Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, San José.
- Martin, F.W. y Cabanillas, E.** 1976. Lerén (*Calathea allouia*), a little known tuberous

- root crop of the Caribbean. *Economic Botany*, 30:249-256.
- National Academy of Science.** 1975. *Underexploited tropical plants with promising economic value*. NA./USA. Wáshington, D.C.
- Noda, H., Bueno, C.R. y Silva Filho, D.F.** 1991. Genetic erosion threatens native Amazonian vegetable crops. *Diversity*, 7:62-63.
- Noda, H., Paiva, W.O. y Bueno, C.R.** 1984. Hortaliças da Amazônia. *Ciência Hoje*, 3(13):32-37.
- Pahlen, A., Kerr, W.E., Noda, H. y Bueno, C.R.** 1979. Melhoramento de hortaliças na Amazônia. *Ciência e Cultura*, 31(1):17-24.

Yerba mate (*Ilex paraguariensis*)

Nombre botánico: *Ilex paraguariensis*
A. St. Hil. var. *paraguariensis*.

Familia: Aquifoliáceas.

Nombres comunes: guaraní: ka'a; kaingangue: kongóñ; castellano: yerba mate, té de los jesuitas; portugués: congonha, erva mate.

Muy poco difundido fuera de América, la yerba mate, árbol que produce la materia prima empleada para su industrialización y consumo como infusión estimulante —principal utilización hasta hoy—, es un cultivo algo relegado.

Si bien no se han encontrado aún vestigios arqueológicos que demuestren su uso en tiempos precolombinos, se supone que fueron indios guaraníes quienes enseñaron a los españoles su forma de empleo. Pero lo que parece ser una consecuencia indirecta del Descubrimiento es el hecho de que los primeros hombres que cultivaron esta especie fueron los misioneros jesuitas, quienes, hacia 1670, ya tenían yerbales artificiales. Con el paso del tiempo, las reducciones de indios guaraníes pasarían a depender económicamente de la producción de yerba mate.

La expulsión de los jesuitas de los dominios españoles (1767) representó una regresión en la historia de la yerba mate. Se volvió a una modalidad de explotación del bosque que aprovechaba exclusiva y deficientemente los yerbales naturales. Puede decirse que este tipo de manejo fores-

tal, penoso y antieconómico, se prolongó hasta las primeras décadas del siglo xx, a pesar de haberse reiniciado con éxito la plantación de yerba mate en Nueva Germania, Paraguay, y en Santa Ana, Argentina, en 1897.

Aunque muy disminuida, la producción de yerba mate no desapareció con los yerbales jesuíticos. Durante el resto del período colonial, el uso de esta yerba, muy extendido, persistió inclusive en regiones del Virreinato del Perú, donde existía otro estimulante metil-xantínico del mismo género: *Ilex guayusa* Loes. emend. Shemluck, también comercializado por los jesuitas de esa zona en Quito. Se ha comprobado que el tráfico de la yerba mate no se interrumpió, y que su empleo en lo que hoy es Perú y Ecuador era habitual. Sin embargo, tras la independencia de las colonias españolas y la adopción del libre comercio, comenzó a introducirse en esos países el té inglés, y así la yerba fue perdiendo paulatinamente los mercados de esos países andinos.

La decadencia y desaparición total de los yerbales cultivados en las reducciones (concluida hacia 1820 tras una serie de guerras libradas en la región, entre las Coronas de España y Portugal, seguidas por las luchas de la independencia), y la política de aislamiento y control del comercio internacional mantenida por el primer gobernante del Paraguay independiente, determinaron que en los años veinte Brasil comenzase la explotación comercial de sus yerbales naturales.

Los más accesibles estaban ubicados en las cercanías de Curitiba, Paraná, y con su paulatino agotamiento fueron progresivamente reemplazados por

El autor de este capítulo es G.C. Giberti (Centro de Estudios Farmacológicos y Botánicos, Buenos Aires, Argentina).

otros situados hacia el poniente. El producto brasileño, que comenzó entonces a difundirse en los mercados como yerba de Paranaguá, era considerado de menor calidad que el de Paraguay. Pero con el tiempo fue reemplazándolo, hecho que se acentuó tras la guerra de la Triple Alianza (1870).

Las limitaciones de la explotación exhaustiva de este recurso forestal incentivaron, a fines del siglo XIX, esfuerzos para lograr nuevamente grandes plantaciones de *I. paraguariensis*, las cuales tuvieron finalmente éxito, especialmente en Argentina.

Paralelamente al crecimiento de la producción argentina de yerba, tuvo lugar la extraordinaria expansión de las fronteras agrícolas en estados tradicionalmente yerbateros del sur brasileño (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul). Lamentablemente, la desaparición de enormes áreas con bosques naturales en esos estados ha comprometido la preservación de la riqueza genética de la yerba mate.

La complicada historia económica del cultivo, apenas esbozada aquí, caracterizada por períodos de escasez alternando con otros de exceso de demanda, a los que debe añadirse la existencia esporádica, pero real, de épocas en las que se le adulteró con otros vegetales, y hasta la forma más común de preparación —mate con bombilla—, considerada por muchos antihigiénica, han incidido en la escasa difusión de la yerba mate fuera de la zona austral de América del Sur.

El uso principal es en infusiones teiformes preparadas con hojas y tallitos secos, desmenuzados industrialmente. Por lo común, la ingestión de la bebida se produce llenando con yerba pequeñas calabazas (mates o cuías), a las que se va agregando paulatinamente agua caliente, sorbiendo el líquido a través de un tubo metálico (la bombilla). Las infusiones de «cimarrón» o mate amargo, suelen modificarse mediante el agregado de azúcar (mate dulce),

leche o hierbas aromáticas. Otras formas de consumo son el mate cocido, el «tereré» (mate preparado con agua fría, común en Paraguay y en el nordeste argentino), licores elaborados con yerba mate, helados, postres, etc. La industria también produce yerba mate compuesta (que posee hierbas aromáticas y/o medicinales), mate soluble y yerba mate en saquitos.

La infusión acuosa de yerba debe sus propiedades estimulantes al tenor de cafeína (entre 1 y 2 por ciento) de forma que, en caso de tomarla en un mate, a lo largo de unos 60 minutos se ingieren un promedio de 80-120 mg de este pseudoalcaloide. Sus cualidades nutritivas se deben a su contenido en vitaminas A, C, complejo B, y a la existencia de minerales (P, Ca y Fe).

Argentina, principal productor y consumidor, cultiva en el nordeste del país (Misiones y Corrientes) unas 130 000 ha de yerba, que producen alrededor de 140 000 t/año. Brasil es el segundo productor mundial, seguido por Paraguay. Para la provincia argentina de Misiones, la actividad yerbatera configura un importante rubro de su producto bruto.

Descripción botánica

Arbol perennifolio dioico, de hasta 18 m de altura. Hojas alternas, coriáceas, obovadas, margen aserrado, ápice obtuso. Inflorescencias en fascículos corimoides, las masculinas en dicasio, con 3-11 floras, las femeninas con 1 ó 3 flores. Flores pequeñas, 4 ó 5 meras, de corola blanquecina. Fruto en núcula; 4 ó 5 pirenos (propágulos) uniseminados.

Florece en primavera (octubre-noviembre), polinización entomófila (dípteros, himenópteros), fructifica de marzo a junio; diseminación endozoica (aves). Embrión rudimentario en muchas semillas externamente maduras, que determina un largo período de germinación desde el momento de la siembra.

FIGURA 27

A. Yerba mate (*Ilex paraguariensis*): A1. inflorescencia; A2. flor; A3. fruto; A4. calabaza y bombilla para el consumo de la infusión.

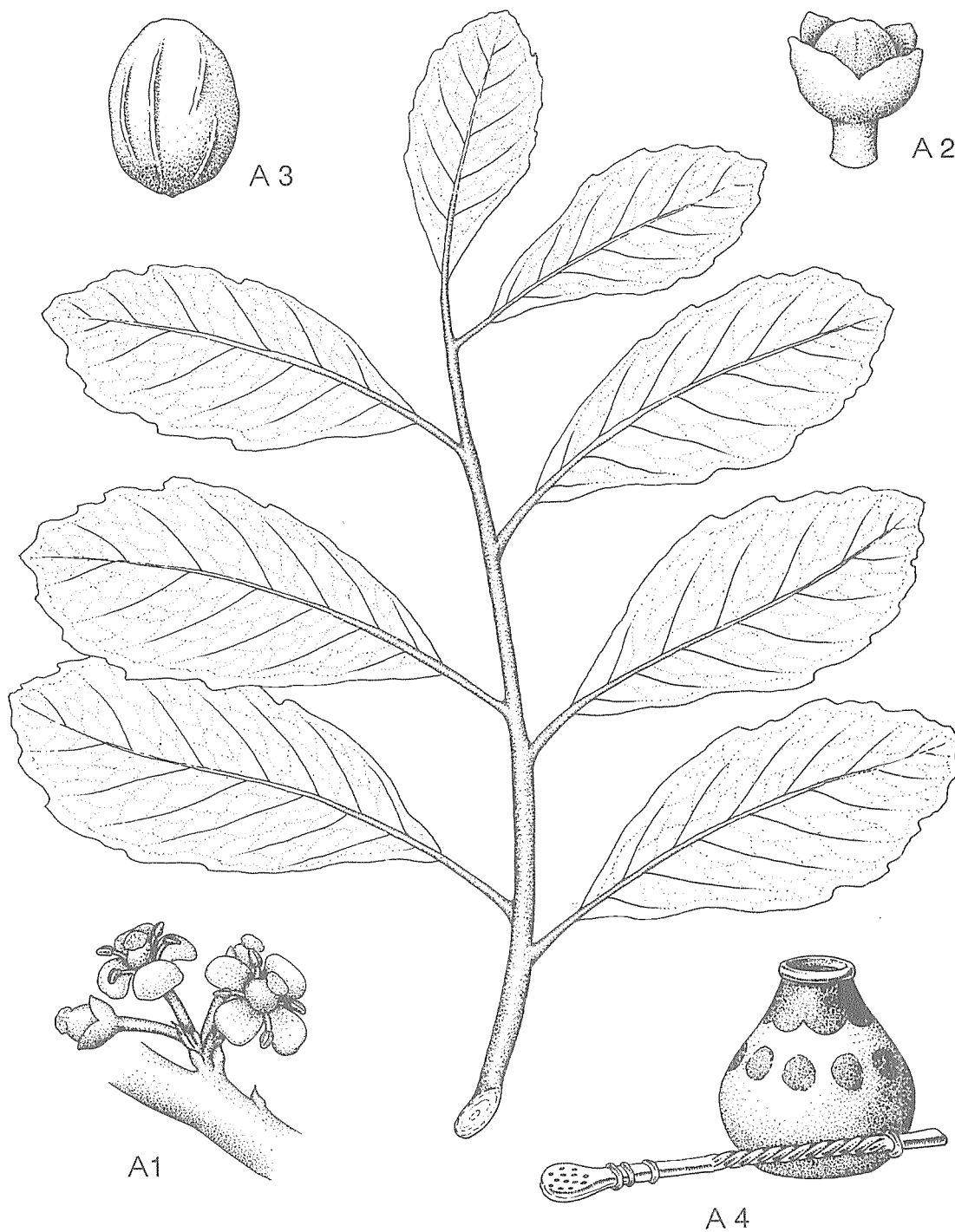
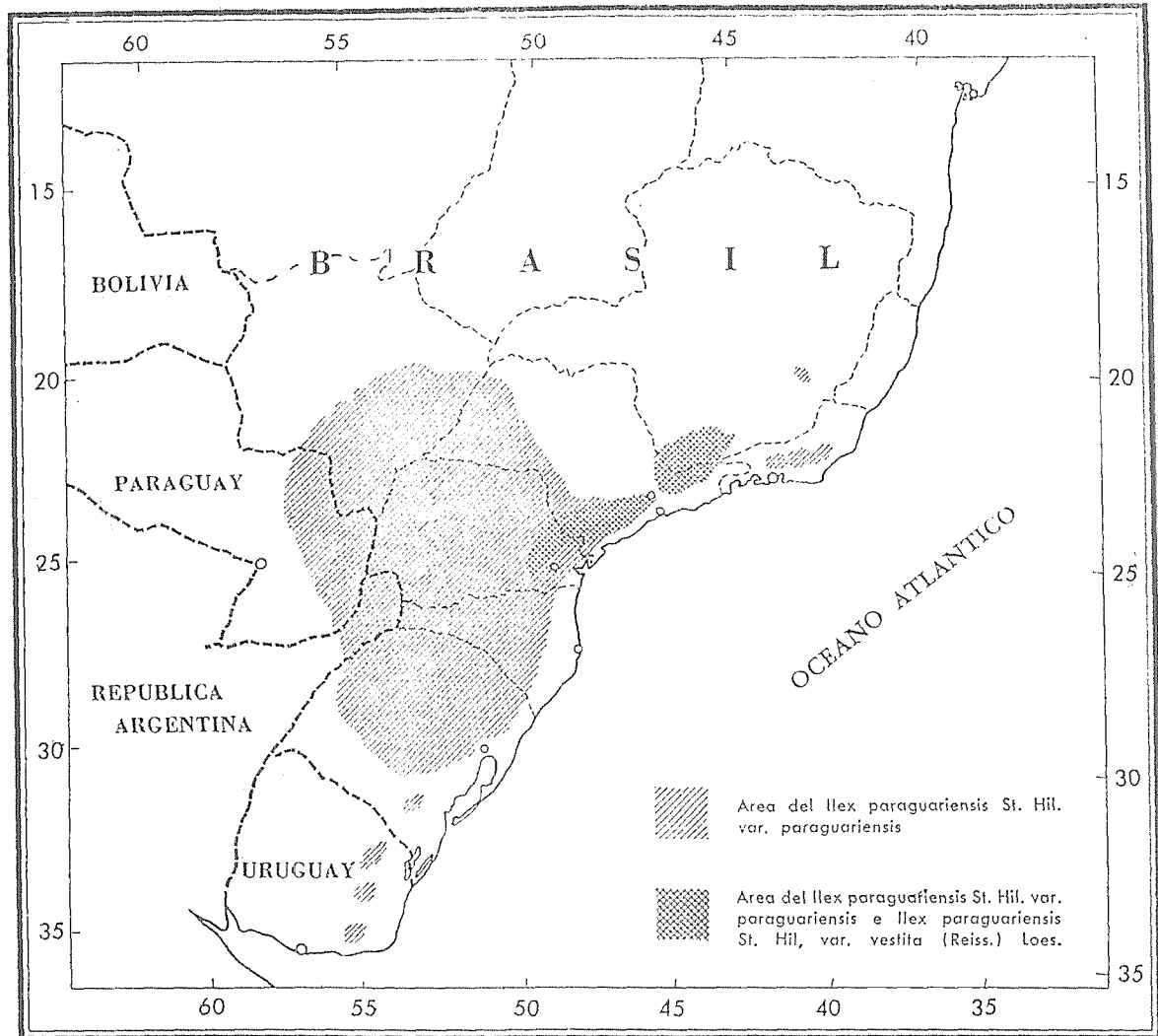


FIGURA 28

Area de distribución de *Ilex paraguariensis* var. *paraguariensis* y var. *vestita*.



Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Entre los requerimientos ecológicos de esta especie subtropical se destacan los de tipo climático, en especial la precipitación media anual y una distribución pareja de las lluvias a lo largo del año. Estas no deben ser inferiores a 1 200 mm anuales, y durante el trimestre más seco—que en la región es el invierno— el mínimo debe ser de 250 mm. Su área de distribución silvestre está siempre libre de déficit hídrico. La temperatura media anual es de aproximadamente 21-22 °C. Las temperaturas mínimas absolutas no deben ser inferiores a -6 °C, si bien las nevadas invernales

son frecuentes en mesetas y serranías al sur de Brasil y este de Misiones.

Suelos lateríticos, ácidos (pH entre 5,8 y 6,8), de textura media a fina.

Distribución geográfica: la Figura 28 muestra la distribución natural de *I. paraguariensis*. El área de cultivo económico de la yerba mate coincide aproximadamente con la zona principal de dispersión de la var. *paraguariensis*.

Diversidad genética

No existe todavía un cuadro moderno y exhaustivo que explique en términos biológicos la variabilidad

infraespecífica de esta especie de amplia dispersión geográfica en América del Sur. Hasta el presente, y basándose exclusivamente en caracteres morfológicos, se reconocen al menos dos variedades: *I. paraguariensis* A. St. Hil. var. *paraguariensis* (la yerba mate cultivada, casi totalmente glabra) e *I. paraguariensis* var. *vestita* (Reisseck) Loes. (no aceptable para su industrialización, de densa pubescencia). Ambas variedades coexisten en áreas reducidas de Brasil.

Las especies silvestres más próximas a *I. paraguariensis* pertenecen al subgénero *euilex* Loes., subsección *repandae* Loes. Solamente *I. cognata* Reisseck vive en el área de distribución de la yerba mate. *I. cognata* es muy poco conocida; su nombre vernáculo es *chá do mato* y tiene empleo dudoso como adulterante de la yerba.

Cierto número de especies silvestres de *Ilex* son simpátricas con la yerba mate genuina y han sido o son utilizadas en la fabricación del producto, si bien hasta el presente y según la legislación vigente, deben considerarse adulteraciones. Entre las más frecuentemente mencionadas merecen citarse: *Ilex affinis* Gardner (el *ca'a chirí* o *congonha* de Goyaz, especie abundante en el cerrado de Brasil central y noreste de Paraguay); *I. dumosa* Reisseck var. *guaranina* Loes. (yerba señorita, *aperea ka'a*, *cauna*, *caá chirí*, nativa de Paraguay, Argentina y Brasil, productora de una yerba mate de sabor amargo y supuestamente cultivada en Misiones por los jesuitas para producir su afamada yerba *caá miní*); *I. theezans* C. Martius ex Reisseck (*cauna de folhas largas*, *ca'a na*, *congonha*, buen sucedáneo de *I. paraguariensis*, (Paraguay, Argentina y Brasil). *I. brevicuspis* Reisseck, la *cauna* o *voadeira* es, como la especie anterior, un fiel acompañante de *I. paraguariensis* en comunidades vegetales características de la región —en las que se destaca también *Araucaria*—, pero el producto obtenido de su industrialización experimental es de baja calidad.

Fuera del área de distribución natural y de

producción de yerba mate, en el noroeste argentino y sureste boliviano, se ha utilizado para preparar yerba *Ilex argentina* Lillo, especie afín, de la que se sabe que no acumula cafeína, sino teobromina. Es un árbol característico de la zona de transición entre los bosques de mirtáceas y de aliso del cerro (*Alnus*) de la provincia fitogeográfica de las yungas.

Cultivares conocidos de *Ilex paraguariensis*.

Todavía es motivo de estudio la clasificación infraespecífica de *I. paraguariensis*. Por lo tanto, la correspondencia entre las variedades biológicas y las variedades hortícolas de yerba mate genuina no es clara. Se enumeran aquí algunas variedades reconocidas como tales por agricultores en los tres países: 'Erva de talo roxo', 'Erva de talo branco', 'Erva piriquita' (Brasil); 'Caá verá', 'Caá manduví', 'Caá panambí', 'Caá cuatí', 'Caá ñú', 'Caá eté', 'Caá mi', 'Caa chacra', 'Caá-jeheni' (Paraguay); 'Yerba colorada', 'Yerba señorita', 'Caá miní' (Argentina), etc.

Recientemente, el INTA en Argentina ha comenzado la difusión de semillas de clones y progenies clonales selectas, que tras ensayos comparativos han demostrado su superioridad.

En *Ilex* silvestres sudamericanos, y en la región yerbatera, los riesgos de erosión genética son altos porque el monte natural va rápidamente cediendo terreno a las actividades agroforestales y ganaderas, proceso acentuado por el poder germinativo relativamente bajo de muchas especies (en especial el de la yerba mate). Como no se ha descubierto todavía un método adecuado que permita preservar el poder germinativo de *I. paraguariensis* por períodos prolongados, no existen bancos de semillas de la especie. No obstante, en la estación experimental agropecuaria Cerro Azul de Misiones, Argentina, desde 1976 se ha comenzado a desarrollar un jardín clonal de yerba mate, complementado con el vivero iniciado en 1986 con *I. paraguariensis* de diversas procedencias y con otras especies de *Ilex*.

Prácticas de cultivo

En la variada y amplia área de producción económica de yerba mate, las prácticas de cultivo o de explotación de los yerbales naturales varían considerablemente en cuanto a sus aspectos técnicos, lo que resulta en rendimientos por hectárea disímiles.

Se pueden distinguir tres modalidades de producción, que se ordenarán de menor a mayor, en función del empleo de técnicas y de sus rendimientos:

Explotación extractiva del monte natural (forestal). Aprovecha la riqueza de yerbales naturales. La cosecha no está mecanizada y el sistema de poda es en general incorrecto. Esta forma de producción está difundida principalmente en Brasil.

Sistema mixto o de enriquecimiento del monte natural. Consiste en incrementar el número de ejemplares del yerbal nativo y en la reposición de los que se han perdido. En Brasil, donde se practica más comúnmente esta modalidad, se llama adensar el yerbal. Como por lo general esta técnica se acompaña con otras que incrementan el rendimiento, tales como cuidados culturales y mejoras en formas de poda, se compensa el mayor costo de producción.

Yerbales cultivados. Sin duda el mejor sistema, generalizado en Argentina hacia 1915. A pesar de tener más altos costos, el rendimiento por hectárea crece mucho. Complementado con medidas tales como mejoras en el diseño de las plantaciones (que han evolucionado desde el tresbolillo, con plantas espaciadas que usaban los jesuitas, hasta el cultivo según curvas de nivel de alta densidad por hectárea y «corte mesa»), con podas en el momento oportuno, labores culturales y cosecha, ha permitido que la producción argentina superase a la brasileña, a pesar de realizarse la

primera en un área más reducida e incluso fuera de los ambientes más aptos para la yerba. Por ejemplo, al pasar de una densidad de 1 000-1 500 plantas/ha (bastante difundida todavía) a una de 2 500 ó 4 000 plantas/ha, la producción puede aumentar de alrededor de 1 000-1 800 kg/ha a 2 100-3 300 kg/ha.

El sistema de poda y conducción de las plantas denominado corte mesa no solamente aumenta el rendimiento sino que se adapta mejor a la cosecha mecánica.

La plantación siguiendo curvas de nivel, el uso de cubiertas verdes naturales o implantadas (colza, leguminosas, etc.), la fertilización (N, P, K), el control de malezas (mecánico y/o utilizando herbicidas), tratamientos fitosanitarios oportunos y la cosecha realizada racionalmente mejoran los rendimientos. Las experiencias relacionadas tienen bastantes años de vigencia, pero lamentablemente sus resultados no se han generalizado. La introducción al cultivo de cultivares mejorados es mucho menos difundida.

Técnicas convencionales de propagación

Propagación sexual («semillas» = pirenos). Esta es la práctica más común de multiplicación. Para la yerba mate, la ventaja de la propagación sexual reside en que la variabilidad de la descendencia puede originar individuos mejor adaptados a diferentes medios (lo cual en otras ocasiones puede no ser deseado).

Las semillas se cosechan en la región (desde febrero hasta abril). Deben estratificarse o sembrarse inmediatamente, de lo contrario pierden rápidamente su bajo poder germinativo.

Conservadas a 5 °C, mantienen un muy reducido poder germinativo (1,7-6,6 por ciento) durante 11 meses más. El relativamente corto período de viabilidad, junto con una tasa de germinación baja (embriones inmaduros, problemas fitosanitarios) ha sido sin duda la causa, en tiempos pasados, de las dificultades de difusión del cultivo en otros continentes.

Propagación agámica. El injerto, estaquillado y acodo no tienen demasiada difusión. La obtención de estacas enraizadas es relativamente difícil y en general se consigue utilizando ramas jóvenes de los padres, independientemente de si se recurre al tratamiento con fitohormonas. Se necesitan más experiencias si se quiere incrementar el porcentaje de enraizamiento.

El cultivo *in vitro* de *I. paraguariensis* está siendo ensayado en Brasil y Argentina por diversos grupos de investigación, con resultados variables que aún no indican con claridad cuáles son las técnicas económicamente viables para la reproducción clonal de individuos selectos.

En Argentina, en 1988, el rendimiento medio en yerba canchada (semielaborada) fue, según la Subsecretaría de Agricultura y Ganadería, de 1 220 kg/ha.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Las limitaciones del cultivo se deben a que el producto carece de una demanda a escala macroeconómica. Los ciclos recurrentes de oferta excesiva, bajos precios, desinversión en las plantaciones, escasez de materias primas, precios altos, muchas veces ligados a términos de comercio internacional entre países productores, que determinan una distorsión mayor, han actuado históricamente en contra de una oferta del producto estable en calidad y cantidad. Peor aun, han desalentado la prosecución de la investigación básica y/o aplicada, que el cultivo y elaboración requieren. La ausencia parcial o absoluta de conocimientos sobre la biología, fitoquímica, bromatología, agronomía e industrialización de la yerba mate ha dificultado la adopción de normativas internacionales, que estandaricen, mejoren y aseguren en el tiempo la calidad del producto en función de su suministro a los grandes mercados internacionales de infusiones metil-xantínicas.

Áreas de potencial introducción de cultivo son las regiones subtropicales con suelos ácidos y

régimen hídrico similares a los de la zona de dispersión natural de la especie.

Recientemente se ha sugerido que *Ilex verticillata*, una especie de América del Norte, podría ser una fuente de obtención de detergentes biodegradables, debido a su alto tenor en saponinas. Puesto que en *I. paraguariensis* todavía se sigue investigando en temas similares, y que además las otras especies relacionadas están aún menos estudiadas químicamente que la yerba, sería interesante profundizar en esos aspectos.

También *Ilex argentina* es como una posible yerba mate sin cafeína, destacando además por su riqueza en fenólicos hepatoprotectores, similares a los de la alcachofa (*Cynara scolymus*).

Se han reseñado, por otra parte, una serie de usos no convencionales de *I. paraguariensis*, como la obtención de aceites comestibles, furfural y cosméticos.

Finalmente, debe señalarse la importancia de las especies silvestres de *Ilex* en la mejora genética del cultivo.

Líneas de investigación

- Botánica: variabilidad infraespecífica de *Ilex paraguariensis*, relaciones de parentesco con otras especies del género. Corología actualizada. Sistemas de cruzamiento de *I. paraguariensis* con otras especies de *Ilex*. Herencia del sexo.
- Fisiología de la semilla y micropropagación.
- Fitoquímica: ciclo de las xantinas en la especie y sus parientes. Compuestos tóxicos e indeseables de especies afines. Determinación analítica de los componentes del sabor de la infusión.
- Actualización bromatológica relativa a las especies afines.
- Arquitectura del individuo de *I. paraguariensis* y de especies afines. Fenología y adaptación de estos árboles a la cosecha mecánica.

- Industrialización: mejoras en los sistemas de secado y de estacionamiento acelerado sin pérdidas organolépticas. Industrias alternativas con subproductos de cultivo.
- Nuevas formas de consumo y presentación del producto.

Bibliografía

- Abbott, T.P. et al.** 1990. Major extractable components in *Asclepias linaria* (Asclepiadaceae) and *Ilex verticillata* (Aquifoliaceae), two potential hydrocarbon crops. *Econ. Bot.*, 44(2):278-284.
- Filip, R. et al.** 1989. Estudio de compuestos presentes en *Ilex argentina* Lillo (Aquifoliaceae). *Anal. Asoc. Quim. Argent.*, 77(4):293-297.
- Fontana, H.P. et al.** 1990. *Estudios sobre la germinación y conservación de semillas de yerba mate* (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Estación Exper. Agrop. Cerro Azul, INTA. *Inf. Técn.*, 52:14.
- Giberti, G.C.** 1989. Los parientes silvestres de la yerba mate y el problema de su adulteración. *Dominguezia*, 7(1):3-21.
- Gómez Vara, M.E. et al.** 1980. *Investigaciones sobre la tecnología de la yerba mate*. APRYMA, Informe, 4:226.
- Grondona, E.M.** 1953. Historia de la yerba mate. *Revista Argent. Agron.*, 20(2):68-95.
- Grondona, E.M.** 1954. Historia de la yerba mate II. Sinonimia, cariólogía y distribución geográfica. *Revista Argent. Agron.*, 21(1):9-24.
- Linhares, T.** 1969. *História econômica do mate*. Rio de Janeiro. Editora Livraria José Olympio.
- Loesener, T.** 1901. Monographia Aquifoliacearum. I. *Nova Acta Acad. Caes. Leop. - Carol. German. Nat. Cur.*, 78:VIII+600.
- Loesener, T.** 1942/60. Aquifoliaceae. En *Nat. Pflanzenfam.* 2ª Edición. Harms, H. & Matfeld, eds. Berlín. págs. 36-86.
- Martínez-Crovetto, R.** 1980. Yerba mate: usos no tradicionales y posibilidades. *Participar*, 2(12):58-61.
- Porto, A.** 1943. *História das Missões orientais do Uruguai*. I. Ministério da Educação e Saúde, Rio de Janeiro.
- Prat Kricun, S.D. et al.** 1986. *Yerba mate: informe de investigaciones realizadas*. Período 84-85. Convenio INTA-CRYM y CRYM-Asoc. Coop. EEA, Misiones.
- Schultes, R. E.** 1979. Discovery of an ancient guayusa plantation in Colombia. *Bot. Mus. Leaflet*, 27(5-6):143-153.

Yautía o malanga (*Xanthosoma sagittifolium*)

Nombre botánico: *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott.

Familia: Aráceas.

Nombres comunes: *castellano:* yautía, malanga (Antillas), macal [México (Yucatán)], quiscamote (Honduras), tiquisque (Costa Rica), otó (Panamá), okumo (Venezuela), uncucha (Perú), gualuza (Bolivia), malangay (Colombia); *portugués:* taioba, mangareto, mangarito, mangarás (Brasil); *francés:* chou Caribe (Antillas); *inglés:* cocoyam; *otros idiomas:* queiquexque (México), tannia, taniera (Antillas).

Dos Aráceas alcanzan importancia mundial como alimentos energéticos: el taro (*Colocasia esculenta*), originaria de Oceanía y sureste de Asia, y la yautía o malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), de los trópicos americanos. En ambas especies las partes utilizables son los tallos subterráneos tuberosos, que contienen, en el caso de esta última especie, entre un 15 y un 39 por ciento de carbohidratos, 2-3 por ciento de proteína y un 70-77 por ciento de agua; ambas son en valor nutritivo comparables a las papas, y probablemente de mayor digestibilidad. Un uso secundario es el

consumo de las hojas tiernas, como espinacas, más común que en el taro.

El cultivo de la yautía debe ser muy antiguo en el Nuevo Mundo; posiblemente se originó en la parte septentrional de América del Sur y se extendió por las Antillas y Mesoamérica. A la llegada de los europeos se conocía del sur de México hasta Bolivia, pero posiblemente era más intenso en las Antillas. La domesticación pudo ocurrir en distintos lugares y con materiales diferentes, y se basó en procesos, como asar y cocinar los cormos, con lo que se eliminaban las sustancias irritantes, cristales de oxalato de calcio y saponinas.

Desde América, la yautía se llevó a África occidental, que es actualmente la mayor región productora; en ella ha ido desplazando al taro por su mayor rendimiento, y porque puede reemplazar a los ñames en la preparación de *fufu*, alimento muy popular en África tropical.

La yautía ha sido tradicionalmente un cultivo de subsistencia, y la producción que no es consumida por las familias de los productores se destina al mercado. Esto explica su marginación, pues aunque es un alimento básico para millones de personas en los trópicos, son pocas las informaciones sobre su cultivo y requerimientos.

Esta situación está cambiando con la apertura de nuevas zonas de consumo, especialmente en el litoral atlántico de los Estados Unidos, donde millones de latinos consumen yautías y otros cultivos tropicales, lo que ha promovido la producción comercial en las Antillas y América Central. Este mercado requiere productos de alta

Los autores de este capítulo son D. Giacometti (CENARGEN/EMBRAPA, Brasília, D.F., Brasil) y J. León (San José, Costa Rica).

Los autores agradecen al Ing. R. Valverde (CIGRAS, Universidad de Costa Rica), sus informes sobre desarrollos recientes en la propagación vegetativa de *Xanthosoma*.

calidad, bien presentados, y a su vez está marcando las pautas de producción y mercadeo.

Como en el caso de otros cultivos marginados, los esfuerzos por industrializar el producto y diversificar su uso han sido muy pocos. En Puerto Rico se iniciaron ensayos con resultados muy satisfactorios para preparar *chips*, mediante la deshidratación instantánea, y harina de yautía. Si se considera que con el taro se ha desarrollado una producción industrial muy variada, se puede predecir que, con la aplicación de tecnología, se pueden fabricar a base de yautía una serie de productos industriales semejantes a los que se obtienen del taro.

La producción a nivel de la empresa familiar o comercial debe considerarse en relación con los otros alimentos energéticos que se producen en la misma región: yuca, papa, camote, taro y ñame. En la mayoría de los mercados de América Latina, la yautía se aprecia como una especie superior, por su sabor y textura.

Encuestas hechas en Puerto Rico muestran que la población rural prefiere por su sabor la yautía al camote, ñame y plátano verde, y que en Filipinas se la prefiere al taro. La producción no satisface la demanda: en Venezuela, en 1970, se comercializaron 56 305 t, cifra situada por debajo del consumo potencial.

Descripción botánica

Herbácea perenne, en un cormo o tallo principal subterráneo, en forma de rizoma, del que brotan tallos secundarios engrosados, o cormelos. Del tallo principal nacen asimismo varias hojas grandes, sagitadas, erectas con largos pecíolos acanalados; inflorescencias brotando entre las hojas en espádice, provistas de una espata blanca de 12-15 cm que se cierra en su base en forma de cámara esférica y se abre superiormente en una lámina cóncava; el espádice, cilíndrico, ligeramente más largo que la espata, con flores femeninas en su porción inferior, masculinas en la supe-

rior y estériles en la media. Los espádices son raramente fértiles, produciendo pocas semillas viables. La duración del ciclo de crecimiento es de 9-11 meses; durante los seis primeros se desarrollan los cormos y hojas. En los últimos cuatro el follaje se mantiene estable y al comenzar a secarse, las plantas están listas para la cosecha de cormelos.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

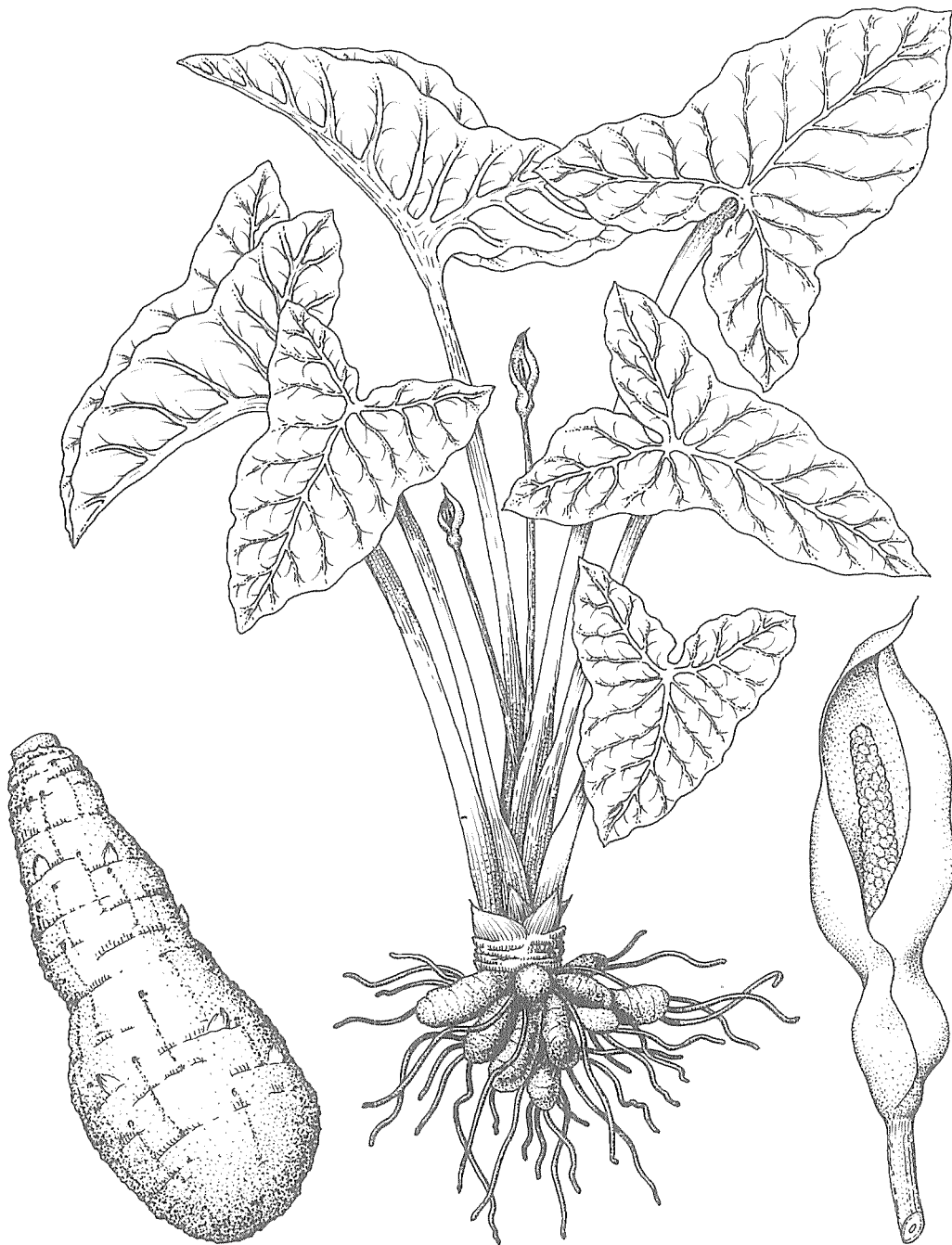
Las especies de *Xanthosoma* son plantas de la selva tropical lluviosa, que aunque en su hábitat natural crecen bajo el dosel del bosque, en cultivo se siembran por lo común a pleno sol. Requieren suelos bien drenados, y no toleran agua permanente. La temperatura media para su crecimiento óptimo debe ser superior a 20 °C.

Diversidad genética

La posición taxonómica de las especies de *Xanthosoma* cultivadas por sus tallos subterráneos es confusa. Las variedades cultivadas han sido asignadas a cuatro especies: *X. atrovirens*, *X. caracu*, *X. nigrum* (*X. violaceum*) y *X. sagittifolium*, pero algunos cultivares no han podido ser asignados a ninguna de ellas. Además, los caracteres distintivos entre especies y cultivares —forma de la hoja, nervadura, color del pecíolo—, no son claramente definidos. En una especie afín, el taro, con una variación posiblemente más amplia, todos los clones se consideran como una sola especie. En *Xanthosoma* y taro, la gran diversidad conocida (más de 100 clones en el caso del taro), puede originarse de algunas segregaciones (en el taro y *Xanthosoma* la formación de semilla es muy rara), o de mutaciones de la yema; en ambos casos los agricultores que detectan una variante nueva, la mantienen en cultivo y la multiplican por propagación vegetativa. En los últimos años, la tendencia ha sido la de dar el nombre de *X. sagittifolium*, que corresponde por prioridad, a todos los clones de *Xanthosoma* cultivados, hasta

FIGURA 29

Yautía o malanga (*Xanthosoma sagittifolium*).



que una revisión moderna del género aclare la situación taxonómica de las especies mencionadas.

Los cultivares de *Xanthosoma* han sido descritos a partir de colecciones establecidas en Puerto Rico y Trinidad y Tabago, con materiales autóctonos o introducidos, y no pasan de 50. Muestran una amplia diversidad de porte, forma y color de las hojas y cormelos. Los rendimientos, según se comprueba en cultivos experimentales, registran amplias variaciones, y lo mismo puede decirse del contenido en carbohidratos y aminoácidos.

Es urgente establecer colecciones a nivel mundial, vivas e *in vitro*, que permitan evaluar el potencial genético frente a las necesidades y problemas actuales. Esto implica coleccionar los cultivares conocidos, tanto en el Nuevo Mundo como en Africa; explorar la parte septentrional de América del Sur en busca de los posibles tipos silvestres y de cultivares primitivos, y especies afines (como *X. jacquini*). El cultivo *in vitro* permite ahora obtener material de propagación sano y de fácil transporte. Estudios citológicos de una colección mundial pueden llevar, como en el taro, a establecer grupos naturales de cultivares, y a servir de base para la mejora genética. El CIRF ha publicado recientemente una lista de descriptores de *Xanthosoma*.

Prácticas de cultivo

Propagación. El material de siembra más corrientemente usado son secciones del cormo central, de 100-150 g, con 3 ó 4 yemas: dan rendimientos muy superiores a los cormelos, que a veces también se utilizan.

En Costa Rica se ha desarrollado un sistema para suministrar a los agricultores «semilla» originada de cultivos de ápices de tallo crecidos *in vitro*, libres de virus. Con este material no sólo se cuadruplica el rendimiento, sino que la porción exportable de la cosecha se incrementa de 40 a 80 por ciento, lo que compensa ampliamente el costo de la siembra. La eliminación del virus de la malan-

ga es hasta ahora la operación más remunerativa en el cultivo de la yautía. El sistema consiste en la producción de plántulas en laboratorios públicos o privados, que las suplen a agricultores o cooperativas capaces de desarrollarlas en las condiciones especiales que requieran. De estas plantas se obtiene la «semilla» tradicional: secciones de cormos o cormelos enteros, que se venden a los agricultores como material de siembra libre de virus.

Siembra. El terreno para la siembra se ara y rastrea; se forman montículos o camellones para plantar la semilla. La siembra se hace en camellones cuando la cosecha es semimecanizada. Las porciones del cormo se colocan de 6-7 cm de profundidad, pues más cerca de la superficie producen numerosos brotes laterales, que disminuyen el rendimiento. La distancia de siembra en cultivos comerciales es de 1,30 m entre hileras y 40-50 cm entre plantas. En siembras pequeñas, se plantan en montículos a 1 × 1 m o 1,3 × 1,3 m. En Nigeria, en siembras hechas con cormelos, los mejores resultados se obtuvieron con distancias de 1,6 × 1,6 m.

Cultivo. El control de las malezas tiene un período crítico en los primeros seis meses. La preparación del terreno para la siembra (arada y rastrillado), ayudan considerablemente al control de las malas hierbas, que se refuerza con la aplicación de herbicidas de preemergencia. Como las plantas necesitan varios aporques, éstos contribuyen a mantener el terreno limpio.

El uso de abonos químicos y orgánicos está generalizado tanto en las siembras pequeñas como en las comerciales. En estas últimas se hacen varias aplicaciones de fertilizantes; por ejemplo, las recomendaciones en Costa Rica son de 150 kg/ha de 10-30-10 en el momento de sembrar, 200 kg de nutrán a los dos meses y 200 kg/ha de 15-3-30 a los cuatro meses.

El problema más serio actualmente es el «mal seco», un complejo producido por hongos (*Rhizoctonia*, *Phyium*) y bacterias (*Erwinia*, *Pseudomonas*) que ataca a las plantas jóvenes produciendo el marchitamiento del follaje y la pudrición de los cormelos, lo que implica la pérdida total de la cosecha. El control de la enfermedad es difícil y se requiere una investigación completa del problema. Por el momento se recomienda drenar el terreno, plantar en camellones y practicar la rotación de cultivos.

Cosecha. En las siembras comerciales la cosecha se hace 10-12 meses después de la siembra, cuando el follaje se torna amarillo y se comienza a secar. La recolección se hace a mano o en forma semimecanizada; en este último caso se añade al tractor una plancha de hierro de la anchura de éste, con un pico central que se entierra en la hilera de las plantas, las remueve y deja sueltos el cormo central y los cormelos, que se recogen a mano.

El producto comercial se lava, seca y desinfecta cuidadosamente, y se coloca en cajas en cámaras refrigeradas.

En siembras pequeñas, los cormelos se empiezan a cosechar de 4-6 meses después de la siembra, sin arrancar la planta.

Perspectivas de mejora y limitaciones

La producción de yautía puede ser mejorada considerablemente, tanto como artículo de subsistencia, como bien de exportación comercial y como producto de uso industrial. Al igual que cuanto ocurre con la mayoría de los cultivos marginados, no se han realizado aún investigaciones en los aspectos más elementales, por la falta de difusión de nuevas tecnologías y la carencia de sistemas de comercialización a nivel nacional e internacional.

El papel de la yautía en los sistemas de agricultura sostenible debe ser estudiado cuidadosamente, sobre todo en las siembras mixtas. Aunque en

estas condiciones se planta intercalada con cultivos más altos que le dan sombra y reducen su rendimiento, los ingresos adicionales que obtiene el agricultor son muy importantes.

La amplia diversidad genética debe ser explotada tanto en forma directa, en la evaluación de cultivares —por su resistencia a enfermedades, rendimiento y valor nutritivo—, como en el mejoramiento genético (que apenas se ha iniciado). El objetivo debe ser lograr producciones de 30 t/ha, con un 10 por ciento de proteínas.

La utilización industrial de la yautía está apenas iniciada, y puede esperarse que sea tan variada como la del taro, en alimentos preparados para niños, harina, *chips*, etc.

La limitación principal en el desarrollo de la yautía como cultivo son las enfermedades, particularmente el «mal seco». Este problema, por complejo, debe recibir atención inmediata, atacándolo desde el punto de vista fitosanitario y agronómico.

La yautía, como pocos de los cultivos marginados, presenta una situación especial —la falta de intercambio de información y germoplasma entre las zonas productoras—, que se debe a la amplitud de su cultivo, que ya se extiende por todas las regiones tropicales. Conforme se intensifica en una región, los progresos que se registran no se difunden mucho, por razones geográficas o lingüísticas. Esta situación debe corregirse mediante el establecimiento de un sistema centralizado de información, como las cooperativas para cultivos de tomate, cucúrbitas, sorgo, al cual tengan acceso todos los países y agrónomos interesados. Esto puede conducir al intercambio de germoplasma *in vitro*, a visitas de científicos y agricultores que divulguen experiencias aún no publicadas, y al empleo de otros medios de comunicación que sirvan para dar a conocer los progresos que se alcancen localmente.

El futuro de la yautía —alimento de valor excepcional por sus características organolépticas y propiedades nutritivas— está en una ampliación de los

mercados de exportación, en la aplicación de tecnología para diversificar su utilización y en promover un consumo más intensivo en la alimentación popular en las regiones tropicales.

Bibliografía

- Abruña, R.F., Boneta, G.E.G., Vicente-Chandler, J. y Silva, S.** 1967. Experiments on tanier production with conservation in Puerto Rico's mountain region. *Journ. Agric. Univ. Puerto Rico*, 51:167-175.
- Acosta, M.A.** 1969. *Identificación y descripción de las variedades de yautía (Xanthosoma) en la colección de la subestación en Gurabo*. Universidad de Puerto Rico. Est. Exp. Río Piedras Publ. Misc. 67.
- Barrent, O.W.** 1925. The food plants of Puerto Rico. *Journ. Dep. Agric. Puerto Rico*, 9:61-208.
- CIRF.** 1989. *Descriptors for Xanthosoma*. Roma.
- Conita.** 1991. *Raíces y tubérculos*. Serie ITTA N° 14. San José, Costa Rica.
- Gooding, H.J. y Campbell, J.S.** 1961. Preliminary trials of West Indies *Xanthosoma* cultivars. *Trop. Agric. Trin.*, 38:146-152.
- Haudricourt, A.** 1941. Les colocasides alimentaires (taros et yautias). *Rev. Internat. Bot. Appl. Agric. Trop.*, 21:40-65.
- Jordan, F.L.** 1979. Preliminary work with tanier (*Xanthosoma* spp.) in Puerto Rico. *Journ. Agric. Univ. Puerto Rico*, 63:469-473.
- Monge, M., Arias, O. y Ramírez, P.** 1987. Obtención de plantas de tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*), de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) y de ñampi (*Colocasia esculenta*) libre de virus por medio del cultivo *in vitro* de ápices. *Agron. Costar.*, 11:71-79.
- Morton, J.F.** 1972. Cocoyams (*Xanthosoma racu*, *X. atrovirens* and *X. nigrum*), ancient root and leaf vegetables, gaining in economic importance. *Proc. Florida St. Hort. Soc.*, 85:85-94.
- Rodríguez-Sosa, E.J. y Gonsález, M.** 1977. Preparation of instant tanier (*Xanthosoma sagittifolium*) flakes. *Journ. Agric. Univ. Puerto Rico*, 61:26-31.
- Wilson, J.E.** 1980. *Cocoyam breeding by flowering induction pollination and seed germination*. Ibadán, International Institute of Tropical Agriculture.

Al otro lado del Atlántico: España

Procesos y causas de la marginación; repercusiones de la introducción de la flora americana en España

Una visión retrospectiva de la agricultura española y del espectro de especies cultivadas durante los últimos 500 años mostraría con claridad la notable variación experimentada respecto a la naturaleza de los cultivos. Estos cambios se manifiestan no sólo por la progresiva incorporación de la flora americana al paisaje agrícola ibérico e insular (patata, maíz, girasol, frijoles, tomate, algodónes americanos, aguacates, chirimoyos, tabaco, etc.), sino también por la pérdida de un buen número de las especies cultivadas durante los siglos anteriores al del viaje de Colón. Efectivamente, se descubre la presencia de numerosas especies hoy olvidadas en la agricultura, gracias a la documentación procedente del período hispanorromano, que se puede estudiar por ejemplo a través de Columela (siglo I), del período hispanovisigodo, a las que alude Isidoro de Sevilla (siglo VII), o mejor todavía a partir de la riquísima información transmitida por los geóponos (agrónomos) andalusíes del período hispanoárabe—Arib Ibn Said (siglo X), Ibn Abi Yawad (siglos X-XI), Ibn Hayyay (siglo XI), Ibn Bassal (siglo XI), Al Tignari (?), Ibn al-Awamm (siglo XII), Ibn Luyun (siglo XIV), entre otros—.

Se elegirá como referencia la agricultura meridional española del siglo XV. Se trata de un asunto de valiosa documentación gracias a los autores

hispanoárabes de los siglos precedentes. Por Andalucía se van a promover y producir preferentemente los intercambios de ejemplares y semillas con América durante los siglos XVI y XVII, merced a la centralización del comercio, protagonizada por la Casa de Indias en Sevilla. Además, son las tierras de Andalucía occidental con las que cuenta inicialmente la Corona española para producir el trigo que alimentará las colonias de las Nuevas Indias Occidentales y paliar los déficit cerealistas registrados desde los primeros momentos en tierras americanas.

La conquista de Andalucía occidental por los reyes cristianos había durado entre 150 y 200 años, iniciándose en el siglo XIII. Por lo tanto, la agricultura había sido trasformada en buena medida bajo patrón castellano (cerealista y ganadero). Sin embargo en Andalucía oriental acababan de ser vencidos los hispanomusulmanes del reino nazarí, y no sólo su paisaje agrícola y costumbres sino sus propios pobladores habían permanecido en la región durante cierto tiempo. Jerónimo Münzer, un viajero nurenburgués que visitó la Península Ibérica entre 1494 y 1495, describe el recién conquistado reino de Granada por las huestes cristianas, refiriéndose en términos admirativos y respetuosos a la agricultura nazarí, estructurada en huertos y regadíos, destacando el primor de sus técnicas de cultivo, el desarrollo de las de riego, y la elevada biodiversidad de especies y variedades cultivadas, establecidas bajo un paisaje notablemente arbolado.

Los autores de este capítulo son J.E. Hernández Bermejo y A. Lora González (Jardín Botánico de Córdoba, Córdoba, España).

La diversidad de especies agrícolas era parecida a la que hubiera sido posible imaginar en todo el sur ibérico a partir del siglo x, hasta que el feudalismo castellano heredado del visigodo acabó progresivamente con la agricultura más privatizada y hortelana del período andalusí. A través del *Kitab al Filaha*, el tratado de agricultura de Ibn al-Awamm —seguramente el más importante y enciclopédico de los escritos medievales del Occidente europeo—, se descubren los principales elementos de este paisaje. Cultivos arbóreos dominados por olivos, vides, almendros, algarrobos, higueras, melocotoneros, albaricoqueros, manzanos, perales, nísperos, membrilleros, castaños, nogales, pistachos, azarolos, majuelos, palmeras datileras, limoneros, cidros, zamboas, azofaifos, almeces, moreras, avellanos, encinas, madroños y mirtos. Huertos con lechugas, zanahorias, rábanos, coles, coliflores, berzas, melones, pepinos, acelgas, espinacas, puerros, cebollas, berengenas, habichuelas, cardos, alcachofas, verdolagas, numerosas especias y plantas aromáticas (albahaca, mastuerzo, alcaravea, azafrán, cominos, alcaparras, mostazas, mejoranas, hinojo, toronjil, cominos, tomillos...). Campos de cereales y leguminosas sembrados de trigo, cebada, arroz, mijo, panizo y escaña entre los primeros; y habas, habichuelas, guisantes, garbanzos, lentejas, yeros, altramuces, y alholvas entre los segundos. Cultivos de caña de azúcar en el litoral de Almuñécar y Vélez-Málaga; cultivos textiles como lino, algodón (asiático) y cáñamo; tintóreos de alazor, rubia, alheña, hierba pastel y azafrán; encurtidoras como el zumaque. Se aprovechaban especies silvestres como el esparto, mimbreras y palmito; se producía cochinilla de tintoreros y gusanos de seda mediante el cultivo de sus plantas hospedantes; se plantaban numerosas especies ornamentales en los jardines y se utilizaba infinidad de hierbas medicinales... Este era el paisaje agrícola previo a 1492.

Si se compara la agricultura de la España meri-

dional de los Reyes Católicos con la oficial castellana de Alonso de Herrera (siglo xvi), con la de los Austrias (Gregorio de los Ríos), con la de la Ilustración y Decadencia del Imperio (Lagasca, Rojas Clemente, Claudio y Esteban Boutelou, Arias y Costa), y con la de la primera mitad del siglo xx (Dantin Cereceda), se constata la evidente pérdida de un cierto número de cultivos. Cabe, entonces, formular las siguientes preguntas: ¿Cuáles fueron las especies marginadas? ¿Cuáles fueron las especies americanas que se introdujeron en España? ¿Cómo y por dónde llegaron? ¿Qué causas influyeron en la marginación de los cultivos ibéricos? ¿Fue dicha marginación consecuencia de la difusión de las especies americanas? ¿Cuáles fueron los mecanismos de sustitución o marginación?

Se tratará, en lo que sigue, de dar respuesta a cada una de estas preguntas.

ESPECIES MARGINADAS

Se ha producido una notable pérdida de importancia, marginación o incluso olvido total de muy diferentes especies. Algunas permanecen asilvestradas viviendo en cunetas y lindes de cultivo, como testimonio de su pasada vocación agrícola, e incluso se comportan como malas hierbas de otros cultivos. Otras han desaparecido por completo de la flora agrícola española. Se agruparán bajo diversos epígrafes relacionados con su aprovechamiento.

Hortícolas

Tal vez sea éste el grupo más nutrido en especies marginadas, especialmente las hortícolas que se pueden llamar amargas. Se trata en su mayoría de especies consumidas como verdura (cocida, rehogada o en fresco en forma de ensaladas). Algunas gastronomías actuales en Europa (y también en América por exportación del cultivo y tradición de consumo) las incorporan aún de forma preferente como guarnición de carnes. También

hay algunas muy aromatizantes, difícilmente separables de su cualificación como especias o aromáticas. Entre ellas están las Amarantáceas: *Amaranthus lividus* (bledos); las Apiáceas: *Foeniculum vulgare* (hinojo), *Pastinaca sativa* (chirivía), *Smyrniolum olusatrum* (apio caballero u olosatro); las Asteráceas: *Taraxacum officinale* (diente de león), *Silybum marianum* (sílbo o cardo mariano), *Cichorium intybus* (achicoria), *Scolymus maculatus* (tagarnina), *Scolymus hispanicus* (cardillo), *Tragopogon porrifolius* (salsifí), *Scorzonera hispanica* (salsifí negro); las Borragináceas: *Borrago officinalis* (borraja), *Simphytum officinale* (consuelda mayor); las Brasicáceas: *Eruca vesicaria* (oruga), *Nasturtium officinale* (berro), *Lepidium sativum* (mastuerzo), *Armoracia rusticana* (rábano picante); las Poligonáceas: *Rumex acetosa* (acedera) y otras especies del género; las Portulacáceas: *Portulaca oleracea* (verdolaga); las Quenopodiáceas: *Atriplex hortensis* (armuelle), *Chenopodium album* (cenizo).

También pudieron ser cultivadas o tal vez sólo aprovechadas en forma silvestre otras muchas especies como *Silene inflata*, *Campanula rapunculus*, *Salsola* spp., *Chenopodium bonus-henricus*, *Bunias erucago*, *Barbarea verna*, *Cochlearia officinalis*, *Cardamine vulgaris*, *C. pratensis*, *Lepidium campestre*, *Rapistrum rugosum*, *Capsella* spp., *Crambe* spp., *Carduus benedictus*, *Carthamus coerulescens*, *C. arborescens*, *Arctium lappa*, *Reichardia picrioides*, *Calendula officinalis*, *Hyoseris radicata*, *Chrythmum maritimum*, *Eryngium maritimum*, etc.

Leguminosas

Se incluyen aquí varias leguminosas de grano utilizadas en alimentación humana, animal o mixta como: *Lathyrus sativus* (almorta, guiño, tito), *Lathyrus cicera* (titarro, chícharo, galgana), *Trigonella foenum-graecum* (alholva), *Vicia ervilia* (yeros, alcarceña, ervilla, lenteja bastarda), *Vicia monanthos* (garroba, algarroba), *Vicia narbonensis*

(alverjón), *Vigna sinensis* (habichuela, caupí).

Por ejemplo, las habichuelas se cultivaban en la Península antes que se conocieran los frijoles americanos (*Phaseolus* spp., principalmente *P. vulgaris*). Corresponderían principalmente a la especie *Vigna sinensis* o tal vez también a *Dolichos lablab*, ambas Faseoleas del Viejo Mundo conocidas desde muchos siglos en el Occidente mediterráneo, pero especialmente cultivadas en el período hispanoárabe. Para apreciar el olvido o marginación que estas leguminosas han sufrido como consecuencia de la introducción de los frijoles americanos (judías, alubias y también habichuelas), se recordará que de acuerdo con el texto de Ibn al-Awamm, se cultivaban en Al-Andalus al menos doce «especies» de ellas (cultivares) como mínimo, que se denominan con nombres como marfilada, adivina, jacintina, dura o bermeja, de picaza, alfahareña, romana, etiópica, blanca... Esta biodiversidad genética corría parejas con una alta variedad en sus formas de consumo: en verde (las vainas, aderezadas con aceite y vinagre), en sopas junto a pescados salados, cocidas las semillas con agua, transformadas en harina, preparando luego purés que se servían como guarnición de otros platos, sazonados además con especias.

También se debería incluir en este grupo una buena parte del germoplasma de otras leguminosas de grano, muy utilizadas en la alimentación humana y abundantemente cultivadas en la actualidad, pero cuya variabilidad infraespecífica, a nivel de variedades o cultivares locales, se ha visto notablemente mermada durante los últimos siglos, por ejemplo, *Cicer arietinum* (garbanzo), *Pisum sativum* (guisante), *Vicia faba* (haba), *Lens esculenta* (lenteja).

Cereales y otros granos

Puede mencionarse la marginación de *Panicum miliaceum*, *Setaria italica*, *Pennisetum glaucum* (mijos y panizos), escañas (*Triticum spelta*,

T. dicoccum) y en menor medida sorgos (*Sorghum* spp.) entre los cereales, o el olvido total de otras especies de grano no gramíneas, antaño utilizadas como fuente de hidratos de carbono; tal es el caso de la buglosa (*Anchusa officinalis*) o del llantén (*Plantago* spp.). Cáñamo, lino y ajonjolí también figuraron entre las especies de grano para los agrónomos de siglos pasados.

Arboles frutales

Con independencia de alguna recuperación local y muy actual, llegaron casi a desaparecer por completo del cultivo en la Península especies otrora frecuentemente cultivadas como: *Citrus medica* (cidro), *Pistacia vera* (alfónsigo o pistacho), *Ziziphus lotus* (azofaifo), *Sorbus domestica* (serbal), *Crataegus azarolla* (azarolo), *Celtis australis* (almez, almezo), *Myrtus communis* (arrayán).

Otras especies, que tal vez tuvieron mayor importancia van mermando progresivamente, reciben otros usos o son cultivadas de forma más marginal, como *Ficus carica* (de la que se ha perdido parte de su biodiversidad en cultivo), *Cydonia oblonga*, *Ceratonia siliqua*, algunos cítricos como la zamboa o la bergamota, variedades locales de manzanos, perales, melocotoneros, etc.

Aromáticas, perfumeras, tintóreas, colorantes, encurtidoras

Pese a que algunas especias y aromáticas, como el azafrán, han resistido el paso de los siglos, otras perdieron su importancia y resultaron desplazadas parcial o totalmente por las especias americanas introducidas (*Capsicum* spp., sobre todo) o por la intensificación del mercado internacional de especias. Este es el caso por ejemplo del mastuerzo y de algunas mostazas. Algunas aromáticas europeas y mediterráneas son hoy día tal vez mucho más cultivadas o utilizadas en la cocina latinoamericana que en la española (cilantro y romero, por ejemplo). Entre las tintóreas se

perdió el cultivo de plantas como hierba pastel (*Isatis tinctoria*), alheña (*Lawsonia inermis*), gualda (*Reseda lutea*). Algo similar ocurrió con encurtidoras como el zumaque (*Rhus coriaria*).

LA LLEGADA DE LAS ESPECIES AMERICANAS

Siglos XVI y XVII

Las especies americanas comienzan a llegar a Europa con Colón, iniciándose así un proceso irregular pero continuo en la transferencia de germoplasma y de información etnobotánica relativa al uso de los nuevos cultivos americanos, que prosigue e incluso se intensifica en la época actual. Se conocen las causas, formas y lugares de llegada y la naturaleza de las especies transportadas de América a España, durante los dos primeros siglos de intercambio, gracias a la crónica de los mismos viajes de Colón y, más tarde, a las de los cronistas de Indias (Fray Bartolomé de las Casas, Gonzalo Fernández de Oviedo, Bernal Díaz del Castillo, Bernardino de Sahagún, Alvar Núñez Cabeza de Vaca, José de Acosta, el inca Garcilaso de la Vega y Bernabé Cobo), junto a las narraciones de otros que no llegaron a cruzar el Atlántico como Francisco López de Gomara, Pedro Mártir de Anglería y Andrés Bernaldez. La obra del médico y naturalista sevillano Nicolás Monardes, junto a los catálogos de plantas presentes en diferentes herbolarios y jardines botánicos de la época como los de Castore Durante, Jacques Daleachampe, John Gerard, Charles l'Ecluse (Clusius) y James Donn constituyen igualmente documentos básicos de referencia. Finalmente, la ingente información contenida en el *Archivo general de Indias* constituye una fuente monumental de información directa y oficial sobre el transporte de todo tipo de mercancías —incluido germoplasma vegetal— entre el Nuevo Mundo y España. Hemos consultado una pequeña parte de los textos aunque los 14 millones de documentos encierran todavía muchos datos inéditos sobre este particular.

La primera década trascurrida desde que Colón arribase a las costas americanas fue un tanto peculiar en cuanto al tratamiento económico-comercial que la Corona española dio a sus nuevas colonias. En el reglamento dictado para el gobierno de la segunda travesía colombina se evidencia claramente un intento de controlar rigurosamente cuantas personas, animales, vegetales, minerales y cosas viajen en ambos sentidos del océano. Si bien éste fue el espíritu inicial en 1493, dos años después la Corona cedía ante la expectación suscitada por los acontecimientos, permitiendo a todos sus súbditos viajar a las Indias Occidentales para establecerse, explorar o ejercer el comercio, siempre bajo condiciones muy estrictas y ciertamente gravosas. De nuevo, hacia 1501, la política de los Reyes Católicos vuelve a cambiar endureciéndose las restricciones para el libre intercambio: nadie podría, sin licencia real, establecerse, ni descubrir, ni explorar en los nuevos territorios. Como desenlace de estos titubeos, se crea en 1503 la Casa de Contratación de las Indias, cuya sede se establece en Sevilla, y que vendría a representar durante los dos siglos siguientes un férreo control del tráfico de personas y mercancías con América.

A pesar de los teóricos motivos iniciales del viaje de Colón, de sus descripciones y admiración por las bellezas naturales de las islas descubiertas, y de que algunos historiadores contemporáneos no renuncien a la interpretación de que también el mundo vegetal formó parte de los intereses y acicates de los aventureros españoles del siglo XVI, nos inclinamos más bien a aceptar que el transporte de plantas se convirtió en un objetivo muy secundario, frente a la fiebre del oro y otros metales, de la que ya el propio Colón fue víctima durante su primer viaje.

¿Cuál fue al principio la actitud global del europeo frente a la vasta cultura etnobotánica de los pueblos amerindios y ante la ancestral tradición agrícola de muchas de sus etnias? Sorpresa y

curiosidad, desde luego, pero teñidas de reticencia y desconfianza que incluso llegan a traducirse en desprecio y persecución de ciertos cultivos autóctonos (huautli). Desde España se envían masivamente los principales alimentos y simples que constituían la dieta y medicina oficial. Cortés por ejemplo, desde México, en 1524, pide a la Metrópoli «que cada navío traiga cierta cantidad de plantas y que no puedan salir sin ellas, porque será mucha causa para la población y perpetuación de ella».

Durante las primeras décadas del siglo XVI se ensaya insistentemente la siembra del trigo en las nuevas tierras. Juan Garrido y Alonso Martín de Xerez son los primeros en sembrarlo con éxito en Nueva España, Beatriz de Salcedo en el Perú. En 1531 había ya pueblos especializados en este cultivo en los territorios americanos, pese a las muchas dificultades que la agricultura cerealista tuvo para prosperar entre los indios. A la vista de la insuficiencia de las colonias para autoabastecerse de trigo, se decide que Andalucía occidental se convierta en el granero del Nuevo Mundo, y que los colonos del metal sean alimentados con las harinas béticas. Pero Andalucía no es capaz ni de asegurar su propio consumo. Cunde el hambre, registrándose períodos de gran mortalidad por esta causa en Andalucía. El trigo acaba por ser importado de Sicilia y Nápoles hacia Sevilla, desde donde partía hacia América.

Se envían también durante esta primera mitad del siglo XVI semillas de muchas hortícolas. Entre las especies más citadas en los documentos conservados en el *Archivo de Indias* se encuentran por ejemplo: coles, nabos, rábanos, borrajas, calabazas vinateras, berzas, zanahorias, espina-cas, berenjenas, lechugas, cohombros, cardos, cebollas, cebollinos, pepinos, mastuerzos, melones, verdolagas, apio; también hay muchas especias y aromáticas como mostaza, albahaca, romero, cantueso, hinojo, ruda, culantro, cominos, cañamones, perejil, orégano y anís. Chocante al

menos parecen estos ensayos de introducción de especies que finalmente resultarán marginadas en la metrópoli (borrajas, mastuerzo, verdolagas...). Cortés, en 1520, informaba a Carlos V de que en el mercado de Tenochtitlán podían verse ya cebollas, puerros, ajos, mastuerzo, borrajas, acederas, cardos y tagarninas. Algunas de estas verduras como las espinacas, acelgas y mastuerzo debieron perder enseguida importancia, pero otras como cardos, coles, lechugas, rábanos, habas, nabos y zanahorias eran las hortalizas más consumidas en Ciudad de México en 1526.

Con esta actitud y política de imposición en materias de agricultura, cultivos y formas de consumo europeos en América, el proceso de incorporación de la cultura agrícola local, de transporte de especies vegetales hacia España y de asimilación de los conocimientos etnobotánicos de las etnias indígenas, se desarrolla bajo una tónica de indiferencia, aleatoriedad y desorganización. España resultó ser mucho más un instrumento de irradiación de Europa en el Nuevo Mundo que un canal de circulación de germoplasma vegetal americano hacia el Viejo Continente. Hasta mediados del siglo XVI, las especies vegetales llegan a Europa generalmente como consecuencia de iniciativas particulares. Es una actividad que se inicia con el primer viaje de Colón, transportando batatas o camotes (*Ipomoea batatas*) para asegurar el abastecimiento de la tripulación durante el viaje de vuelta. Desde entonces una larga secuencia de plantas atraviesan el Atlántico y son descargadas en puertos españoles, principalmente andaluces. Llegan así progresivamente, maíz (*Zea mays*), frijoles (*Phaseolus vulgaris*), calabazas (*Cucurbita* spp.), chile (*Capsicum annuum*), algodóneros americanos (*Gossypium hirsutum*), yuca (*Manihot esculenta*), tabaco (*Nicotiana tabacum* y *N. rustica*), cacahuete (*Arachis hypogaea*), maguey (*Agave americana*), pirú o falso pimentero (*Schinus molle*), piña (*Ananas comosus*), almástigo (*Bursera simaru-*

ba), jalapa (*Ipomoea purga*), ébano (*Diospyros digyna*), estoraque (*Liquidambar styraciflua*), brasil (*Haematoxylon brasiletto*), bálsamo (*Myroxylon balsamum*), uva caleta (*Coccoloba uvifera*), palo de clavo (*Bumelia persimilis*), cainito (*Chrysophyllum cainito*), capuchina (*Tropaeolum majus*), cacao (*Theobroma cacao*), damasquina (*Tagetes* spp.), tomate (*Lycopersicon esculentum*), guayacán (*Guaiacum sanctum*), nopales (*Opuntia* spp. y *Nopalea cochenillifera*), contrayerba (*Dorstenia contrajerva*), etc.

Los pormenores de la llegada de muchas de estas plantas probablemente nunca podrán conocerse por causa del excesivo celo de la Corona en el control de los cargamentos que trasportaban las naves. Por esta razón, los puertos de Vigo, La Coruña, Santander, Lisboa, Gibraltar, Málaga, Sanlúcar de Barrameda y Cádiz se constituyeron en alternativa frecuente al de Sevilla férreamente controlado en su descarga por los oficiales de la Casa de la Contratación. Con esto se provocó que numerosas mercancías quedasen sin registrar y entre ellas muchas de estas especies vegetales que en principio no parecían tener un valor comercial significativo. Así, fueron casi siempre antes sembradas y difundidas por los campos que conocidas por los eruditos, por lo que sus primeras descripciones botánicas o etnobotánicas, desde suelo europeo, resultaron muy posteriores a su fecha de llegada al continente.

La situación cambió notablemente tras la publicación en 1574 de la *Historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales* por el médico sevillano Nicolás Monardes, quien destacó las posibilidades de los nuevos simples y de su cultivo en España. Su obra alcanzó una gran difusión y resultó decisiva para otros trabajos más rigurosos y posteriores como los de Dodoens, l'Obel y l'Ecluse, en los albores del siglo XVII. Así fueron describiéndose especies como la flor de manita (*Chirantodendron pentadactylon*), patata (*Solanum tuberosum*), sasafrás

(*Sassafras albidum*), árbol de la vida (*Thuja occidentalis*), girasol (*Helianthus annuus*), estramonio (*Datura stramonium*), curcas (*Jatropha curcas*), zarzaparrilla (*Smilax* spp.), aguacate (*Persea americana*), quinua (*Chenopodium quinoa*), caña (*Canna indica*), copal (*Protium copal* o *Bursera* spp.), achiote (*Bixa orellana*), guayaba (*Psidium guajava*), árbol del jabón (*Sapindus saponaria*), guanábana (*Annona muricata*), papaya (*Carica papaya*), etc.

Durante el siglo xvii persiste esta situación, a la vez que se desarrolla un cierto gusto por lo exótico entre la clase alta europea que redundaba en beneficio del cultivo de muchas de las especies que llegan de América como ornamentales. Con la travesía del Atlántico se olvidan las razones de uso en su área de origen, se pierde por completo la información etnobotánica respecto a sus propiedades y aplicaciones —hecha excepción de un cierto porcentaje de medicinales—, y a pesar de tratarse de importantes especies para la alimentación humana, el primer uso, que resulta exclusivo durante bastante tiempo en muchos casos, es el ornamental. Este fenómeno es tan general, que de 146 especies americanas conocidas en Europa a finales del siglo xvii, 44 eran utilizadas en España como ornamentales, mientras que tan sólo una lo era con este fin en el Nuevo Continente (*Tigridia pavonia*, el oceloxochitl azteca). Mucho antes, en la *Agricultura de jardines* de Gregorio de los Ríos, escrita entre 1590 y 1591 y publicada en 1604, se citan alrededor de 200 especies utilizadas en los jardines castellanos, de las que ya 16 son de origen americano. Entre ellas están por ejemplo *Phaseolus vulgaris*, *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Helianthus annuus*, *Lycopersicon esculentum* y otras, que parecen ser en la época sólo interesantes como ornamentales.

Siglo xviii: la Ilustración

Con la llegada al trono de la dinastía borbónica, se produce el primer punto de encuentro importante

entre los intereses de la Corona y los de los científicos ilustrados. Esta nueva dinámica, totalmente ausente bajo el poder de los Austrias —si se hace excepción del débil apoyo dado por Felipe II al Protomedicato de Francisco Hernández— incorpora la historia natural y por lo tanto la botánica a la concepción dieciochesca que reconoce la necesidad de obtener más y mejor información sobre las riquezas biológicas y geológicas del planeta, como forma de conseguir de ellas una explotación más rentable. Son también razones de estado las que revalorizan el papel de la agricultura —situada en un escalón social muy bajo desde los Reyes Católicos—, y por consiguiente crece el interés por la introducción de nuevos cultivos y productos en los canales comerciales del Imperio.

Este profundo cambio en el pensamiento y concepción política se inician bajo los reinados de Felipe V y Fernando VI, y alcanzan su plenitud durante el de Carlos III. Con este último monarca no sólo se fomenta el interés académico por el mundo vegetal, iniciándose por ejemplo la creación de jardines botánicos, sino que incluso se organizan expediciones científicas a América con la obligación de inventariar la biodiversidad de las colonias de ultramar en beneficio e incremento no sólo de los recursos sino también del prestigio nacional. Especial atención se prestará a las plantas medicinales y a las susceptibles de algunos usos singulares, como es el caso de las tintóreas. Llegan así a España cientos de especies diferentes en forma de semilla, plantas vivas, ejemplares de herbario, fragmentos identificables, etc.

Como única objeción a esta política se han de señalar los inconvenientes del centralismo impuesto por el absolutismo monárquico de la época. Todo el material era inexorablemente transportado primero hacia Madrid, donde el Real Jardín Botánico desempeñó un notable papel, distribuyéndose las plantas luego desde él a través

de caminos centrífugos. Una función destacada debieron también desempeñar los Reales Jardines de Aranjuez, donde se sabe que en la segunda mitad del siglo XVIII prosperaban especies americanas como *Magnolia grandiflora*, *Liriodendron tulipifera*, *Acer saccharum*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, etc. Con el largo transporte y el duro clima invernal de la meseta castellana, la mayor parte de los especímenes acababan por perecer. La creación de jardines botánicos de aclimatación en la periferia litoral ibérica e insular (Orotava, Valencia, Sanlúcar de Barrameda...) palió sólo en parte estas dificultades.

Siglo XIX

Durante este siglo, fueron más lentas las tendencias unificadoras de las actitudes sociales, políticas y científicas de la Ilustración. Vuelven a surgir las tradicionales dificultades para la circulación libre y rápida del pensamiento. Se detienen casi todos los proyectos de investigación en historia natural. Las relaciones de España con América van quedando restringidas a un continuo proceso de descolonización de los antiguos territorios de las Indias Occidentales.

Como estimador del nivel de transferencia de especies americanas hacia España, se pueden utilizar los datos aportados por la *Memoria sobre los productos de la agricultura española*, reunidos con motivo de la Exposición General de 1857, celebrada en Madrid, en la «montaña» de Príncipe Pío. En el catálogo de los productos que los organizadores consideran como potencialmente constitutivos de la muestra, se citan un total de 640 especies vegetales de interés económico, de las cuales 130 son de origen americano, típicas de algún lugar de la España peninsular, archipiélagos Balear y Canario. Se trata fundamentalmente de especies alimenticias, industriales y forestales (maderables). Entre las «raíces» comestibles se citan la patata (de Ciudad Real, Coruña y Toledo), batata (de Málaga, Murcia y Valencia), y la pata-

ca (de Madrid). Entre los cereales, el maíz (de La Coruña, Oviedo, Santander, Barcelona, Valencia y Murcia). En el capítulo de otros granos para harina aparece la quinoa (de Valencia y Zaragoza). Entre las hortícolas, calabazas (de Murcia y Valencia), los pimientos y guindillas (de Murcia, Logroño y Madrid), tomates (de Murcia), el fresón chileno (de Madrid), la piña tropical (de Barcelona) y la capuchina (de Madrid). Entre las legumbres, las alubias (específicamente citadas como *Phaseolus vulgaris*, de Barcelona, Valencia, Murcia, Oviedo, Avila, Segovia y Madrid) y el cacahuete (de Valencia). Entre los árboles frutales, el chirimoyo (de Cádiz, Málaga y Valencia), la pacana y el nogal americano (de Barcelona, Cádiz, Madrid y Valencia), el uvero de playa (*Coccoloba uvifera*) (de Málaga) y el aguacate (de Valencia). Entre las plantas industriales se menciona el añil de Canarias. Obsérvese la presencia de algunas especies hoy perdidas y la ausencia de otras especies americanas hoy mejor conocidas en la agricultura española como el girasol, algodón americano (*Gossypium hirsutum*), papayo, bábaco, jojoba, etc.

Tendencias actuales

Durante el siglo XX, y especialmente a fines del mismo, se manifiesta una cosmopolitización masiva de los recursos genéticos, resultado no sólo del flujo más rápido de genes e información (derribo de las fronteras naturales, revolución tecnológica e intensificación de las comunicaciones), sino también de las agresivas políticas económicas aplicadas en el ámbito agrícola. La introducción y sustitución de especies y variedades es veloz, produciendo enormes fluctuaciones en el paisaje agrícola, productos y formas de consumo. Una alocada búsqueda de mayor productividad acabó en la llamada revolución verde, modelo de agricultura que, en buena medida, ha obligado a dar marcha atrás en materia de orientaciones agrícolas. Los riesgos de simplificar a ultranza los

genotipos en producción, pusieron en riesgo la conservación de la biodiversidad agrícola del planeta y provocaron la pérdida irreversible de genes, tradiciones de uso y consumo, homogeneizando en demasía las formas de vida y supervivencia de la humanidad. En las postrimerías del siglo, se intenta corregir estos extremos, iniciándose también lamentablemente una carrera por un nuevo elemento de poder y control: los recursos fitogenéticos del planeta.

En los últimos tiempos, se han producido importantes sustituciones en la agricultura española por la irrupción de especies y variedades americanas. Sirvan como ejemplo la del fresón (*Fragaria x ananassa*) por la fresa europea (*Fragaria vesca*), que crecía silvestre en los bosques caducifolios de España. El cultivo del girasol ha disminuido notablemente la superficie de olivar. Algunos modelos de agricultura mediterránea han sido sustituidos por conjuntos netamente americanos. Por ejemplo, en el litoral granadino y malagueño, el paisaje agrícola de algarrobos, higueras, vides (para uva pasa) y olivos, ha sido sustituido por aguacates, chirimoyos, y más recientemente se ensaya con papayos y bábacos. La horticultura bajo plástico de esta misma región, que ha desplazado casi por completo a la caña de azúcar, produce básicamente especies americanas: tomates, pimientos, calabazas, judías, cacahuets. Al exterior aparecen patatas extratempranas y batatas al final del otoño. Hasta las variedades de vid tradicionales tuvieron que ser injertadas sobre patrones americanos resistentes a la filoxera. El grado de «americanización» de la agricultura española es rotundo: toda la gastronomía tradicional española está condicionada por las plantas americanas: la fabada asturiana, las papas con mojo picón canarias, los pimientos de Rioja, el gazpacho andaluz o la escalibada catalana, por citar algunos platos, necesitan de los genes vegetales del Nuevo Mundo.

MODELOS Y CAUSAS DE LA MARGINACION

Antes de establecer un balance o juicio conclusivo sobre el papel de protagonista de la flora americana en el desplazamiento parcial o total de ciertos cultivos, se debe recordar el origen de la biodiversidad agrícola de los territorios ibéricos precolombinos, y los acontecimientos históricos de los que fueron escenario durante las primeras décadas de la colonización española en América.

Mientras que en el Nuevo Mundo los colonos españoles imponen un determinado modelo de agricultura, intentan introducir los cultivos europeos y desprecian muchas de las especies aprovechadas por las etnias amerindias u ocasionan su marginación, se produce también en la Península Ibérica una persecución y marginación de la cultura agrícola andalusí. La toma final del reino de Granada por las huestes castellanas de los Reyes Católicos, la expulsión de los judíos y moriscos, más tarde, la persecución de la cultura hispanoárabe, incluida la quema de bibliotecas, causan un brusco cambio en la estructura agrícola de muchos de los territorios ibéricos, especialmente los meridionales. Una clara prueba de este retroceso se obtiene comparando la riqueza —especies citadas, autores a los que se hace referencia, e incluso conceptos— de la obra de Ibn al-Awamm (Abu Zacharias) con la de Alonso de Herrera, aquel presbítero que más de 350 años más tarde que el árabe sevillano (siglo XII), tomara el encargo del Cardenal Cisneros de escribir un *Tratado de agricultura* en la primera década del siglo XVI, ante la «ausencia de tratados de esta materia». Sólo la tercera parte de las especies citadas por Ibn al-Awamm son mencionadas por Alonso de Herrera. Nótese que, en algunos casos, más que de olvido puede hablarse de persecución como en el de ciertas hortícolas amargas o aromáticas, en las que los puritanos ciudadanos de la España imperial encontraban efectos afrodisíacos o simplemente estimulantes. Esto ocurrió por ejemplo con la

oruga (*Eruca sativa*), y hasta de los ajos pueden leerse comentarios reticentes en la obra de Alonso de Herrera.

Las repercusiones de la introducción de la flora americana se manifiestan de forma paulatina, inicialmente con una fuerte inercia de al menos uno o dos siglos, y no llegan a ser patentes hasta época muy reciente. Los modelos de competencia, sustitución o marginación adoptan diversas formas.

La sustitución más o menos total entre cultivos de un uso idéntico o equivalente, es decir entre especies que se podrían denominar etnovicariantes: por ejemplo, *Vigna sinensis* (habichuela africana) sustituida por *Phaseolus vulgaris* (frijoles americanos); *Lagenaria siceraria* (calabaza africana) sustituida por *Cucurbita* spp. (sobre todo por *Cucurbita pepo*); *Fragaria vesca* (fresa europea) sustituida por *Fragaria x ananassa* (fresón americano); *Gossypium herbaceum* (algodonero asiático) sustituido por *Gossypium hirsutum* (algodonero americano).

La sustitución producida de forma parecida, pero que sólo consigue un desplazamiento parcial, resultando finalmente simpátricos los dos cultivos: este es el caso de *Olea europea* (olivo), cuya superficie de cultivo se ve mermada por la de *Helianthus annuus* (girasol); *Panicum miliaceum*, *Setaria italica*, *Pennisetum glaucum* (mijos y panizos), y en menor medida *Sorghum* spp., que han sido sustituidos por *Zea mays* (maíz); *Juglans regia* (nogal europeo) sustituido por *Juglans nigra* (nogal americano) y *Carya illinoensis* (pacana).

En otros casos la sustitución no es exactamente equivalente en cuanto al producto de cosecha obtenido, aunque se trate de cultivos de similar tipo. Esto ha ocurrido por ejemplo con las especies de raíz o tubérculo cultivadas en Europa antes de 1492, como el salsifí, la chirivía, el apio caballero o el rábano rústico, desaparecidas casi por completo frente a la batata, pataca y muy especialmente la patata —incomparablemen-

te más ricas y productivas en hidratos de carbono—, y a pesar de que no llegaron a introducirse otras plantas del mismo grupo de origen andino (maca, oca, ulloco (ulluku), mashwa...). En esta batalla hubo alguna especie mediterránea que salió bien parada: la zanahoria.

También entre las especies ornamentales se puede hablar de sustitución y de marginación: cipreses americanos frente a *Cupressus sempervirens*, *Bougainvillea* spp. frente a jazmineros, hiedras y madreselvas, híbridos entre especies americanas y mediterráneas de los géneros *Populus* y *Platanus* frente a los álamos y plátanos de sombra europeos, damasquinas y gerberas frente a cinerarias y crisantemos, etc. Los ejemplos en este ámbito son innumerables.

Hay otros casos de acción más indirecta: el chile (ají o guindillas y pimientos picantes) desplazaron en parte a una serie de condimentos consistentes unos en hierbas aromáticas cultivadas (mastuerzo, oruga, rábano rústico, ruda, culantro, eneldo), y en parte produjeron una disminución en el consumo de otras especias importadas, como el clavo o la pimienta.

Se han producido sustituciones casi completas a nivel del agrosistema. Tal es el caso de los cultivos arbóreos de secano en el litoral mediterráneo (almendro, olivo, algarrobo, vid, higuera, pistacho) por los subtropicales americanos bajo riego limitado (aguacate, chirimoyo) o por una horticultura de primor, bajo plástico con especies básicamente americanas (tomate, pimiento, calabaza, judía) alternando con batata o patata temprana.

Otra forma de marginación, o mejor de competencia todavía más indirecta, ha sido la provocada por la introducción intencionada o espontánea y posterior asilvestramiento de especies como el maguey o pita (*Agave americana*) o del nopal (chumbera). Su empleo como setos vivos, desplazó a otras especies locales de árboles, arbustos y subfrutales de linderos, algunas de las cuales se empleaban como aromáticas, medicinales y

como fuente de materia prima para artesanías. La competencia alcanzó incluso a la flora espontánea poniendo en peligro la supervivencia de las especies endémicas locales (caso de *Opuntia* sp. en el litoral canario). También *Nicotiana glauca* ejerce efectos parecidos en algunas zonas del litoral mediterráneo. Obsérvese que en otras regiones del mundo la flora americana ha llegado a desplazar casi por completo a la flora local, como sucede con *Psidium cattleianum* y *Syzygium jambos* en el archipiélago mascareño.

Completando el examen de los mecanismos de competencia de la flora americana con los cultivos españoles, no se puede olvidar finalmente la de las malezas introducidas en los sistemas agrícolas europeos. Muchas de estas especies llegaron de forma accidental, y la menor parte de ellas fueron objeto de antiguos intentos de cultivo con posterior asilvestramiento. Entre las especies arvenses más perjudiciales de origen americano presentes en la agricultura española se encuentran *Amaranthus retroflexus*, *A. albus*, *A. blitoides*, *Conyza canadensis* y *C. bonariensis*. Otras localmente importantes pueden ser *Euphorbia nutans*, *Eclipta prostrata*, *Phytolacca americana*, *Xanthium spinosum*, *Amaranthus cruentus*, *A. hypochondriacus*, *A. muricatus*, *Oxalis latifolia* y *Paspalum paspaloides*.

Bibliografía

- Alonso de Herrera, G.** 1991. *Agricultura general (1513)*. Edición crítica de Terrón, E. Madrid. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura.
- Arciniegas, G.** 1985. *Historiadores de Indias*. Selección, estudio preliminar y notas. Barcelona, Ediciones Océano-Exito, S.A.
- Columela, L.J.M.** 1988. *De los trabajos de campo (siglo I)*. Edición a cargo de Holgado Redondo, A. Madrid. Siglo XXI de España Editores, S.A. y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Cortés, H.** 1986. *Cartas de relación*. Barcelona. Ediciones Océano-Exito, S.A.
- Dantín Cereceda, J.** 1943. *Catálogo metódico de las plantas cultivadas en España*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Fernández Pérez, J. y González Tascón, I., eds.** 1991. *A propósito de la agricultura de los jardines de Gregorio de los Ríos*. Madrid. CSIC y Ayuntamiento de Madrid.
- Gerbi, A.** 1978. *La naturaleza de las Indias Nuevas*. México, D.F. Fondo de Cultura Económica.
- Haring, C.H.** 1939. *Comercio y navegación entre España y las Indias*. México, D.F. Fondo de Cultura Económica.
- Ibn al-Awwam.** 1988. *Libro de agricultura (siglo XII)*. Traducido y anotado por Banqueri, J.A.; Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Ibn al-Baytar.** 1991. *Traité des simples (siglo XIII)*. Trad. de Lucien Leclerc. París. Institut du Monde Arabe.
- Ibn Bassal.** 1955. *Libro de Agricultura (siglo XI)*. Editado, traducido y anotado por Millas Valli-crosa, J.M. y Mohamed Aziman. Tetuán. Instituto Muley El-Hassan.
- Ibn Luyun.** 1988. *Tratado de agricultura (siglo XIV)*. Traducido y anotado por Eguaras Ibáñez, J. Granada. Patronato de la Alhambra y Generalife.
- Isidoro de Sevilla.** 1982. *Etimologías (siglo VI)*. Texto latino, versión española y notas de Oroz Reta, J. y Marcos Casquero, M. Madrid. BAC.
- Long-Solís, J.** 1986. *Capsicum y cultura. La historia del chilli*. México, D.F. Fondo de Cultura Económica.
- Lora González, A. y Hernández Bermejo, J.E.** 1990. *La transferencia de especies y cultura etnobotánica entre América y Europa (siglos XVI-XVII)*. V Congreso Latinoamericano de Botánica. La Habana.
- Martínez Alfaro, M.A.** 1988. *Contribuciones iberoamericanas al mundo. Botánica, medicina,*

- agricultura*. Biblioteca Iberoamericana N° 27. Madrid. Editorial Anaya.
- Monardes, N.** 1574. *Primera, segunda y tercera partes de la historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales que sirven en medicina*. Sevilla.
- Münzer, J.** 1991. *Viaje por España y Portugal (1494-1495)*. Madrid. Editorial Polifemo.
- Puerto Sarmiento, F.J.** 1988. *La ilusión quebrada. Botánica, sanidad y política científica de la España Ilustrada*. Barcelona. Ediciones Serbal, S.A.
- Río Moreno, J.L.** 1991. *Los inicios de la agricultura europea en el Nuevo Mundo (1492-1542)*. Asaja.
- Rojas Rabiela, T. y William T.S., eds.** 1989. *La historia de la agricultura. Epoca prehispánica (siglo XVI)*. Colección Biblioteca del INAH. México, D.F. Instituto Nacional de Antropología.
- Varela, C.** 1989. *Cristobal Colón. Textos y documentos completos*. Madrid. Alianza Editorial, S.A.
- Xirau, R.** 1973. *Idea y querrela de la Nueva España. Las Casas, Sahagún, Zumárraga y otros*. Madrid. Alianza Editorial, S.A.

Leguminosas de grano para alimentación animal

Entre las leguminosas de grano procedentes del Viejo Mundo destacan por su estado de marginación actual dos especies del género *Lathyrus* (*Lathyrus sativus* L. y *L. cicera* L.), una especie del género *Trigonella* (*Trigonella foenum-graecum* L.) y tres especies del género *Vicia* [*Vicia ervilia* (L.) Willd., *V. monanthos* (L.) Desf. y *V. narbonensis* L.]. *Lathyrus sativus* es denominada en español con el nombre popular de almorta, gija, muela y tito, y en la América hispana con el nombre de alverja y chícharo (en portugués se la conoce como *chicharo*, en inglés como *chickling vetch*, y en India como *khesari*). *Lathyrus cicera* se conoce como titarro, almorta de monte, chícharo, galgana, y cicércula. *Trigonella foenum-graecum* como alholva y también como heno griego o fenogreco (en inglés, *fenugreek*). *Vicia ervilia* son los yeros, también denominados alcarraceña, alverja, alcarraceña, ervilla, lenteja bastarda, etc. (en portugués, *ervilha de pombo* y *gero*, y en inglés, *bitter vetch*). *Vicia monanthos* son las algarrobas, garroba y lenteja de Aragón (en portugués, *ervilhaca parda*). Por último *Vicia narbonensis* es conocida como alverjón y haba loca (en portugués, *ervilhaca de Narbona*, y en inglés, *French vetch* o *Narbonne vetch*).

Estas especies junto al guisante (*Pisum sativum*

L.), las habas (*Vicia faba* L.) y los garbanzos (*Cicer arietinum*), fueron las primeras leguminosas cultivadas según los hallazgos arqueológicos del período neolítico, la Edad de Bronce y la Edad de Hierro, en Europa, Medio Oriente y el valle del Nilo. Su localización ha demostrado la difusión de tales especies desde su centro de domesticación. Las semillas encontradas son consideradas formas cultivadas más que formas silvestres, debido a su mayor tamaño.

Columela, en *De re rustica* (siglo I), menciona *T. foenum-graecum* (fenogreco), *V. ervilia* (yero) y *L. cicera* (galgana), refiriendo su utilización, necesidades de suelo, labores y fechas de siembra. Específicamente alude a *L. cicera* como cultivada en la Hispania bética para la alimentación de los bueyes, en sustitución de *V. ervilia*, en forma de granos molidos, mojados en agua y mezclados con paja, afirmando también que no es un alimento desagradable para el hombre. El *Libro de agricultura* de Abu Zacaria (siglo XII) también menciona *T. foenum-graecum* y *V. ervilia*, refiriéndose a las necesidades de suelos, formas y fechas de siembra, fertilización y tipos de utilización en la alimentación animal, reseñando su utilización como medicamento para el hombre y otros usos. En la *Agricultura general* de Alonso de Herrera (1513) son igualmente mencionadas *V. ervilia* y *L. sativus*, recomendando diferentes técnicas de cultivo y formas de utilización para la alimentación del ganado y para el tratamiento de enfermedades. *L. sativus* es utilizada en la alimentación humana, de forma parecida a los garbanzos, y para hacer pan en mezcla con otros granos.

El autor de este capítulo es L. López Bellido (Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas, Universidad de Córdoba, España).

Los autores agradecen a H. López Córcoles la información facilitada sobre *Vicia narbonensis* y a F. Varela los datos sobre las colecciones del Centro de Conservación de Recursos Fitogenéticos de Madrid.

En el Cuadro 10 se reseña el origen y distribución, en forma silvestre o cultivada, de las diferentes especies. No existen datos, a nivel mundial, de la superficie cultivada de este grupo de leguminosas dado su carácter marginal. Las almortas (*L. sativus*) se cultivan ampliamente en la India, mencionando Duke (1981) una superficie de 1,6 millones de hectáreas. Los titarros (*L. cicera*) se cultivan actualmente sólo en España, aunque antes en todo el suroeste europeo. La alholva (*T. foenum-graecum*) se cultiva en la región mediterránea, Cercano Oriente, Etiopía, India y sur de California. En el norte de África se siembra para forraje alrededor de los oasis del Sáhara desde tiempos muy tempranos. Los yeros (*V. ervilia*) son cultivados en la Turquía asiática, centro y norte de España y otros países de la región mediterránea y oeste de Estados Unidos, exportándose la semilla a Gran Bretaña y otros países para pienso, especialmente de ovinos. Apenas existen referencias relativas a las algarrobas (*V. monanthos*) y al alverjón (*V. narbonensis*), a pesar de que ambas especies, sobre todo la primera, fueron ampliamente cultivadas en el Mediterráneo en tiempos pasados. En la Figura 32 se observa la evolución regresiva del cultivo de estas leguminosas en España; algunas de ellas están prácticamente en vías de desaparición.

COMPOSICION Y UTILIZACION

En el Cuadro 11 se presenta la composición de la semilla de las especies estudiadas. El contenido de proteínas oscila entre el 20 y 30 por ciento, siendo por lo general muy bajo el contenido en grasa con excepción de la alholva (*T. foenum-graecum*). Como en las demás leguminosas, la lisina es el aminoácido más favorable y la metionina el más limitante. También están presentes diferentes factores antinutritivos en el grano (Cuadro 12). Las almortas y los titarros (*L. sativus* y *L. cicera*) contienen un aminoácido neurotóxico denominado ODAP (ácido β -N-oxalil-L- α - β -dia-

minopropiónico), que produce en el hombre y en los animales el neurolatirismo. Esta enfermedad ocasiona una parálisis de las articulaciones inferiores por lesiones neurológicas debidas a la degeneración de la médula espinal, sobre todo en el ganado equino, si consume la semilla de forma continuada durante meses como principal elemento de la dieta. En casos extremos llega a producirse la muerte. El consumo ocasional es inofensivo y no parece afectar al ganado ovino, por lo que los ganaderos utilizan estas leguminosas para hembras gestantes, corderos de engorde y machos en cubrición. La maceración o remojo de la semilla en agua, seguida de la cocción y el tratamiento a altas temperaturas, parecen inactivar el componente latirógeno evitando su toxicidad. Las almortas (*L. sativus*) de flor y semilla blancas tienen menor contenido de ODAP. En algunas localidades del norte de España es tradicional el consumo por el hombre de almortas blancas seleccionadas por su menor contenido en sustancias latirógenas. Existe una correlación negativa entre el contenido de proteína total de los *Lathyrus* y el contenido de ODAP, lo que tiene interés para la mejora de variedades. El contenido en ODAP de la almorta cultivada en España es inferior al de las almortas asiáticas. También se ha demostrado que el contenido de ODAP de *L. cicera* es inferior al de *L. sativus* (0,146 y 0,205 por ciento respectivamente).

La alholva (*T. foenum-graecum*) presenta un alto contenido en gomas y mucílagos (alrededor del 28 por ciento) que dificultan su utilización directa en la dieta de monogástricos. Contiene otras sustancias que dan un olor desagradable a la planta, invadiendo todo su entorno y transmitiéndolo a la carne y leche de los animales que la consumen.

Los factores antinutritivos de las especies del género *Vicia*, además de afectar al valor nutritivo del grano, pueden producir alteraciones patológicas de diversa consideración en el ganado que

FIGURA 30

Leguminosas de grano: A. algarroba (*Vicia monanthos*); A1. cáliz; A2. flor; A3. legumbre; B. yeros (*V. ervilia*); B1. flor; B2. legumbre; C. alverjón (*V. narbonensis*); C1. flor; C2. legumbre.



las consume, y más especialmente en las aves.

La semilla es el principal aprovechamiento de este grupo de leguminosas, aunque también son cultivadas como forraje, en verde o heno, y juegan un papel importante como abono en verde, enterrado al final del invierno para mejorar la fertilidad de los suelos. La paja de estas leguminosas tiene un buen valor alimenticio para el ganado.

La almorta (*L. sativus*) es, en todo este grupo, la más utilizada en alimentación humana, en forma de legumbres verdes, sobre todo la semilla seca remojada en agua y cocida, o bien descascarada y convertida en harina para mezclarla con cereales y hacer pan o gachas. Esta última forma de preparación es usual en la India (*dhal*), y fue una receta popular en épocas de escasez y hambre en las regiones españolas de Castilla-La Mancha y Extremadura, donde se produjeron múltiples y graves casos de neurolatirismo por su consumo abusivo en los años cuarenta. El Código Alimentario Español actual prohíbe el consumo humano de la semilla de almortas y de los productos resultantes de su elaboración. Mezcladas con torta de oleaginosas se utilizan para el ganado vacuno, aunque en España su uso en alimentación animal es poco habitual por el temor al latirismo.

Los titarros (*L. cicera*) son utilizados indistintamente como forrajeros y productores de grano. Se denomina comuña a la mezcla de semillas de cereales, leguminosas o de ambas, o al cultivo asociado de las mismas, que proporciona un pienso completo para el ganado. Etimológicamente procede de «común» en su acepción de mezcla, haciendo referencia al conjunto de semillas que se obtenía en la limpia del grano y que contaminaban el grano principal, generalmente trigo. En un principio la asociación, muy variable en su contenido, estaba formada a partir de plantas espontáneas que el agricultor fue mejorando al introducir otras especies de mayor rendimiento o calidad. En la región española de Tierra de Cam-

pos, el titarro comenzó a dominar en la comuña como consecuencia de la selección mecánica, al ser su semilla de mayor tamaño que la de los yeros y las vezas, confundiendo ambos nombres en la actualidad. Existe, por tanto, un conocimiento ancestral de la utilización de la comuña y de sus bajos efectos latirógenos. La utilización de *L. cicera* en ganado ovino no presenta problemas de latirismo con dosis de hasta el 50 por ciento de la ración en los concentrados.

La alholva (*T. foenum-graecum*) se cultiva sobre todo para la producción de grano. Su fuerte olor hace que los animales muestren cierta resistencia a consumirla. Debe emplearse a bajas dosis pues comunica un sabor desagradable a la carne y a la leche, provocando también un engorde que no conviene a los animales de tiro. Los vendedores de ganado la emplean, a veces, para dar vivacidad y un buen aspecto pasajero a los animales. También se cultiva como condimento, extrayendo un aceite esencial para dar sabor a diferentes alimentos y bebidas, como quesos, dulces, encurtidos y licores. Asimismo se emplea en la industria farmacéutica y de cosméticos por la amplia gama de productos químicos que contiene. La planta tiene además propiedades insecticidas usándose en los granos almacenados como repelente. En la medicina popular se atribuyen a sus semillas propiedades tónicas y vermífugas, utilizándose los componentes mucilaginosos para los tratamientos de las enfermedades del estómago. En la medicina hindú se usa el extracto de la semilla, por sus propiedades cardiotónicas, diuréticas, antiflogísticas, hipoglucémicas y antihipertensivas. Posee principios activos que actúan sobre el metabolismo de las grasas y producen esbeltez en las mujeres; en la India se cree que el consumo de la semilla estimula la lactación.

Las especies del género *Vicia* se utilizan tradicionalmente en la alimentación de rumiantes, sobre todo en ovinos, pero prácticamente no se emplean en monogástricos dada la toxicidad del

FIGURA 31

Leguminosas de grano: A. almorta (*Lathyrus sativus*); A1. flor; A2. legumbre; B. titarro (*Lathyrus cicera*); B1. legumbre; C. alholva (*Trigonella foenum-graecum*); C1. flor; C2. legumbre.



grano y su incidencia negativa sobre el crecimiento. Los yeros (*V. ervilia*), no deben superar el 25 por ciento de la ración en la alimentación de ovinos y vacunos. Las algarrobas (*V. monanthos*) son más apetecidas por el ganado lanar, siendo rechazadas sin embargo por otros ganados por su ligero sabor amargo. Las aves, a excepción de las palomas, las comen con dificultad. El grano de *V. narbonensis* puede utilizarse como alimento del ganado vacuno, que lo acepta mejor que el porcino y ovino, siempre que se administre molido. Al igual que la veza común (*V. sativa*), tiene un ligero sabor amargo al que llegan a acostumbrarse los animales, pero que se puede comunicar a la leche.

BOTANICA Y ECOLOGIA

En el Cuadro 13 se describen las principales características botánicas de las distintas especies leguminosas estudiadas. Por su origen y área de dispersión y cultivo, están adaptadas a las condiciones ecológicas mediterráneas. Su ciclo se desarrolla en el período otoño-primavera, comportándose como resistentes al frío y a las heladas, así como a la sequía, especialmente en la última fase del cultivo. Están adaptadas a suelos pobres, con frecuencia marginales (Cuadro 10).

DIVERSIDAD GENETICA

Existe muy poca información sobre la diversidad genética, variabilidad infraespecífica, y relaciones de estas especies con otras especies silvestres próximas. Pocos son los cultivares conocidos y bien definidos. Sólo quedan áreas reducidas de cultivo en algunas zonas del mundo, y en muchas de ellas los individuos están en peligro de extinción. El material disponible en los bancos de germoplasma es escaso. Existe, por tanto, el riesgo de que desaparezca un importante material vegetal conseguido a través de milenios de cultivo, y sólo cabe destacar algunos trabajos aislados de clasificación y selección.

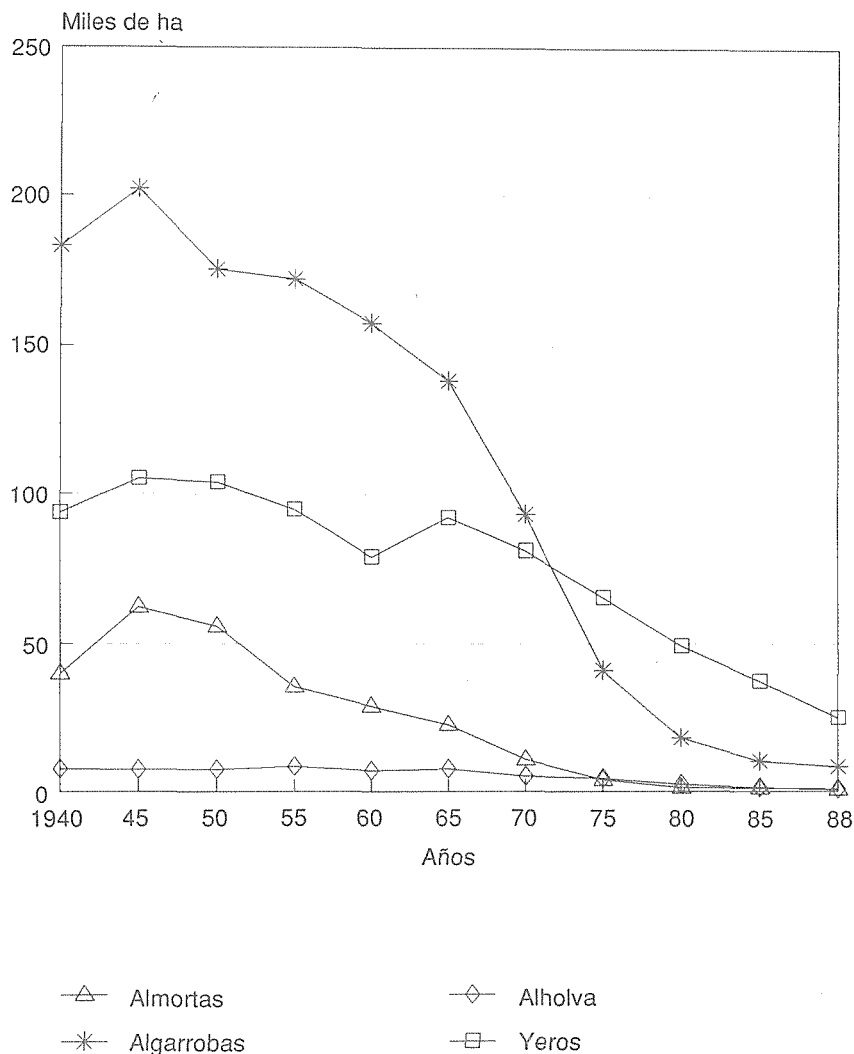
En la especie *Lathyrus sativus* se presenta un gran número de variedades y tipos que difieren en el color de las flores, forma de crecimiento y en el color y forma de las semillas. Se distinguen dos variedades: la almorta blanca menuda y la almorta blanca grande. La primera es posiblemente la forma originaria de la especie. La almorta blanca grande es quizás una selección de la anterior, con semillas mayores, de color más claro y más achatadas. En la India se han identificado 56 tipos. Como en casi todo este grupo de especies los tipos sembrados son poblaciones heterogéneas de variedades botánicas. Los centros de diversidad son Asia Central y el Mediterráneo.

Lathyrus cicera se considera una planta semi-domesticada, existiendo variedades locales y plantas espontáneas en las regiones de cultivo españolas, especialmente en el centro y el norte. Existen variedades locales primitivas autóctonas en Castilla-León formadas por un material muy heterogéneo de gran variabilidad, adaptado a condiciones adversas. Este material ha sido tradicionalmente cultivado en forma asociada con otras plantas (comuña), y su domesticación ha sido escasa a pesar de que la planta se viene cultivando desde hace milenios. Los principales cambios introducidos en tales variedades son: porte más erguido y compacto de la planta, menor dehiscencia de vainas y mayor tamaño del grano. Las poblaciones silvestres de *Lathyrus cicera*, abundantes en España, tienen características muy próximas a las plantas cultivadas. La domesticación de *L. cicera* se produjo en el sur de Francia y España, al extenderse hacia estos países el cultivo de la almorta (*L. sativus*), desde su zona de origen y domesticación, a la que sustituyó posteriormente. Se han propuesto descriptores para *L. cicera*, y se reconocen tres variedades botánicas: *pedunculatus*, *foliolatus* y *palentinus*.

Se han diseñado programas de mejora de la alholva (*T. foenum-graecum*), para incrementar el rendimiento de la diosgenina, un esteroide

FIGURA 32

Evolución de la superficie cultivada en España de especies de leguminosas de grano para alimentación animal.



presente en la semilla, utilizado en medicina, y estudiar el comportamiento de un mutante espontáneo de floración más temprana y de semilla de mayor tamaño. Se han reconocido 29 ecotipos diferentes. El centro de diversidad de la alholva se sitúa en el Mediterráneo occidental y en el Cercano Oriente.

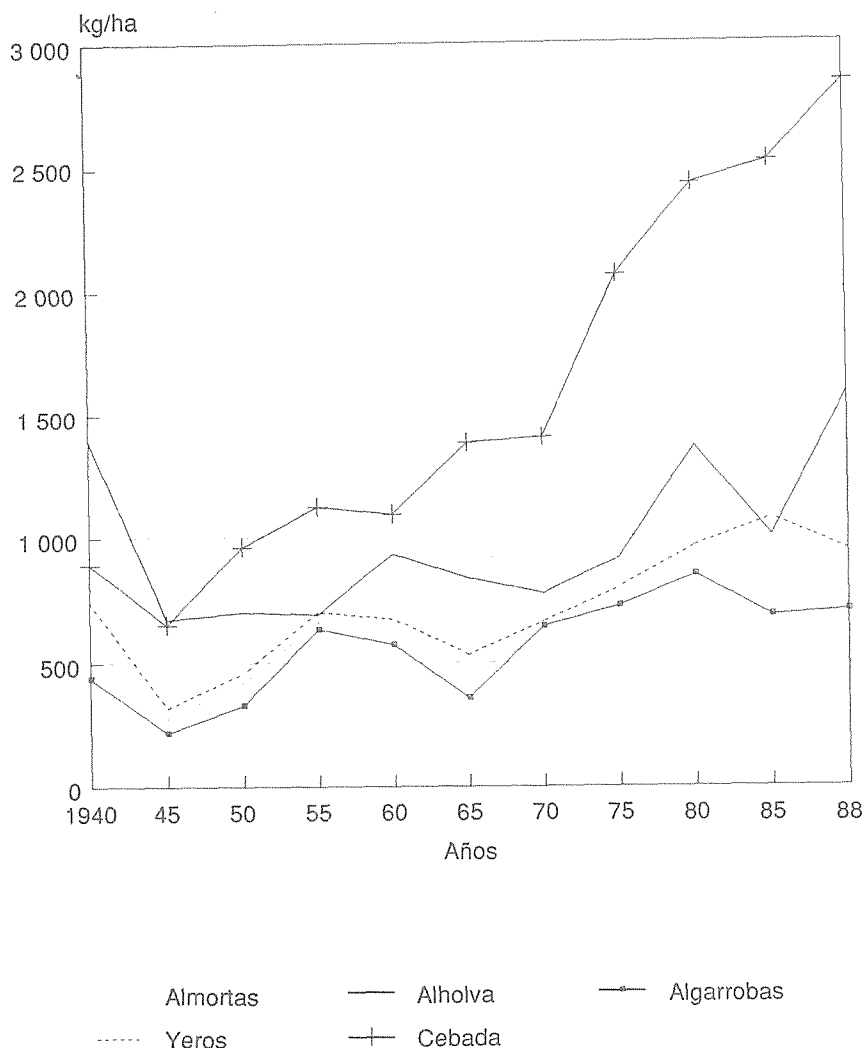
Los tipos y variedades cultivados de yeros (*V. ervilia*) son poblaciones muy heterogéneas que con frecuencia aparecen mezcladas con otras especies de *Vicia*, cultivadas o espontáneas. En España la variedad más utilizada es el yero rojo común, pero en los últimos años se han registrado

cuatro variedades seleccionadas. Los ensayos comparativos entre estas variedades y testigos locales, realizados en el centro de España, han demostrado el mejor rendimiento del material seleccionado. El centro de diversidad de los yeros se sitúa en el Mediterráneo occidental y en el Cercano Oriente.

También en el caso de la algarroba (*V. monanthos*), las variedades cultivadas son botánicamente poblaciones muy heterogéneas de las que se podrían obtener selecciones, líneas y ecotipos adaptables a diferentes medios. En España se distinguen dos tipos de algarroba: la de semilla

FIGURA 33

Evolución del rendimiento en grano de especies de leguminosas para alimentación animal cultivadas en España.



blanca y la de semilla negra, según las diferentes tonalidades de los colores del fondo del grano, cultivándose en mayor proporción el tipo negro y más escasamente el blanco. Como centros de diversidad se citan el Mediterráneo occidental, el Cercano Oriente y la región eurosiberiana.

Vicia narbonensis es considerada como especie muy afín a *Vicia faba*. Llegó a pensarse algún tiempo que era la forma originaria de las habas, aunque estudios citogenéticos han demostrado que esta teoría carecía de fundamento. Se estima que la var. *serratifolia* es el origen de las formas actuales de *V. narbonensis*. Desde antiguo se ha

intentado el cruzamiento entre *V. faba* y *V. narbonensis* para obtener un híbrido interespecífico que reúna las características valiosas de una y otra especie. En los últimos años tales cruzamientos han sido posibles por manipulación genética y mediante la técnica de rescate de embriones, obteniéndose material válido cuando se utilizan como parentales genotipos apropiados. En comparación con *Vicia faba*, *V. narbonensis* tiene un alto nivel de resistencia a los pulgones (*Aphis fabae*), con variaciones intraespecíficas para la resistencia, por lo cual presenta un buen potencial agronómico. Parece también tener mayor resistencia

CUADRO 10 Origen, distribución del cultivo y ecología de las leguminosas de grano

Especie	Origen	Distribución	Clima	Suelos
<i>Lathyrus sativus</i> L. (2n = 14)	Mediterráneo, Asia central	Centro, sur y este de Europa, India, Irán, América del Sur	Adaptada a clima seco, aunque soporta el exceso de lluvia. Lluvia anual: 320-1 360 mm. Temperatura media anual: 13 °C.	Adaptada a suelos pobres, tolera los suelos pesados arcillosos; sensible a los suelos ácidos.
<i>Lathyrus cicera</i> L. (2n = 14)	Mediterráneo, oeste de Asia	Sur y este de Europa, Medio Oriente, norte de África	Tolera los fríos y heladas en la región mediterránea, en siembra otoñal; resistente a la sequía en primavera.	Adaptada a suelos pobres no demasiado húmedos ni saturados; prefiere los suelos fuertes bien dotados de cal y de pH básico.
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L. (2n = 16)	Mediterráneo, Cercano Oriente	Sur de Europa, Norte de África, Medio Oriente, India, Etiopía, Estados Unidos	Adaptada a áreas con moderada y escasa lluvia. Desarrollo favorable durante la estación de crecimiento templada fresca. En clima mediterráneo, con inviernos suaves, se siembra en invierno y madura en primavera. Lluvia anual: 380-1 530 mm. Temperatura media anual: 16 °C.	Crece bien sobre suelos drenados, profundos y francos, y sobre gravas y suelos arenosos. Los suelos arcillosos y ácidos no son favorables. Le perjudica la humedad excesiva del suelo.
<i>Vicia ervilia</i> (L.) Willd. (2n = 14)	Mediterráneo, Cercano Oriente	Mediterráneo, Turquía, Estados Unidos	Muy resistente al frío durante el período vegetativo, por su escaso porte y ramificación y lento crecimiento. Muy resistente a la sequía, incluso en primavera. Se obtiene cosecha aún en los años excesivamente secos. En condiciones favorables se obtienen altos rendimientos. Lluvia anual: 360-1 160 mm. Temperatura media anual: 14 °C.	Adaptada a suelos neutros o ligeramente ácidos. Tolera los de tipo calizo con tal que no sean muy arcillosos.
<i>Vicia monanthos</i> (L.) Desf. (2n = 14)	Mediterráneo	Mediterráneo	Muy resistente a las bajas temperaturas durante el desarrollo vegetativo y a la sequía prolongada. Cultivo adecuado para zonas de otoños tardíos y secos. Sensible a la sequía en el período de floración que reduce drásticamente el rendimiento. Lluvia anual: 350-1 230 mm. Temperatura media anual: 11 °C.	Adaptada a una amplia gama de suelos siempre que no presenten humedad excesiva. Los prefiere poco arcillosos, profundos y pobres en cal. Es de las leguminosas que requieren menos fertilidad del suelo.
<i>Vicia narbonensis</i> L. (2n = 14)	Mediterráneo	Europa Central, Mediterráneo, Medio Oriente, Etiopía, Asia central, India	Mayor requerimiento en temperaturas que las habas (<i>V. faba</i>) y menores necesidades de humedad. Sustituye ventajosamente a esta especie en las zonas cálidas y secas. No es tolerante al frío, perjudicándole las heladas.	Los suelos más adecuados son los arenosos y sueltos, profundos y bien provistos de cal. Tolera los arcillosos sin exceso de humedad.

Fuentes: Duke, 1981; Mateo Box, 1960; Pascual, 1978; Villax, 1963.

CUADRO 11 Composición de las semillas de leguminosas de grano

Especie	Proteínas	Aminoácidos		Grasa	Carbohidratos totales	Fibra	Cenizas
		Lisina	Metionina				
..... (Porcentaje del peso)							
<i>Lathyrus sativus</i> L.	25 - 28	1,84 - 2,47	0,1 - 0,15	0,6 - 1,9	55 - 61	4 - 15	3
<i>Lathyrus cicera</i> L.	25 - 27	—	—	1 - 1,3	56	6	3
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	23 - 30	1,48 - 2,3	0,35	6 - 8	55	8-10	3,6 - 4,3
<i>Vicia ervilia</i> (L.) Wild.	17 - 21	1,53 - 2,02	0,37	1,3 - 2	61 - 64	4 - 6	2,4 - 3
<i>Vicia monanthos</i> (L.) Desf.	22	1,29	0,25	1,6	60	4,8	3,3
<i>Vicia narbonensis</i> L.	23 - 25	1,44 - 1,76	0,11 - 0,18	1 - 1,5	53	7,5 - 10	2,7 - 2,9

Fuentes: Duke, 1981; Franco Jubete, 1989; Gómez Cabrera, 1983; Mateo Box, 1960; Villax, 1963.

al jopo (*Orobanche* spp.), razón por la cual los agricultores la cultivaron en el pasado.

En el Cuadro 14 se presentan las colecciones de germoplasma existentes de las especies de leguminosas estudiadas, según países e instituciones que las mantienen. En España se encuentra probablemente la colección más completa. Según los datos más recientes existen 49 líneas de *Lathyrus sativus*, procedentes de España y Portugal; 92 líneas de *L. cicera*, procedentes de España; 177 líneas de *V. ervilia*, procedentes de España y Portugal; 76 líneas de *V. monanthos*, procedentes de España; y 10 líneas de *V. narbonensis*.

PRACTICAS DE CULTIVO

Las técnicas de cultivo de estas leguminosas son muy rudimentarias, dado su carácter marginal, los reducidos rendimientos obtenidos y el escaso beneficio que aportan al agricultor. La preparación del suelo es reducida, no se practica ningún tipo de fertilización, la siembra se efectúa en otoño o a principios de invierno, no se aplica

ningún tipo de herbicida y la recolección a veces se ejecuta de forma manual con el trillado en la era, frecuentemente con motosegadora, trilla y limpia posterior, y en algunos casos, los menos, con cosechadora.

En el Cuadro 15 se presentan las técnicas tradicionales de cultivo para cada especie. Algunos ensayos de nuevas técnicas de cultivo han sido realizados en España recientemente. Para *Lathyrus cicera* se ha propuesto, además de una mejor selección de la semilla, utilizar dosis de siembra de 125 kg/ha y aplicar herbicidas (propizamida + diurón o trifluralina + linurón), aconsejándose la recolección mediante siega e hilerado para la maduración, o bien utilizando una cosechadora de cereales modificada. En yeros (*V. ervilia*), que es, entre estas especies, la de mayor superficie cultivada en España, y de la que existen variedades seleccionadas, se recomienda la utilización de herbicidas (alacloro + linurón, metolacloro + prometrina, cianazina o metazol), aconsejándose la recolección con cosechadora de cereal durante las primeras horas de la mañana y

CUADRO 12 Factores antinutritivos en las leguminosas de grano

Especie	Factores antinutritivos	Observaciones
<i>Lathyrus sativus</i> L.	Acido β -N-oxalil-L- α - β -diaminopropiónico (ODAP); inhibidores de la tripsina; ácido hidrocianico; maltosa; saponinas; quercetina; flavonas.	Neurolatirismo.
<i>Lathyrus cicera</i> L.	ODAP.	Neurolatirismo (contenido inferior a <i>L. sativus</i>).
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	Polisacáridos complejos (gomas y mucilagos); inhibidores de la tripsina; sapogeninas.	Contiene numerosos componentes químicos de interés para la industria farmacéutica, alimentaria, perfumera y de cosméticos (dios- genina, mucilagos, cumarina, lecitina, etc.).
<i>Vicia ervilia</i> (L.) Willd.	Glucósido cianogénico; canavanina; inhibidores de la tripsina.	
<i>Vicia monanthos</i> (L.) Desf.	Glucósido cianogénico; canavanina.	
<i>Vicia narbonensis</i> L.	Glucósido cianogénico.	

Fuentes: Arora, 1983; Harbone *et al.*, 1971; Gómez Cabrera, 1983; Mateo Box, 1960; Villax, 1963.

cosechando sólo en una dirección para evitar los problemas de desgrane.

En el Cuadro 16 se muestran los rendimientos de grano de cada especie en distintas regiones y países, bien en condiciones normales de cultivo o en ensayos.

PERSPECTIVAS DE MEJORA Y LIMITACIONES

Desde la aparición de la moderna agricultura han existido limitaciones de orden biológico, técnico y económico que han llevado a estas leguminosas cultivadas al estado de marginación en que actualmente se encuentran. Esta situación tiene diferentes matices según el área geográfica, y aquí se hará referencia, entre los países de la cuenca mediterránea, especialmente a España.

Las limitaciones de orden biológico residen en la ausencia de mejora genética en un material vegetal tan diverso y cultivado desde milenios, lo que se pone de manifiesto en la estabilidad de los

rendimientos en los últimos 50 años (Figura 33) en función de las condiciones ecológicas (obsérvense las diferencias en la evolución del rendimiento de la cebada en el mismo período).

La presencia de elementos tóxicos o factores antinutritivos, cuya eliminación o reducción podría haberse abordado en programas de selección, constituye una restricción para su empleo en el consumo humano y sobre todo en la alimentación animal. El inventario de las plagas y enfermedades que atacan a este grupo de leguminosas, aun siendo muy amplio, presenta importantes lagunas dada la poca importancia de su cultivo y la escasez de estudios realizados. Sin embargo, no consta que, en general, el ataque de patógenos constituya una limitación grave del cultivo.

Se ha podido constatar la tolerancia de la alholva (*T. foenum-graecum*) a insectos y enfermedades; de la almorta (*L. sativus*) a la roya y los virus, y la resistencia de *V. narbonensis* a *Aphis fabae*. Entre las plagas y enfermedades de importancia

CUADRO 13 Características botánicas de las leguminosas de grano

Especie	Estructura de la planta	Flores	Vainas	Semillas
<i>Lathyrus sativus</i> L.	Ramificada. Tallos suberectos y trepadores. Altura: 40-90 cm. Raíz principal: 50-70 cm. Raíces secundarias muy numerosas.	Solitarias, axilares y con un largo pedúnculo. Color azul púrpura, rosa o blancas.	De 2.5-5 cm de longitud, anchas y aplastadas. Contienen 1-5 granos.	Forma de cuña. Color crema o pardo grisáceo, a veces moteadas de oscuro y con un pequeño hilo sobre el borde más ancho.
<i>Lathyrus cicera</i> L.	Más pequeña que <i>L. sativus</i> . Altura: 30-50 cm. Raíz pivotante y profunda (80-120 cm) y menos raíces secundarias.	Solitarias, de color rojizo.	Típicamente acanaladas con 3-5 semillas.	Parecidas a las de <i>L. sativus</i> , pero menos angulosas y más globosas. Color grisáceo con manchas oscuras. 17 000-18 000 semillas por kg.
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	Tallos erectos de hasta 40-80 cm, ramificados excepto en alta densidad de plantas. La planta y las semillas tienen un fuerte olor característico.	Solitarias o emparejadas, axilares y séssiles. Color blanco amarillento, manchadas de violeta en la base de la corola.	De 7.5-15 cm de longitud, erectas y a veces curvadas. Con venas longitudinales y provistas de un pico largo (2-4 cm). Contienen 10-20 semillas.	Oblongas, cuadrangulares, a veces comprimidas. Color amarillo o castaño pálido. Aproximadamente 50 000 semillas por kg.
<i>Vicia ervilia</i> (L.) Willd.	Poca altura (20-70 cm) y ramificación escasa. Porte muy rastrero. Sistema radicular muy desarrollado.	Inflorescencia con 1-3 flores péndulas y unidas al eje por un pequeño pedicelo. Color blanquecino, a veces con un matiz violáceo.	De 2-3 cm. Se señalan muy bien las semillas por adherirse fuertemente las valvas. Con 2-4 semillas.	Tetraédricas, a veces angulosas. Color claro, desde el crema al pardo rojizo. 25 000-35 000 semillas por kg.
<i>Vicia monanthos</i> (L.) Desf.	Tallos rastreros y de sección poligonal. Altura: hasta 80 cm. Raíces profundas y bien ramificadas.	Inflorescencia uniflora, con flores pediceladas y en posición colgante. Color blanquecino.	Aplastadas de hasta 3-4 cm de longitud. Color pardo claro. Con 2-5 semillas.	Parecidas a la lenteja, aunque más pequeñas y menos aplastadas. Color variable, desde claro, amarillo-rosado hasta oscuro, pardo castaño, con manchas negras puntiformes. 10 000-20 000 semillas por kg.
<i>Vicia narbonensis</i> L.	Tallos erguidos y ramificados de sección cuadrangular. Altura: hasta 70-80 cm. Raíces profundas y bien desarrolladas.	Inflorescencia con flores grandes de color violáceo o rojizo y contornos diferentes en las diversas partes de la corola.	De 5-7 cm de longitud, anchas, terminando en pico breve y curvado de color casi negro. Con 6-7 semillas.	Globosas con abolladuras, de color pardo oscuro o negro 4 000-5 000 semillas por kg.

Fuentes: Duke, 1981; Mateo Box, 1960; Villax, 1963.

CUADRO 14 Colecciones de germoplasma de leguminosas de grano

País	Especie	Institución
Afganistán	<i>Vicia ervilia</i>	Plant Research and Soil Science Department. Ministry of Agriculture, Kabul
Alemania	<i>Vicia ervilia</i> <i>Vicia narbonensis</i> <i>Lathyrus</i> spp.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Braunschweig; Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben
Australia	<i>Lathyrus sativus</i>	Department of Agriculture Adelaide, Australia meridional
Bulgaria	<i>Vicia ervilia</i>	Institute of Plant Introduction and Genetic Resources, Sadovo
Checoslovaquia	<i>Lathyrus</i> spp.	Plant Breeding Research Institute of Technical Crops and Legumes, Tumenice
Chipre	<i>Vicia ervilia</i>	Agricultural Research Institute. Ministry of Agriculture and Natural Resources, Nicosia
España	<i>Lathyrus cicera</i> <i>Lathyrus sativus</i> <i>Vicia ervilia</i> <i>Vicia monanthos</i> <i>Vicia narbonensis</i> <i>Vicia ervilia</i>	Centro de Conservación de Recursos Fitogenéticos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid; Estación Experimental de Aula Dei, CSIC, Zaragoza
Etiopía	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	Plant Genetic Resources Center. Agriculture Research Institute, Addis Abeba
Francia	<i>Vicia narbonensis</i>	Station d'amélioration des plantes, INRA, Dijon
Irán	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	Seed and Plant Improvement Institute; Plant Genetic Resources Division, Karaj
Pakistán	<i>Lathyrus</i> spp.	Agricultural Research Council, Islamabad
Portugal	<i>Vicia ervilia</i>	Estação Agronómica Nacional, INIA, Oeiras
Turquía	<i>Lathyrus</i> spp.	Aegean Agricultural Research Institute, Menemen, Izmir
Comunidad de Estados Independientes	<i>Lathyrus</i> spp.	NI Vavilov All-Union Institute of Plant Industry, Leningrado

Fuente: Esquinas, 1983.

económica se encuentran *Aphis craccivora* y *Myzus persicae* en alholvas; *Ascochyta pisi* y *A. orobi* en almortas en la India. En España, las plagas de mayor incidencia son los pulgones (sin especificar) en yeros y algarrobas; *Bruchus* spp. en *V. ervilia*, *L. sativus* y *L. cicera*; *Apion* spp. en *L. sativus* y *L. cicera*, y como enfermedades, royas (*Uromyces pisi* o *U. fabae*) en *V. monanthos*, y nematodos (sin especificar) en *V. ervilia*.

En el orden agronómico la precariedad de las técnicas utilizadas ha impedido que los rendimientos aumenten. Estas son de obligada utiliza-

ción ante la falta de respuesta del cultivo a nuevas prácticas y la escasa rentabilidad de su aplicación. La dificultad de mecanizar la recolección, dada la estructura aérea de la planta y su propensión al desgrane en la maduración, son sin duda los factores de mayor importancia. También la competencia de malas hierbas ha sido un factor limitante de los rendimientos al no utilizarse herbicidas apropiados. Por estas razones se ha producido un incremento del monocultivo de cereal así como de la superficie de barbechos no cultivados, a la vez que se han introducido nuevos cultivos en

CUADRO 15 Técnicas tradicionales de cultivo de las leguminosas de grano¹

Especie	Laboreo	Fertilización	Siembra	Herbicidas	Recolección
<i>Lathyrus sativus</i> L. y <i>L. cicera</i> L.	Alzar (a veces cultivador o grada).	Ninguna (a veces 100-200 kg/ha de superfosfato al 18 por ciento).	En otoño, tras las primeras lluvias; 150-200 kg de semilla por ha (a veces se utiliza la cebada como tutor: 15-20 kg/ha). Con sembradora de cereales, 15-40 cm entre líneas.	Ninguno (<i>Avena</i> sp., <i>Papaver</i> sp. y crucíferas).	Con cosechadora de cereales (pérdidas del 20-30 por ciento por dehiscencia y debido al bajo porte de la planta). También se siega con motosegadora (hilerado, secado) y cosechadora con <i>pick-up</i> .
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	Gradeo y rulo.	Ninguna (a veces 100-150 kg de superfosfato al 18 por ciento).	En octubre; 110-130 kg de semilla por ha. Con sembradora de cereales, 15-18 cm entre líneas.	Ninguno (<i>Avena</i> sp., <i>Papaver</i> sp. y <i>Veronica</i> sp.).	Con cosechadora de cereales (dificultades debidas al encamado y desgrane).
<i>Vicia ervilia</i> (L.) Willd.	Gradeo y/o cultivador y rulo.	Ninguna (excepcionalmente 100 kg/ha de superfosfato al 18 por ciento).	En octubre-diciembre, 100-130 kg de semilla por ha. Con sembradora de cereales, 15-20 cm entre líneas. A veces a voleo.	Ninguno (<i>Avena</i> sp., <i>Lolium</i> sp., <i>Papaver</i> sp., <i>Cirsium</i> sp., <i>Veronica</i> sp., <i>Polygonum</i> sp. y crucíferas). Muy sensibles a los herbicidas hormonales de cereales que le producen graves daños.	Cosechadora de cereales y motosegadora, trillado y limpia. A veces manual y trilla en la era.
<i>Vicia monanthos</i> (L.) Desf.	Alzar, gradeo y rulo.	Ninguna.	En octubre-diciembre, 95-100 kg de semilla por ha. Con sembradora de cereales, 15-20 cm entre líneas.	Ninguno (<i>Avena</i> sp., <i>Lolium</i> sp., <i>Papaver</i> sp., <i>Matricaria</i> sp., y <i>Cirsium</i> sp.).	Motosegadora, trillado y limpia. A veces arranque manual y trilla en la era.

¹ No existen datos sobre *Vicia narbonensis*, pues su cultivo es prácticamente inexistente en España.

CUADRO 16 Rendimiento de grano de diferentes leguminosas

kg/ha	Región	Observaciones	Autores
<i>Lathyrus sativus</i> L.			
500 - 2 600	España	Cultivo	Guerrero y López Bellido, 1983
1 000 - 1 500	—	Cultivo	Duke, 1981
312	India	Cultivo	Duke, 1981
2 126 - 6 242	Norte de España	Ensayos	Franco Jubete, 1989
<i>Lathyrus cicera</i> L.			
1 500 - 2 500	Sur de Europa	Cultivo	Villax, 1963
1 580 - 3 037	Norte de España	Ensayos	Franco Jubete, 1989
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.			
750 - 3 800	España	Cultivo	Guerrero y López Bellido, 1983
500 - 3 320	—	Ensayos	Duke, 1981
3 700	Gran Bretaña	Ensayos	Duke, 1981
1 000	Marruecos	Ensayos	Duke, 1981
800 - 1 500	Oeste de la cuenca mediterránea	Cultivo	Villax, 1983
338 - 1 490	Norte de España	Ensayos	Franco Jubete, 1989
<i>Vicia ervilia</i> (L.) Willd.			
400 - 2 200	España	Cultivo	Guerrero y López Bellido, 1983
1 000 - 2 500	Oeste de la cuenca mediterránea	Cultivo	Villax, 1963
1 299 - 2 830	Norte de España	Ensayos	Varios
2 600 - 3 000	Centro de España	Ensayos	Varios
1 580 - 2 358	Norte de España	Ensayos	Franco Jubete, 1989
<i>Vicia monanthos</i> (L.) Desf.			
400 - 1 800	España	Cultivo	Guerrero y López Bellido, 1983
106 - 249	Norte de España	Ensayos	Franco Jubete, 1989
<i>Vicia narbonensis</i> L.			
1 070 - 3 307	Norte de España	Ensayos	Franco Jubete, 1989

el barbecho, como el girasol, muy bien promocionado por la industria extractora mediante la difusión de técnicas, prestación de maquinaria, concesión de anticipos al agricultor y garantía de compra. También las transformaciones en el riego han dado lugar a la introducción de cultivos mucho más rentables, como remolacha, maíz, etc.

Tradicionalmente no ha existido una política de protección de estas leguminosas (que, en cambio,

sí se ha aplicado a los cereales), ni canales para su comercialización; ha habido carencias en la regulación de la oferta, y el sector productor ha estado desvinculado de la industria de los piensos. Esta última se ha desarrollado al amparo de medidas que han favorecido la harina de soja: importaciones a bajos precios, facilidades de todo tipo y ayudas a los productores. A título de ejemplo, la Comunidad Económica Europea sólo ha

contemplado en su Organización Común de Mercados, en los últimos años, ayudas a la producción de yeros, olvidándose por completo el resto de este grupo de leguminosas.

Los varios millones de hectáreas de terrenos en barbecho existentes en España podrían beneficiarse de una promoción del cultivo de estas leguminosas, productoras de proteínas y mejoradoras de la fertilidad de los suelos, en el marco de una agricultura sostenible y de la Política Agrícola Común, que busca fomentar los cultivos alternativos. No hay que olvidar el papel de estas leguminosas en la conservación del suelo y en la mejora del medio ambiente, ni sus usos no alimentarios, como la obtención de productos farmacéuticos y cosméticos en el caso de la alhova.

Además, es necesario realizar una investigación integral, a corto y medio plazo, que permita el conocimiento y evaluación del material vegetal, la mejora genética y la puesta a punto de las técnicas de cultivo más adecuadas para el incremento de la producción, transferibles a los agricultores, incentivándose el cultivo de las diferentes especies según sistemas de cultivo y regiones. En este proceso debe participar la industria de piensos, integrando en sus procesos, de forma gradual, la utilización de estas materias primas.

Bibliografía

- Arora, S.K.** 1983. *Chemistry and biochemistry of legumes*. Londres. Edward Arnold.
- CIRF**, 1989. *Directory of germplasm collections*. I.I. *Food legumes*. Roma.
- Duke, J.A.** 1981. *Handbook of legumes of world economic importance*. Nueva York. Plenum Press.
- Esquinas, J.T.** 1983. Las colecciones de leguminosas a nivel mundial. En *Leguminosas de grano*. Cubero, J.I. y Moreno, M.T., eds. Madrid. Mundi Prensa, págs. 273-320.
- Franco Jubete, F.** 1989. *Iniciación a la selección de Lathyrus cicera L. en la provincia de Palencia*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Gómez Cabrera, A.** 1983. Los granos de leguminosas como componentes proteicos para la alimentación animal. En *Leguminosas de grano*. Cubero, J.I. y Moreno, M.T., eds. Madrid. Mundi Prensa, págs. 249-262.
- Guerrero, A. y López Bellido, L.** 1983. Producción y sistemas de cultivo en leguminosas-pienso. Aspectos técnicos y económicos. En *Jornadas Técnicas sobre Leguminosas-Pienso*. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, págs. 51-83.
- Harborne, J.B., Boulter, D. y Turner, B.L.** 1971. *Chemotaxonomy of the Leguminosae*. Londres. Academic Press.
- Jiménez Díaz, R.M.** 1983. Información preliminar para un inventario de las enfermedades de leguminosas de grano en España. En *Leguminosas de grano*. Cubero, J.I. y Moreno, M.T., eds. Madrid. Mundi Prensa, págs. 175-196.
- Mateo Box, J.M.** 1960. *Leguminosas de grano*. Barcelona. Salvat.
- Pascual, M.** 1978. *Leguminosas de la Península Ibérica y Baleares*. Madrid. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.
- Santiago, C.** 1983. Inventario de plagas de leguminosas de grano. En *Leguminosas de grano*. Cubero, J.I. y Moreno, M.T., eds. Madrid. Mundi Prensa, págs. 197-210.
- Villax, E.J.** 1963. *La culture des plantes fourragères en la région méditerranéenne occidentale*. Rabat. Institut national de la recherche agronomique.

Variedades tradicionales de leguminosas de grano para alimentación humana

Las leguminosas de grano tuvieron, desde el origen de la agricultura, múltiples usos según el aprovechamiento dado a las diferentes partes de la planta. Las semillas se han utilizado secas o verdes, las legumbres verdes, la planta seca como paja para pienso, y verde como forraje o como abono orgánico. El grano seco, a su vez, para alimentación animal o humana; en este último caso, entero o descortezado, en harina, cocido o tostado. La harina, por su parte, pura o mezclada con otras, generalmente de cereales. Las leguminosas se sirven como comida principal, tanto solas o mezcladas acompañando carnes o pescados, de aperitivo, en verde o secas.

La misma diversidad existe en los sistemas de cultivo (extensivos de secano o regadío, puramente hortícolas; de invierno o primavera), o en su manejo tras la cosecha (consumo en fresco, seco almacenado o de uso inmediato). El empaquetado puede ser simple, el producto se puede presentar congelado o enlatado, o en forma de precocinado; es fuente de aceites, con él se fabrican tortas ricas en proteínas, e incluso de otras sustancias de interés en la industria y en farmacia.

Además de todo lo que la planta ofrece de forma inmediata, las leguminosas han sido compañeras constantes de especies productoras de hidratos de carbono, es decir, del cereal en las zonas templadas o de raíces y tubérculos en las tropicales. La razón de ello estriba no sólo en su gran valor nutritivo sino en su capacidad de fijar

el nitrógeno atmosférico liberándolo posteriormente en el terreno, circunstancia que, percibida intuitivamente por los agricultores de todas las épocas por sus efectos en los cultivos, obligó a la inclusión de las leguminosas en todas las agriculturas.

Siempre hay una leguminosa apta para ser sembrada cualesquiera sean las condiciones de clima y suelo. Se puede, por ejemplo, recurrir al caupí (*Vigna unguiculata*) si el clima es subtropical semiárido, lo que lo hace aconsejable para su cultivo en toda la cuenca mediterránea, como de hecho sucedió en el pasado (hasta la implantación total de la judía americana). La judía común y, en general, las judías americanas o frijoles (*Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus* y quizá alguna otra) comparten con el caupí las huertas mediterráneas, sustituyéndolo en lugares más fríos, como en el norte de España. Las habas no toleran los climas subtropicales y semiáridos, pero llegan a cultivarse hasta bajo 400 mm de precipitaciones invernales exclusivamente; sustituyen pues perfectamente a caupíes y frijoles o judías en esos ambientes, y aun permiten colonizar nuevas tierras. Por debajo de los 400 mm se prefiere ya el garbanzo, que comparte con las habas el doble uso en la alimentación, valiendo tanto para la humana como para la animal. Por debajo de 300 mm y con menor temperatura, la lenteja queda como única leguminosa apta para un consumo humano libre de problemas (el consumo de otras leguminosas de grano por el hombre presenta restricciones). El guisante puede ocupar áreas bien diversas: desde las huertas, en

las que se encuentra con habas y judías, hasta parameras frías y semiáridas, aunque no tolera condiciones extremas como la lenteja.

No es de extrañar, pues, que las leguminosas de grano hayan ocupado un lugar de privilegio en la agricultura y en la alimentación humana. Sin embargo, su situación en la agricultura mundial es, en la actualidad, y atendiendo a cifras globales, la de un grupo de cultivos en franco retroceso. Dichos datos deben ser interpretados con matices: en efecto, son prósperos los cultivos hortícolas, pero no los de tipo extensivo y propios de una agricultura de subsistencia. Dado que estos últimos ocupan un área mucho mayor que aquéllos, que en realidad se concentran en unas pocas especies, las cifras reflejan bien la situación media, pero no la describen adecuadamente.

Esta situación afecta a todas las especies de leguminosas de grano. Cabe señalar que la decadencia de éstas ocurre en la agricultura que hace abundante uso de la técnica, esto es la occidental, o de excedentes, en contraposición a la agricultura de subsistencia de muchos países en desarrollo. En esta última, las leguminosas pueden no jugar un papel muy importante en cuanto a cantidades producidas, pero su valor es alto desde el punto de vista cualitativo, al suministrar, en general, las escasas proteínas disponibles para el consumo humano.

La agricultura altamente sofisticada es muy reciente en la historia de la humanidad; es realmente una consecuencia de la revolución industrial del siglo XVIII. En esa época, en Inglaterra, se consiguió aplicar con éxito principios científicos a algunos problemas agrícolas. La experimentación, junto con invenciones en otros campos del saber, motivaron una auténtica revolución agrícola que se puede resumir así: la demostración de que el monocultivo, sobre todo del cereal, es posible; la introducción paulatina de los fertilizantes naturales o artificiales; la consideración de que los animales no son esenciales en la explotación agrícola; la pérdida en importancia correla-

tiva de los cultivos destinados a pienso; el aumento del comercio por medio del ferrocarril o del barco de vapor, que hacía inútil la explotación agraria de autoabastecimiento; el reemplazo de bueyes y caballos como animales de tiro, con la consiguiente pérdida en importancia de los cultivos a ellos destinados; la producción, fuera de la explotación agraria, de piensos concentrados o compuestos; el abandono de zonas rurales, perceptible aún en nuestros días, en favor de regiones industriales...

Cuando la mejora científica se estableció sobre base firme a mediados del siglo XIX y, sobre todo, cuando la mejora genética se impuso en el actual, se atendieron las necesidades perentorias en cultivos de primer orden; las leguminosas de grano no estaban entre ellos, a menos que tuviesen un uso hortícola, en cuyo caso entraban en una alimentación humana refinada como complemento, ya no como alimento básico. Las leguminosas del pobre, que sirvieron de fuente de proteínas durante milenios y las que aún cumplen esta función en países en desarrollo, en la agricultura de subsistencia, fueron quedándose relegadas a regiones marginales, fuera de las rutas comerciales, del interés científico, de las nuevas técnicas agrícolas y de la labor del mejorador.

En una agricultura tan fuertemente competitiva como la nuestra, el agricultor, aunque conoce las ventajas que tienen para cualquier aspecto de la explotación agraria, las sitúa en un segundo plano debido exclusivamente a cuestiones de rendimiento; ello provoca una oferta limitada y fragmentada, impropia para una adecuada comercialización, lo que a su vez motiva el abandono. Es interesante constatar cómo, en situaciones de emergencia, el agricultor vuelve a la leguminosa: en regiones de España donde el jopo del girasol (*Orobanche cernua*) ha causado prácticamente el abandono de este cultivo, se vuelven a sembrar habas. Lo mismo puede decirse del garbanzo en Sevilla, por problemas relativos al precio del

cereal. Cuando la agronomía y la mejora genética se ocupan de las leguminosas, éstas responden generosamente.

En definitiva, la situación de las especies que aquí se tratan es aplicable a otras muchas leguminosas: apreciadas por el agricultor, por el consumidor y por el industrial, su cultivo decrece no obstante de año en año. La causa última de su marginación es el haber llegado tarde al mundo de la comercialización.

CAUPI

(*Vigna unguiculata*)

Origen del nombre

Hoy se los suele denominar caupíes utilizando una transcripción fonética del nombre inglés para distinguirlos de las especies cultivadas de *Phaseolus*. Pero el frijol o judía correspondió siempre al vegetal que ahora se llama caupí, y algunas otras de las especies relacionadas en lo agronómico y en lo cultural (particularmente de los géneros *Dolichos* y *Lablab*). El caupí es el *faseol* griego, el *faseolus* romano y el *fasulia* árabe. También se dio a éstos el nombre de habichuela, verosímelmente a causa de ser sus vainas como las de las habas de consumo humano pero más finas (la palabra mozárabe *favichiela* se encuentra en escritos del año 1100), y el de «judihuela». Esta última denominación, importante puesto que de ella se formó «judía», y no al revés, no es de fácil derivación etimológica. Parece que «judihuela» se formó de *faseol* a través del mozárabe *faseol*, (*fusiol*, *fusiola* que diptonga en *fusihuela*; *f* indica aspiración, aún presente en dialectos y lenguas románicas antiguas), del cual por deformación popular, y quizás también por atracción, se pudo formar judihuela.

La transferencia del nombre a las especies de *Phaseolus* se debió al parecido morfológico, agronómico y culinario (y botánico: la delimitación de

los géneros *Vigna* y *Phaseolus* no ha sido fácil y puede que aún no sea satisfactoria) entre el frijol antiguo y el frijol actual. La confusión comienza prácticamente con el Descubrimiento: Colón denominó frijol lo que obviamente no podía serlo, a causa de su enorme parecido con las leguminosas que conocía por tal nombre en España. La superposición, pues, entre caupí y frijol no sólo ocurre en lo agronómico sino en lo botánico y en lo conceptual.

Situación actual

El caupí aún se cultivaba en Córdoba hace unos veinte años. Todavía puede sobrevivir en algunas huertas del Levante español y en otras de la Península, pero debe considerarse como un cultivo que prácticamente ha desaparecido en España. En los supermercados de las grandes ciudades se lo ve desde hace no muchos años: la influencia de las ensaladas americanas llega hasta ser causa de que se importe un producto que bien podría cultivarse en el país.

En las recolecciones de leguminosas de grano realizadas en la Península, no se ha recogido ninguna muestra de caupí, y si se ha hecho debería figurar entre las judías actuales, esperando que una revisión botánica las ubique correctamente. La causa específica de su marginación, aparte de las generales dichas anteriormente, es su sustitución total por la judía americana. Tanto en el sistema de cultivo como en el uso (vaina verde, grano seco o verde), los frijoles del nuevo continente, y en especial *P. vulgaris*, aventajaron pronto al caupí, y hacia el siglo XVIII es posible que las referencias a judías, frijoles, etc. designaran exclusivamente a aquél.

Perspectivas

El caupí es uno de los cultivos prioritarios para el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAI), en razón de

FIGURA 34

Caupí (*Vigna unguiculata*), legumbre y semillas.



su importancia en los trópicos. El IITA realiza una extensa labor sobre el caupí, tanto en lo agronómico como en lo genético. Su futuro está a salvo a nivel mundial.

A nivel español, por el contrario, no parece ser muy halagüeño, a menos que se introduzcan nuevos usos culinarios procedentes de los países tropicales, lo que no bastará para reimplantar el caupí en la agricultura ibérica de forma significativa.

JUDIA, FRIJOL, ALUBIA, HABICHUELA (*Phaseolus vulgaris*)

Origen del nombre

Estos y otros nombres se dan hoy en día a las especies de *Phaseolus* que llegaron a España tras el Descubrimiento, en particular a *P. vulgaris*, que con razón es la judía común. La palabra «judía» no aparece hasta el siglo XVIII (por ejemplo, en la edición que de la obra de Laguna hizo Suárez en 1733: en el texto de Laguna sólo aparece «judihuela», en tanto que en los comentarios de Suárez judía ya es sinónimo de frisoles, alubias, etc., aparte de judihuelas). En algunas regiones también se le da el nombre de chícharo al grano seco, palabra aplicada a más de una leguminosa de grano y derivada obviamente del latín *cicer*, que en sentido estricto corresponde al garbanzo.

Situación actual

La única especie importante es, como ya se ha indicado, la judía común. Otras dos, *Phaseolus lunatus* y *P. coccineus*, se cultivan en pequeñas superficies con propósitos específicos (ingrediente de la paella, por ejemplo), y la tendencia es de sustituirlas totalmente por aquella. De hecho, en las recolecciones de material efectuadas en los últimos años han aparecido muy escasas muestras de una y otra, y siempre con la duda de si son

poblaciones recientes o, como sería de desear, antiguas. Todas son especies de cultivo veraniego en España, y por tanto necesitan agua; de ahí que, como el caupí, sean cultivos de huerta o extensivos de regadío, salvo en los secanos húmedos de la cornisa cantábrica.

Los precios de venta en el mercado de la judía común, tanto en vaina como en verde, y la popularidad de algunos platos (fabada, con chorizo, pochas, caparrones, judías verdes, etc.) sugieren un futuro prometedor para la leguminosa. Si bien esto es relativamente cierto para la especie, no lo es tanto en lo que respecta a los cultivares tradicionales. Baste comparar la situación en los años cincuenta con la de los ochenta: la riqueza en formas autóctonas descrita por Puerta Romero (1961) (que estudió en detalle no menos de 300 de una recolección de un millar) no se había mantenido, y numerosas razas locales de excelente calidad estaban en peligro de desaparición. Las colecciones que se realizaron en el segundo período mencionado apenas si llegaron a 120 muestras, si bien las prospecciones en el norte de España fueron detalladas (Galicia, Asturias, País Vasco, Navarra) y con resultados relativamente buenos: las alubias de Tolosa, las pochas riojanas y las judías asturianas de La Granja podían considerarse salvadas.

La razón de dicho cambio fue consecuencia del cultivo extensivo en regadío de formas modernas de crecimiento determinado, por ejemplo en El Páramo leonés. Hasta entonces, el cultivo predominante era típicamente hortícola, de variedades de enrame, en pequeñas y dispersas superficies, situación en la que las plagas y enfermedades no son, en general, factores limitantes. Al pasar al cultivo extensivo, con siembras densas, unas y otras hicieron su aparición, y hubo que sustituir razas locales por cultivares importados. En El Páramo, por ejemplo, la excelente raza local 'Riñón' fue remplazada por la 'Cannellini', de peor calidad pero resistente a la fusariosis.

Cuanto sucedió con las judías para grano seco se registró asimismo respecto a las variedades para consumo en verde. Las de enrame fueron sustituidas por matas bajas, y las de vaina aplanada y curva (las exquisitas ‘Garrafal’), tradicionales en la cocina española, por las de sección redonda, y ello independientemente del tipo de crecimiento. La causa hay que buscarla de nuevo en el ámbito industrial. La vaina redonda y recta permite su enlatado sin pérdidas de material, y si además la mata es de crecimiento determinado se puede recolectar mecánicamente.

La situación ha empeorado en la actualidad. La importación directa a mejores precios ha sido totalmente negativa para los agricultores españoles y, por consiguiente, para el cultivo. Hay que tener en cuenta, en favor del importador-comercializador, que éste exige partidas homogéneas y grandes, que no se encuentran en España. Lo fragmentado de la oferta, consecuencia de la diversidad genética, en la judía y en todas las especies aquí tratadas, juega curiosamente un papel negativo en su supervivencia. Los que propugnan una agricultura ecológica y una conservación *in situ* deberían tenerlo en cuenta.

Perspectivas

Lo mismo que en el caso del caupí, el futuro parece salvado a nivel de la especie. Los países desarrollados consumen las vainas verdes por insípidas que sean, presentándolas usualmente como acompañamiento de un plato principal. Hay numerosas instituciones públicas y empresas privadas que trabajan en su mejora genética, sobre todo para conseguir plantas bajas de crecimiento determinado y con vainas rectas y redondeadas. El Instituto Internacional de Agricultura Tropical las tiene a su cargo, en el ámbito de los países en desarrollo, cualquiera que sea su utilización.

En España, sin embargo, la situación es alarmante en lo que respecta a la conservación de material autóctono. Si bien las judías de La Gran-

ja (ingrediente básico de la fabada asturiana) parecen fuera de peligro por realizarse un activo trabajo sobre ellas, y aunque ciertas casas comerciales de semillas llevan a cabo trabajos de mejora con algunas de la variedad ‘Garrafal’ (para verdeo), en muchas regiones como El Barco de Avila, La Bañeza e incluso en las huertas valencianas, la pérdida de excelentes razas locales puede ser un hecho a muy corto plazo. Las ‘Garbanceras’, ‘Riojanas’, ‘Arrocinas’ de El Barco, las ‘Panchinas’ y ‘Moritas’ asturianas, las ‘Riñón’ de La Bañeza, todas ellas para grano, y las numerosas y variadas ‘Garrafal’ como ejemplo señero de las de verdeo, pueden ser muy pronto no más que un número en un banco de germoplasma.

Es éste un caso curioso en que una demanda estable y un precio alto determinan una no menos alta erosión genética.

HABA (*Vicia faba*)

Origen del nombre

El origen del nombre es antiguo en el mundo latino; los romanos celebraban las *fabarias*, festival religioso en el que las habas jugaban un cierto papel. No es seguro si el prestigioso nombre de los Fabios deriva de *faba*, o al revés, pero en todo caso es bien clara la vinculación de una de las más nobles familias romanas a esta especie. Fue en el mundo romano, además, donde se seleccionaron las habas de mesa para consumo en verde. Los romanos expandieron el cultivo, típicamente mediterráneo, por intermedio de sus legiones, pues no se utilizaba el grano sólo para el consumo humano sino también para la alimentación de los caballos. Los celtas, a su vez, lo extendieron por las regiones central y atlántica de Europa, hasta el punto de que en algunos casos se llegó a denominar grano celta.

Situación actual

En la costa y en las huertas, la situación de las habas (*Vicia faba*) coincide con la de los frijoles antiguos (caupíes) y con la de los nuevos (judías, alubias, etc.). Unos y otros se ven sustituidos por aquéllas en regiones algo más frías, de menor pluviometría y, sobre todo, de lluvias invernales y no veraniegas. Las habas pueden no necesitar riego por encima de los 400 mm de precipitación aunque, obviamente, la producción sea en cierta medida función del agua que reciben. En lo concerniente a su lugar en la cocina, habas, frijoles y caupíes compartieron preparaciones culinarias, que se conservan en los platos tradicionales; por ejemplo, la popularísima fabada asturiana se hace con «fabes», que debieron ser habas, denominación usual hace 100 ó 200 años, pero que hoy designa a ciertas variedades de frijoles.

Con las habas comienza también el doble uso —tanto para la alimentación humana como animal— de la leguminosa, lo que es impensable de *Vigna* y *Phaseolus*, y no sólo en el ambiente agrícola español. Las habas han conocido todo tipo de uso; podrían, en este aspecto, ser el paradigma de las leguminosas de grano. En España no se las consume en la actualidad en forma de grano entero y cocido con carne y grasa animal, pero en un pasado reciente aún se las preparaba así (por ejemplo en la fabada), como se hace con garbanzos, alubias y lentejas. En otros países, donde la carencia en proteínas obliga a dedicar a la alimentación humana las que existen, sigue consumiéndose las habas de esta forma, como en general siempre se han consumido las leguminosas de grano. Donde hay otras fuentes de proteínas, el uso de las habas se ha diversificado. Algunas variedades tradicionales, entre las que destacan por su calidad las de origen ibérico, en particular las 'Aguadulce', se han destinado al consumo en verde, ya sea el grano, ya la vaina completa; son habas de huerta para venta directa en el mercado, que en tiempos recientes se han preparado como

conservas. Estas variedades exentas de principios amargos son dulces y suaves al paladar. Las que no presentan tales caracteres se han seguido destinando al consumo animal; entre ellas se han seleccionado tipos apropiados para el ganado caballar (las llamadas por los botánicos 'Caballares' en español, 'Horse beans' en inglés, y 'Equina' en latín) y otros para el ganado de cerda (habas 'Cochineras', 'Tick beans' o 'Minor'). La separación (por razones de conveniencia en el trabajo) entre unas y otras ha sido tan grande que incluso se refleja en apartados distintos de la agronomía y la mejora vegetal. Lo mismo sucede con el guisante.

En la recogida de germoplasma realizada al comienzo de los años ochenta, pudieron reunirse más de 1 000 muestras de poblaciones locales, con una fuerte representación de los tipos de consumo humano, como era de esperar por el descenso advertido en los de pienso. Entre las leguminosas de grano aptas para la alimentación animal, las habas figuran entre las que más sufrieron con la llegada de la maquinaria y de los piensos industriales. Las habas eran el grano de pienso fundamental para caballos y bueyes, y grandes competidoras del garbanzo para alimentar a los cerdos. La crisis energética de 1973, y la subida del precio del haba de soja americana en ese mismo año, propiciaron un nuevo interés por la especie, no sólo en cuanto a las posibilidades de alimentación animal sino por su papel fijador de nitrógeno atmosférico. El Centro Internacional de Investigación Agrícola en las Zonas Secas (ICARDA) la tomó a su cargo; la Comunidad Económica Europea (CEE) subvencionó proyectos en distintos campos de la agronomía y de la alimentación animal, investigaciones y reuniones de trabajo. El intercambio de información produjo excelentes resultados en las habas para pienso, y satisfactorios en las hortícolas. De éstas últimas se encargaron preferentemente las empresas privadas. Cabe indicar que hubo un trasvase interesante

desde las hortícolas a las de cultivo extensivo, dada la importancia que las habas tienen en la alimentación humana en todo el Norte de África y en otros países como Sudán y Etiopía.

Existen en la actualidad numerosas variedades de huerta y de pienso. Las primeras han sido seleccionadas a partir de razas locales, de las que merecen citarse la 'Windsor' inglesa, la 'Polico-ro' italiana y, entre las españolas, 'Muchamiel', 'Ramillete' y, sobre todo, 'Aguadulce', que ha invadido todos los países cultivadores (Francia, Gran Bretaña e Italia), donde se la conoce con ese nombre, con el de 'Séville' o con otros. La invasión concierne al cultivo directo tanto como a las empresas mejoradoras, y se debe a su extraordinaria calidad y a su elevada producción. Como defecto general de la especie hay que señalar el de no poseer tipos comerciales de crecimiento determinado altamente productivos. Aunque se dispone de los mutantes adecuados y se está tratando de introducirlos en los mejores cultivares, la recolección mecánica con alto rendimiento (que se practica con los guisantes y judías) no es todavía factible.

En lo que respecta a las habas para pienso, los numerosos ensayos llevados a cabo por la CEE y por el ICARDA han permitido obtener numerosas variedades de alto rendimiento, competitivas con otros granos, incluso con los cereales. La técnica de cultivo de las habas, muy primitiva hace aún veinte años, es ya la propia de un cultivo moderno. Incluso para los enemigos tradicionales (el jopo, *Orobanche crenata*, en los países del Mediterráneo, y la geña, *Botrytis fabae*, en los de clima húmedo de Europa) se han identificado genes de resistencia efectiva.

Perspectivas

Se sigue registrando una disminución de la superficie sembrada de habas para pienso en los países europeos, y en particular en España. Las causas son múltiples: abandono de tierras de

cultivo tradicional, falta de demanda por parte de los industriales de piensos compuestos, mayor rentabilidad de otros cultivos, en especial de los subvencionados por la CEE, etc. La situación es singular, puesto que existe material vegetal, obtenido tanto por instituciones públicas como por entidades privadas, y conocimientos técnicos suficientes para lograr un cultivo rentable. Por un lado falta un servicio adecuado de información al agricultor, y por otro, no existe una oferta homogénea y suficiente para el industrial. Este último consigue otras materias primas con mayor facilidad y en mayores partidas. Con un ligero mejor trato por parte de las autoridades comunitarias, o si se consiguiera un pequeño aumento efectivo del rendimiento para el agricultor, y una más eficiente organización de la oferta, el problema podría ser resuelto. De otra forma, el atractivo que aún representa para el agricultor el cultivo de las habas—sobre todo en casos de crisis en otros cultivos— puede llegar a desaparecer.

El comercio de las habas de verdeo o huerta registra un leve crecimiento del mercado y del interés que por ellas manifiestan las casas comerciales, que en algunos países (Gran Bretaña, por ejemplo) han incorporado genes de importancia agronómica (crecimiento determinado, ausencia de taninos, resistencias). Estos factores pueden convertirlas en un cultivo de verdeo industrial en breve tiempo. La calidad de algunos productos industrializados y la buena aceptación por el consumidor permiten suponer que las habas de huerta aún tienen amplias perspectivas. El papel que en este proceso han jugado las 'Aguadulce' no debería impedir que se introdujeran en la labor del mejorador, en la del industrial y en la del comerciante otras razas locales, sobre todo la 'Ramillete' y la 'Muchamiel'.

GARBANZO (*Cicer arietinum*)

Origen del nombre

Del latín *cicer* derivan *cicero*, *pois chiche*, *chick pea* y la voz española «chícharo», que parece haber sido un nombre bastante común para ciertos granos secos de leguminosas, incluyendo algunos *Lathyrus*. Garbanzo parece ser, pues, un nombre autóctono prerromano, ya que no se relaciona ni con el griego ni con el árabe. La antigüedad del cultivo en España parece evidente.

Situación actual

En climas más secos que los propios para las habas, éstas se ven reemplazadas por los garbanzos, que presentan además la ventaja de su corto ciclo (de marzo a junio: la siembra otoñal es de reciente introducción).

Como en el caso de las habas, los garbanzos han sido utilizados para alimentación humana y para la del ganado, vacuno y de cerda sobre todo; estudios modernos han puesto de manifiesto el alto valor biológico del garbanzo en la alimentación animal, equivalente sin ningún tratamiento industrial a, por ejemplo, las tortas de soja convenientemente tratadas. También, como en el caso de las habas, el doble uso en la alimentación ha ocasionado una notable separación varietal, particularmente en el Mediterráneo occidental: granos de color blanco o crema, muy grandes y rugosos para alimentación humana; granos de diverso color, forma, tamaño (pero nunca muy grandes) y aspecto para pienso. La diferencia afecta al tiempo en la cocción y a la palatabilidad, siendo los primeros de fácil cochura y de textura y sabor suaves, a diferencia de los segundos. Es una consecuencia del uso culinario: en los países del occidente de la cuenca mediterránea, el garbanzo se sigue consumiendo cocido y entero; los platos representativos podrían ser el cocido español, en el que al grano cocido se añade carne,

grasa animal y verduras diversas, a la manera de otras leguminosas; y el cuscús norafricano, que lo añade a una sémola de trigo duro, asimismo con carne y verduras. En otras regiones se lo convierte previamente en harina, bien para obtener una crema con aceite y ciertos condimentos (Mediterráneo oriental), bien para mezclarlo con otras harinas y hacer distintos tipos de pan (subcontinente indio).

Existen excelentes variedades para todos esos usos. En España, la calidad de los «blanco lechoso» andaluces y de los «pedrosillano» leoneses (unos y otros razas locales y no cultivares) ha hecho que se extiendan a otras zonas para su cultivo o para su uso por el mejorador. Por su parte, las técnicas agronómicas han evolucionado hasta el nivel exigible a una agricultura moderna, e incluso se ha llegado a una auténtica revolución en este cultivo al lograrse variedades aptas para la siembra otoñal, con resistencia a *Ascochyta* y al frío, que al aprovechar mejor las lluvias invernales duplican y en ocasiones cuadruplican la producción. El garbanzo de invierno fue obtenido por el ICARDA, y la nueva tecnología se ha extendido rápidamente a todos los países productores. Sus ventajas son grandes, pero con frecuencia agricultores y técnicos mal informados realizan siembras otoñales con las variedades locales que, al no estar preparadas genéticamente para ello, pueden llegar a desaparecer debido a las bajas temperaturas y a los ataques de *Ascochyta*.

Perspectivas

A pesar del alto precio que el agricultor recibe por un garbanzo de calidad, es difícil explicar la reducción en superficie que también se registra en este cultivo. Se constatan además fallos notables en la comercialización; los industriales se lamentan de la ausencia de una oferta homogénea y suficiente, por lo que han de recurrir a importaciones de México, Estados Unidos (California) y Chile. Las importaciones mexicanas comenzaron hace no menos de

20 años por motivos políticos relativos a los intercambios comerciales. Siendo los garbanzos importados de clara ascendencia española, similares al «blanco lechoso», la introducción en el mercado fue fácil. Las cantidades importadas rebasaron hace ya mucho tiempo las producidas en el país, lo que resulta sorprendente en un momento en que se buscan nuevos cultivos rentables.

Hace unos 40 años, Puerta Romero recogió unas 600 muestras en toda España. Hace diez, se volvió a escoger un número semejante, pero la riqueza genética había sufrido una considerable merma: casi todos eran garbanzos de consumo humano, en tanto que en la primera recolección había magníficos ejemplares de pienso, que se perdieron, como quedó demostrado en tantas otras colecciones realizadas por Puerta Romero, a causa de la desidia y la ignorancia de los entes de investigación agraria. En la actualidad, los planes de mejora relativos a los garbanzos para la cocina y los de utilización en la industria de piensos, y en la de alimentación en general; y la intervención de instituciones públicas y privadas permiten pensar que las grandes razas locales se salvarán y que, con un buen servicio de extensión y una adecuada comercialización, el cultivo debería estar protegido de riesgos ulteriores. A nivel mundial, para los países en desarrollo, el ICARDA y el ICRISAT han logrado impulsar el cultivo con nuevas variedades y técnicas agronómicas.

LENTEJA (*Lens culinaris*)

Origen del nombre

La derivación del latín, *lens*, es la común en las lenguas europeas.

Situación actual

No hay leguminosa más recia por debajo de los 350 mm de precipitación y en climas más fríos: la

lenteja sustituye a todas las demás en esas condiciones. Acompaña a la cebada, a la que abandona por debajo de los 250 mm, cuando ya no se puede hablar de agricultura propiamente dicha. Al igual que el garbanzo, no posee prácticamente factores antinutritivos, a excepción de principios de flatulencia fácilmente tolerables, sobre todo en las condiciones extremas en las que suele ser alimento esencial.

Su gran resistencia a condiciones rigurosas y su valor como alimento explican que el grano de la lenteja no se utilice en alimentación animal. Para este último fin se recurre a otras leguminosas de grano tan duras como ella, pero de menor valor para el hombre a causa de sus principios antinutritivos; entre otras cabe citar a las algarrobas (*Vicia monanthos*), yeros (*V. ervilia*), almortas y titarros (*Lathyrus sativus* y *L. cicera*) y quizás alguna otra, tan antiguas como la propia agricultura y en un permanente estado de semidomesticación; de ellas se trata en otro capítulo de este libro.

En la actualidad no es un alimento necesario en España, aunque sí en otras partes del mundo (también el ICARDA se encarga de la lenteja a este nivel). En España se consume al modo clásico de las leguminosas de grano: cocidas en mezcla con carne y complementos variados. Sigue siendo un plato apreciado, sobre todo cuando la lenteja es de calidad, como por ejemplo las variedades 'Verdinas'.

La lenteja era hasta hace diez años un cultivo «en ascenso», la única leguminosa en grano que así se comportaba en el país. Una buena calidad y una aceptación notable por el consumidor lo explicaban. Las técnicas agronómicas habían mejorado, aunque no las variedades, de las que se conocían únicamente razas locales. Se lograron recoger unas 250 muestras, sobre todo del noroeste de la meseta castellana, aproximadamente las mismas y, por una vez, con idéntica variación que las representadas en las colecciones de Puerta

Romero de los años cincuenta. Pero las dificultades de comercialización han hecho que en los últimos años también la superficie esté en regresión; importaciones de Turquía, Chile, y recientemente también de los Estados Unidos, han operado la transformación. En este caso fue un problema de precios exclusivamente; es lamentable que para imponer un producto importado se llegara a anunciar, por ejemplo, que las lentejas turcas tenían más proteínas y más calidad de cocción que las españolas. En el caso de las norteamericanas, la excelente organización de los productores del noroeste de los Estados Unidos fue la que abrió el camino; los agricultores españoles no supieron reaccionar a las campañas de oferta del producto importado.

Perspectivas

A diferencia de cuanto se ha hecho en relación a las especies próximas, la labor de mejora genética respecto a la lenteja española ha sido muy débil y carente de apoyo institucional. Sería fundamental continuarla con el fin de obtener cultivares de mayor producción, sobre todo a partir de la raza local 'Verdina'. Esto evitaría la importación de cultivares extranjeros, aceptados a causa de la falta de material español registrado pues, a pesar de todo, el cultivo sigue siendo rentable. De otra forma, el material autóctono disminuirá irremediablemente.

Las mejoras en técnica agraria se deben asimismo a la iniciativa privada, que ha logrado resolver hasta el problema de la mecanización. En España, el cultivo no sufre de plagas (el gorgojo sólo ataca a los cultivos mal cuidados) o enfermedades (salvo pequeños daños por fusariosis). Sin embargo, en otras partes no ha logrado encontrarse resistencia contra el jopo (*Orobanche crenata*).

En realidad, los agricultores están preocupados únicamente por los precios, las importaciones y la comercialización.

GUISANTE (*Pisum sativum*)

Origen del nombre

Como para el garbanzo, el español emplea para esta especie una palabra totalmente original. El latín *pisum* ha dado origen a los nombres con que se denomina el garbanzo en la mayor parte de las lenguas europeas.

Situación actual

Los guisantes tienen una extensión cultural más grande que la de cualquier otra leguminosa de grano. Se adaptan tanto a las huertas como a las zonas frías semiáridas. No les falta mucho para llegar a los límites de las zonas áridas y subtropicales, donde se cultivan respectivamente lentejas y caupíes. Siendo una leguminosa típica del complejo agrícola del Cercano Oriente, el guisante fue durante siglos seleccionado con intensidad en toda Europa como grano (y vaina) verde de mesa, de manera análoga a las habas, permaneciendo en regiones de condiciones ambientales difíciles por ser más rústico que éstas. A diferencia de las habas, sin embargo, en la época de la nueva agricultura propiciada por la revolución industrial (siglo XVIII), los guisantes de mesa (esto es, de consumo en verde) estaban ya fuertemente implantados en países precozmente industrializados. A diferencia de las habas, se conocían, desde el siglo XVI al menos, formas de crecimiento determinado, lo que permitió la recogida mecánica en cuanto ésta fue posible y facilitó su conversión en cultivo hortícola extensivo. El proceso seguido por el guisante fue, en este sentido, similar al de la judía.

En lo que respecta al guisante para consumo en seco, que ahora comienza a denominarse proteaginoso (y mal llamado forrajero, en lugar de «de pienso» o simplemente «de grano»), a semejanza de las habas, ya dejó de ser utilizado para la alimentación humana en Europa, aunque ha

habido regiones en que aún no hace mucho se consumía en la forma tradicional ya señalada. Así se consume todavía en algunas zonas mediterráneas, aunque nunca fue tan popular en este sentido como las lentejas, garbanzos, habas y judías.

Esta especie se destina a un doble uso (alimentación humana y animal), con la consiguiente especialización varietal. Los guisantes hortícolas de enrame o de crecimiento determinado tienen una gran demanda. En España no quedan casi razas locales, salvo 'Tirabeques' diversos (con frecuencia de origen desconocido, más que autóctono, por lo remoto de la importación), sino cultivares más o menos selectos y mayoritariamente de origen europeo o americano. Numerosas casas privadas e instituciones públicas se encargan en todo el mundo desarrollado de su mejora, sobre todo de los tipos enanos aptos para la recogida mecánica. La industria los incorporó desde el comienzo de la mecanización agraria y del auge de la industria conservera. Comparten esta ventajosa situación con las judías destinadas al mismo fin.

El guisante de pienso presenta una muy diferente historia. No habiendo tenido la popularidad de otras leguminosas ni para el consumo humano ni para el pienso animal, ha sufrido de la competencia de todas ellas, puesto que no ocupa un nicho ecológico concreto que le permita ser ni el único posible ni el más idóneo. Sus poblaciones fueron abandonadas por los mejoradores y agrónomos tras haberles extraído lo mejor de su contenido genético para sus hermanos de verdeo. Recios como cultivo, resistieron en las peores tierras, pero al ser abandonadas éstas, perecieron con ellas. No es de extrañar que en la recolección de leguminosas de grano que se realizó a comienzos de los años ochenta no se llegara ni al centenar de muestras de guisante de pienso. No se conoce ninguna raza local predominante; la pobreza genética en lo relativo a este tipo de guisante en España es grande.

Perspectivas

Sería conveniente plantar el guisante en tierras en las que se necesita una planta para pienso, y donde ni las habas ni el garbanzo de invierno puedan vivir por la crudeza del clima, y en las que se quiera sembrar un cultivo de siembra otoñal: la meseta castellana sería la región para este cultivo. Allí se han obtenido los dos primeros cultivares españoles, que entran así en competencia con los pocos extranjeros que se han introducido. La riqueza genética de la especie debe permitir una rápida mejora puesto que no hay grandes enemigos que combatir (salvo daños causados por *Pseudomonas*).

Una vez conseguidos los cultivares adecuados habrá que procurar una oferta racional para la industria de piensos: el guisante de pienso es de excelente calidad. De hecho, tras la crisis de 1973, la CEE consideró al guisante, junto con las habas y los altramuces, como proteaginosas prioritarias.

Conclusión

Tres conclusiones pueden extraerse de la experiencia que suministran las leguminosas de grano para consumo humano: la primera, que la erosión genética ha sido y es enorme, y ha ocurrido en relativamente pocos años. La segunda, que dicha erosión fue consecuencia de la separación del mundo en dos partes: una desarrollada y otra en desarrollo; aquélla admitió, conservó, multiplicó y mejoró las especies que se adecuaban a una agricultura de alto contenido tecnológico. El abandono por científicos y técnicos de las demás especies provocó su pérdida para el consumo. Sin embargo, el abandono definitivo se ha debido a una mala política agraria y, sobre todo, a una comercialización deficiente.

Bibliografía

- Anónimo. 1985. *Potential for field beans (Phaseolus vulgaris L.) in West Asia and North Africa*. Cali. CIAT.

- Anónimo.** 1990. Chickpea in the nineties. *Proceedings of the Second International Workshop on Chickpea Improvement*. Patancheru. ICRISAT.
- Bond, D.A., Scarascia-Mugnozza, G.T. y Poulsen, M.H., eds** 1979. *Some current research on Vicia faba in Western Europe*. Luxemburgo. Comisión de las Comunidades Europeas.
- Cubero, J.I. y Moreno, M.T., eds.** 1983. *Las leguminosas de grano*. Madrid. Mundi Prensa.
- Cubero, J.I. y Saxena, M.C., eds.** 1991. *Present status and future prospects of faba bean production and improvement in the Mediterranean Countries*. Zaragoza. CIHEAM/IAMZ.
- Jambunathan, R. y Rajan, V., eds.** 1989. *Consultant's meeting on uses of grain legumes*. Patancheru. India.
- Hawtin, G. y Webb, C., eds.** 1982. *Faba bean improvement*. La Haya. Martinus Nijhoff Publishers.
- Hebblethwaite, P.D., ed.** 1982. *The faba bean*. Londres. Butterworths.
- Hebblethwaite, P.D., ed.** 1985. *The pea*. Londres. Butterworths.
- Mateo Box, J.M.** 1961. *Las leguminosas de grano*. Barcelona. Salvat.
- Osman, A.E., Ibrahim, M.H. y Jones, M.A.** 1990. *The role of legumes in the farming systems of the Mediterranean areas*. Dordrecht. Kluwer Academic Press.
- Puerta Romero, J.** 1961. *Variedades de judía cultivadas en España*. Madrid. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.
- Roberts, E. y Summerfield, R.J., eds.** 1986. *Grain Legume Crops*. Londres. Granada Technical Books.
- Saxena, M.C. y Singh, K.B., eds.** 1987. *Chickpea*. Londres. C.A.B. International.
- Saxena, M.C., Cubero, J.I. y Wery, J., eds.** 1990. Present status and future prospects of chickpea crop production and improvement in the Mediterranean countries. *Options méditerranéennes, Série A: Séminaires méditerranéens*, N° 9. Zaragoza. CIHEAM/ECC/ICARDA.
- Summerfield, R.J., ed.** 1986. *World crops: cool season food legumes*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.
- Summerfield, R.J. y Bunting, A.H., eds.** 1980. *Advances in legume science*. Kew. Royal Botanical Gardens.
- Thompson, R., ed.** 1981. *Vicia faba L.: Physiology and breeding factorial analysis of yield components*. La Haya. Martinus Nijhoff Publishers.
- Webb, C. y Hawtin, G., eds.** 1981. *Lentils*. Londres. Commonwealth Agricultural Bureaux.

Hortícolas marginadas

En el capítulo sobre los procesos y causas de la marginación de cultivos ibéricos llegan a mencionarse más de 20 cultivos hortícolas que podrían ser considerados en esta situación. Los autores han seleccionado sólo ocho de ellos para ser tratados en detalle. La selección se ha hecho buscando de forma más estricta su carácter de marginados, y eligiéndolos entre diferentes grupos taxonómicos que permitieran dar una visión detallada del problema. Oruga (*Eruca sativa*), mastuerzo (*Lepidium sativum*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), borraja (*Borrago officinalis*), apio caballar (*Smyrniolum olusatrum*), escorzonera (*Scorzonera hispanica*), tagarnina (*Scolymus maculatus*) y cardillo (*Scolymus hispanicus*) han sido las especies elegidas.

ORUGA

(*Eruca sativa*)

Nombre botánico: *Eruca sativa* Miller.

Familia: Brassicáceas = Crucíferas.

Nombres comunes: castellano: oruga, oruga común, eruca, roqueta común; catalán: ruqueta; euskera: bekarki; portugués: eruca, rúcula, fedorenta, pinhão (Brasil); inglés: rocket, salad rocket, garden rocket, hedge mustard; francés: roquette.

Origen del nombre

El origen semántico del nombre de esta planta alude a las culturas más antiguas del Cercano Oriente. Del persa *girgir* y el acádico *gingiru* procede el *gargira* arameo, hebreo y siríaco, y de éstos, el árabe *yiryir* y el latín *eruca*, del que aparecen, a través del romance, las voces «roqueta» y «oruga» del castellano actual.

Propiedades y usos

Esta planta está considerada como un excelente estomáquico, estimulante y afrodisíaco, empleándose también como diurético y antiescorbútico. Las hojas tienen un sabor amargo que se suaviza con la cocción o fritura. Las semillas son picantes, aunque algo menos que las mostazas. Contiene glucósidos, como sulfocianato de alil, sales minerales y vitamina C. El aceite de la semilla contiene ácido erúico.

La oruga fue siempre considerada como un potente afrodisíaco. En la antigüedad clásica, era consagrada a Príapo, plantándose a los pies de las estatuas de esta deidad consagrada al potencial procreador de los machos. Dioscórides advierte que comida cruda estimula la lujuria y que las semillas tienen las mismas virtudes. Columela hace referencia también a su provocativo efecto, pero conoce muy bien su técnica de cultivo: «... y también la oruga y la albahaca permanecen en su sitio, sin moverse, tal como han sido sembradas y no requieren otro cultivo que el de estercolarlas y desherbarlas. Además pueden sembrarse no sólo en otoño, sino también en primavera...». Los hispanorromanos comparaban precisamente el poder afrodisíaco de la oruga con el anafródísíaco de las lechugas. Bajo la cultura hispanovisigoda,

Los autores de este capítulo son F. Nuez (Departamento de Biotecnología, ETSIA, Valencia, España) y J.E. Hernández Bermejo (Jardín Botánico de Córdoba, Córdoba, España).

Los autores desean expresar su agradecimiento a S. Zaragoza, V. Castell y P. Cornejo por su colaboración bibliográfica.

Isidoro de Sevilla mantiene el uso y conocimiento de las virtudes de esta planta: «... eruca es como si dijera uruca (quemadora), porque tiene unas propiedades abrasadoras y consumida frecuentemente en la comida, inflama el apetito venéreo. Hay dos especies, de las cuales una es de uso habitual y la otra es silvestre y de sabor más amargo. Las dos estimulan el apetito venéreo».

Independientemente de estos efectos, la oruga ha sido básicamente consumida en forma de verdura (hojas) y especia (hojas y semillas). Constituye así un ingrediente en la confección de la «misticanza», especialidad que se consume en Roma desde la época en que se fundó la urbe. Los agrónomos hispanoárabes también hablan de su cultivo. Entre ellos, Ibn Hayyay (siglo XI), Ibn Wafid (siglos XI-XII) y, desde luego, Ibn al-Awwam (siglo XII). Este último autor comenta el uso de la planta como aromatizante de mostos y arropes, moliendo la semilla y cubriendo con ellas la superficie de las orzas en las que éstos se conservan. También menciona el empleo de sus flores en forma parecida. En el siglo XVI, el *Tratado de agricultura* de Alonso de Herrera no recoge ninguna mención sobre la oruga.

Se preparan con ella salsas en las que se mezclan las hojas con azúcar o miel, vinagre y pan tostado (salsa de oruga). En Italia se consume hervida con espaguetis, posteriormente condimentados con ajo y aceite. En España, una tradición en La Roda y Montealegre del Castillo (Albacete) es preparar los gazpachos manchegos, un plato ancestral en el que intervienen la carne de perdiz y conejo y la torta de pan ácimo (gazpacho), con un ligero sofrito de oruga. Algunos autores relacionan esta tradición con cultos primitivos a la fertilidad.

En la actualidad sigue siendo muy apreciada en diferentes países circunmediterráneos entre los que se encuentran Italia, Grecia y Turquía, consumiéndose principalmente en ensalada, como guarnición de carnes. Combina muy bien con la lechu-

ga, achicoria, valeriana y tomate. Otra conocida receta es la ensalada de patatas y oruga. En la India se cultiva para obtener, a partir de las semillas, un aceite semisecante. Actualmente la mayor parte del cultivo de oruga atiende a este fin, considerándose principalmente como una potencial oleaginosa.

La marginación de esta planta como hortaliza en España ha podido estar muy relacionada con su condena por sus propiedades afrodisíacas.

Descripción botánica

Planta herbácea anual de hasta 80 cm. Hojas basales en roseta, lirado-pinnatífidas (las habitualmente consumidas en ensaladas), las caulinares lobuladas o dentadas. Flores de pétalos blancos o ligeramente amarillos. Silicuas de hasta 40 mm, erectas, adpresas al tallo, con porción valvar subcilíndrica y rostro ensiforme, tan largo como las valvas. Semillas de 1,5-2,5 mm, pardas.

Florece desde febrero a junio en forma silvestre, en cultivo hasta en pleno verano. Alógama con un complejo sistema de autoincompatibilidad, principalmente gametofítico, pero con algunos alelos actuando esporofíticamente. Se ha comprobado la existencia de androesterilidad génica. $2n = 2x = 22$.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Crece espontáneamente en lugares modificados por el hombre: huertos abandonados, bordes de caminos, vertederos, entre escombros. Prefiere los climas cálidos y secos.

Distribución circunmediterránea, extendiéndose hacia Europa Central al norte y hasta Afganistán y norte de la India al este. Se ha asilvestrado en América del Norte, sur de África y Australia. Vavilov la describe en Asia Central, Cercano Oriente y Mediterráneo, considerando este último como principal centro de origen.

El cultivo se efectúa principalmente en la India, es más raro en Turquía y Grecia. En Italia se

FIGURA 35

Hortícolas: A. oruga (*Eruca sativa*), detalle del fruto en silícula; B. mastuerzo (*Lepidium sativum*), detalle del fruto en silícula; C. verdolaga (*Portulaca oleracea*).



cultiva en el mediodía, aunque poco. En otros países, como España, Francia y Gran Bretaña, el cultivo es raro.

Diversidad genética

Las mayores colecciones de germoplasma de oruga se encuentran en el Instituto de Germoplasma de Bari (Italia), en el NBPGR de Nueva Delhi (India), en la Haryana Agricultural University (India) y en el VIR de Leningrado.

Existen también colecciones menores en Kabul (Afganistán), Saskatoon (Canadá), Gaersleben y Braunschweig (República Federal de Alemania), Tapioszele (Hungría), Islamabad (Pakistán), Blonie (Polonia) y Alnarp (Suecia). Una pequeña colección de especies de *Eruca*, incluida *E. sativa*, se encuentra en la Universidad Politécnica de Madrid, y también hay germoplasma de poblaciones silvestres del género en el Jardín Botánico de Córdoba.

En la actualidad continúan las expediciones de recolección. En 1985 se recolectaron 25 muestras de germoplasma indígena de *E. sativa* en el noreste de Sudán.

En un análisis, empleando el estadístico D^2 de Mahalanobis sobre 99 líneas de oruga, no se encontró correlación entre la diversidad genética para 12 caracteres asociados a la producción y el origen geográfico.

Existe una amplia variabilidad respecto a los caracteres de la silicua y su estabilidad, y una fuerte interacción con las condiciones de cultivo. Análogamente existe una amplia variabilidad genética para producción de semilla por planta y caracteres relacionados.

Un grupo importante de trabajos trata de aprovechar *E. sativa* como un recurso genético para mejorar otras crucíferas. Así se han conseguido los híbridos intergenéricos con *Raphanus sativus*, *Brassica campestris* y *B. oleracea*. Se han conseguido híbridos somáticos por fusión de protoplastos con *B. napus* y *B. juncea*.

Se conocen líneas de oruga (T27) resistentes al áfido de la mostaza, tolerantes a diversas condiciones de estrés, a *Fusarium oxysporum* que puede ser fuente de genes para transferirlos a especies de *Brassica*.

Prácticas de cultivo

Se trata de una planta muy rústica que exige pocos cuidados. Generalmente se efectúa la siembra directa a fines del invierno o principios de la primavera, en surcos poco profundos. Para favorecer la nascencia conviene recubrir con suelo ligero y tamizado. Es poco exigente en riegos y abonado. Habitualmente se escarda a mano.

La recolección de las hojas tiernas se hace en primavera.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Su uso como verdura, ensalada o especia ha sido marginado, posiblemente por motivos morales o religiosos, y su recuperación está limitada por la tradición gastronómica local, que no siempre sabe apreciar su sabor amargo característico. Este se debe a glucosinolatos y al alto contenido en sales minerales. El desarrollo de cultivares con bajo contenido en sulfocinato de alil no parece un objetivo de mejora, pues aunque con ello la planta se volvería inocua, perdería su peculiaridad. De hecho se ha constatado una amplia variabilidad tanto para el contenido de ácido erúico como de glucosinolato en 128 muestras procedentes del Pakistán. La oruga tiene ya un contenido bajo en estos principios, distinguiendo claramente los lugareños esta especie de otras crucíferas más amargas. El aumento de su uso solamente puede producirse con la promoción de los platos tradicionales en los que interviene.

El empleo de técnicas agronómicas como el abonado nitrogenado y el sombreado permitiría obtener rosetas más tiernas y jugosas, de sabor y palatabilidad más suaves.

El trabajo de mejora genética para su uso como

hortaliza es muy limitado, si se exceptúa el desarrollo del cultivo *in vitro*, que ha permitido regenerar plantas diploides normales a partir de protoplastos aislados de mesófilo de hoja.

MASTUERZO (*Lepidium sativum*)

Nombre botánico: *Lepidium sativum* L.

Familia: Brassicáceas = Crucíferas.

Nombres comunes: *castellano:* mastuerzo, mastuerzo hortense, lepidio, berro de jardín (España), berro de tierra, berro hortense (Argentina), escobilla (Costa Rica); *catalán:* morritort, morrisà; *portugués y gallego:* masturco, mastruco, agrião-mouro, herba do esforço; *portugués:* mastruco do Sul, agrião (Brasil); *euskera:* buminka, beatzecrexu; *inglés:* cress, common cress, garden cress, land cress, pepper cress.

Origen del nombre

El cultivo de esta especie oriunda del suroeste de Asia (quizás de Persia) y extendido desde hace muchos siglos hacia el occidente de Europa, es muy antiguo, como indica el rastro filológico de su denominación en diferentes lenguas indoeuropeas. Entre ellas, en persa *turehtezuk*, en griego *kardamon*, en latín *nasturtium* y en árabe *tuffa'* y *huruf*. En algunas se establece cierta confusión con los berros. Parece que el significado de la voz *nasturtium* (*nasum torquere*, porque hace su olor torcer la nariz) debió aplicarse inicialmente al mastuerzo, como explica tanto Plinio como Isidoro de Sevilla. La confusión permanece con los términos empleados por los hispanoárabes. La voz *huruf* se aplica indistintamente a berros y mastuerzos (varias especies seguramente de hasta tres géneros distintos: *Nasturtium*, *Lepidium* y *Cardaria*). Llegan a diferenciarse así entre los agrónomos andalusíes medievales varios *huruf*, como *huruf abyad*, *huruf babili*, *huruf madani*...

Propiedades, usos y cultivo

Jenofonte (400 a.C.) señala que los persas consumían esta planta incluso antes de conocer el pan. También fue conocida por los egipcios y muy apreciada por griegos y romanos, grandes aficionados a los banquetes ricos en especias y ensaladas picantes. Columela (siglo I) hace referencia directa al cultivo del mastuerzo. En *Los doce libros de Agricultura*, escribe: «... inmediatamente después de las calendas de enero se pone bien el mastuerzo (...) cuando lo hayas trasplantado antes de las calendas de marzo, podrás recogerlo como el puerro de cortar, pero menos frecuentemente (...) no se habrá de cortar después de las calendas de noviembre, porque parece maltratado por los fríos, pero podrá resistir dos años si se escarda y se estercola con cuidado (...) también hay muchos sitios donde prolonga su vivacidad hasta diez años» (Libro XI). Estas últimas afirmaciones parecen indicar que se habla también de la especie perennante *L. latifolium*, pues *L. sativum* es anual.

Casi todos los agrónomos andalusíes de la Edad Media (Ibn Hayyay, Ibn Wafid, Ibn al-Baytar, Ibn Luyun, Ibn al-Awwam) y muchos de los médicos, como Maimónides, hablan del mastuerzo. Ibn al-Awwam recoge además referencias de Abu al-Jair, Abu Abdalah y de la agricultura Nabatea, y entre otros comentarios dice: «se siembra el mastuerzo entre febrero y abril (en enero en Sevilla). Tiene semillas pequeñas que se mezclan con la tierra para la siembra, a fin de evitar que el aire se las lleve. (...) Se cosecha en mayo. Se cultiva entre caballones, asociado al cultivo del lino».

Muchos de los autores de las antiguas culturas orientales y mediterráneas han destacado sus propiedades medicinales, especialmente las antiescorbúticas, depurativas y estimulantes. Columela destaca sus virtudes vermífugas. Ibn al-Awwam hace referencia a ciertas propiedades aparentemente anti-histamínicas, pues se utilizaba contra las picaduras

de insectos y también como repelente de éstos, empleado como sahumero. Quizás sea Ibn al-Baytar, botánico andalusí (siglo XIII), quien más información recoja respecto a sus propiedades, recopilando opiniones de otros autores como las de El Farcy, quien dice que excita el coito y provoca el apetito; de Ibn Massa, según el cual disipa los cólicos y elimina la solitaria y otros gusanos intestinales, o de Ibn Massouih, que señala que elimina los humores viscosos. Ibn al-Baytar dice además que se administra contra la lepra, que es útil para el «enfriamiento» renal, y que lavándose los cabellos con agua de mastuerzo, éstos se «purifican», deteniéndose su caída.

En Irán y Marruecos se utilizan las semillas como afrodisíaco. En la antigua Abisinia, se obtenía de las semillas un aceite comestible. En Eritrea se utilizaba como planta tintórea. Algún arabista ha atribuido la reputación del mastuerzo entre los musulmanes a que fue directamente recomendado por el Profeta.

El uso principal del mastuerzo fue siempre el de hortícola aromática y algo picante. No sólo en la antigüedad sino también en la Edad Media, gozó de notable prestigio en las mesas reales. Fueron las hojas tiernas las utilizadas para ensaladas. Los antiguos espartanos las comían con pan. Este uso aún se mantiene consumiéndose también con pan y mantequilla o con pan al que se añade limón, vinagre o azúcar. No obstante, el mayor uso actual se hace en estado de plántula, empleándose los hipocótilos suculentos en ensaladas y como adorno y aliño de platos.

Las raíces, semillas y hojas se han utilizado como condimento picante. Columela explica cómo se preparaba la *oxygala*, un tipo de requesón con hierbas: «Hay algunas personas que después de haber cogido la hierba del mastuerzo sativo o aun del silvestre, lo secan a la sombra, enseguida echan en salmuera sus hojas, tirando el tallo, las exprimen y las echan en la leche sin más aliños, añadiendo la porción de sal que estiman suficien-

te. (...) Otros mezclan en una olla hojas frescas de mastuerzo cultivado con leche dulce...»

Por su interés hortícola destaca *L. latifolium* L., que aunque crece como espontánea en bordes de cursos de agua y lagunas, también se cultiva ocasionalmente, al igual que *L. sativum*. Sus hojas tiernas se pueden utilizar para ensaladas, habiendo ya sido cultivadas por los antiguos griegos y romanos. También sus hojas y semillas se han utilizado como condimento picante. Con las hojas se preparan diversas salsas, pudiendo destacarse la salsa amarga del cordero Pascual de los judíos. Las semillas de esta especie eran conocidas en Inglaterra como pimienta de los pobres. Las raíces se han utilizado en ocasiones como sustituto del rábano.

En el siglo XV, sábese por Alonso de Herrera que el mastuerzo era una de las hortalizas más consumidas en Castilla. Durante el siglo XVI se intentó obstinadamente introducirlo en América. Todavía a principios del XIX seguía teniendo importancia su cultivo en España, puesto que C. y E. Boutelou se ocupan específicamente de este cultivo en su *Tratado de la huerta*, y comentan la existencia de varios cultivares.

En la actualidad su cultivo es muy ocasional en países como España y Francia. Los berros, en competencia con el mastuerzo, han eclipsado el cultivo de este último. No pasa sin embargo así en otros países centroeuropeos ni en el Reino Unido, donde su uso es habitual y el sistema de cultivo ha cambiado notablemente.

Descripción botánica

Planta herbácea anual y erecta con tallos de hasta 50 cm. Hojas basales con largos pecíolos, lirado-pinnatipartidas, las caulinares laciniado-pinnadas, las superiores enteras. Inflorescencias en densos racimos. Flores de pétalos blancos o algo rosados de 2 mm. Silículas de 5-6 × 4 mm, elípticas, aladas desde la mitad superior, glabras. Florece en estado silvestre entre marzo y junio.

Se trata de una planta alógama con formas autocompatibles y autoincompatibles, con diversos grados de tolerancia a la autogamia prolongada. Hay formas diploides, $2n = 2x = 16$ y tetraploides, $2n = 4x = 32$. Se observa cierta variabilidad en el carácter hojas basales más o menos hendidas o partidas, controlado por un solo gen incompletamente dominante.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Se trata de una planta que se adapta bien a todos los suelos y climas, aunque no soporta las heladas. En condiciones templadas tiene un ritmo de crecimiento muy rápido. Se encuentra subespontánea en zonas transformadas por el hombre, próxima a los cultivos o a los asentamientos humanos. En la Península Ibérica aparece de esta manera, principalmente en la zona oriental.

El mastuerzo silvestre se encuentra extendido desde el Sudán hasta el Himalaya. La mayoría de los autores lo consideran nativo del oeste de Asia. De aquí debió pasar muy pronto a Europa y al resto de Asia como un cultivo secundario, probablemente asociado a los cultivares de lino. Vavilov considera que el centro principal es Etiopía, donde encontró la mayor variabilidad, siendo el Cercano Oriente, Asia Central y Mediterráneo centros secundarios. Actualmente está naturalizado en muchas partes de Europa, incluyendo las Islas Británicas.

Diversidad genética

El género *Lepidium* está formado por cerca de 150 especies, distribuidas por casi todas las regiones templadas y subtropicales de la tierra. En la Península Ibérica y Baleares viven al menos 20 especies o subespecies entre taxones autóctonos y alóctonos, algunos genéticamente próximos a *L. sativum*. Siete de ellas son endémicas exclusivas de la Península o, todo lo más, comunes con el norte de Africa. Otras especies próximas son *L. campestre* (L.) R. Br. y *L. ruderale* L. que

tienen también hojas comestibles. Con las hojas de *L. campestre* se preparan excelentes salsas para pescado.

En relación al mastuerzo común (*L. sativum* L.) y atendiendo a la anatomía de la hoja, tallo y raíz, la especie ha sido dividida en tres variedades botánicas, *vulgare*, *crispum* y *latifolium*, siendo la última la más mesomórfica, *crispum* la más xeromórfica, y *vulgare* intermedia.

En la actualidad la mayor parte de los estudios sobre variabilidad y desarrollo de nuevos cultivares se están efectuando en conexión con el VIR de Leningrado, donde existe una buena colección de material. De las 350 formas de mastuerzo estudiadas en Ucrania, 'Uzkolistnyi 3' fue la mejor, siendo altamente productiva y de buena calidad. Se está utilizando como base de programas de mejora, pues excede apreciablemente a las mejores variedades soviéticas en producción y calidad. Otros cultivares bien adaptados a la Rusia europea son 'Tuikers Grootbladige' (de hoja ancha) y las líneas 'Mestnyi k137', 'k106' y 'k115'. De entre los tipos varietales más cultivados en Europa destacan 'Early European', 'Eastern', 'Dagestan' y 'Entire Leaved', que se distinguen por la longitud y forma de la hoja, precocidad y susceptibilidad al frío. En Europa occidental se aprecia especialmente un tipo de hojas anchas ('Broad Leaved French') y tipos rizados ('Curly Leaved'), este último muy usado para adornar platos. En Africa hay variedades rojas, blancas y negras.

También en Japón se está despertando interés por este cultivo, y se han organizado expediciones de recolección a Nepal. En una expedición efectuada en 1986 al Iraq se recolectaron algunas muestras que están en Abu Ghraib y en Gratersleben, Alemania. Existen también pequeñas colecciones de *L. sativum* en el PGRC de Addis Abeba (Etiopía) en el ARARI de Izmir (Turquía) y en Bari (Italia). En la Universidad Politécnica de Madrid existen accesiones de 20 especies de

Lepidium, y en el BGV del Jardín Botánico de Córdoba se conserva germoplasma de las especies meridionales ibéricas del género.

Prácticas de cultivo

Se trata de una planta poco exigente y de fácil cultivo, que puede sembrarse a voleo después de las heladas de invierno, o durante todo el año en los climas templados. Sin embargo, ya C. y E. Boutelou (1801) recomendaban efectuar una siembra clara en surcos poco profundos, lo que facilita entresacar las plantas sobrantes y efectuar las escardas. Cada 15 ó 20 días es necesario efectuar nuevas siembras para que no falten nunca cogollos tiernos y hojas nuevas para las ensaladas, luego que los de las anteriores siembras principien a endurecerse y no ser útiles. Esta simiente brota a los cuatro o seis días de siembra, según la estación; y a los 15 días o tres semanas están las hojas buenas para el consumo.

La forma usual de cultivo sigue siendo la indicada, utilizando una separación de 15-20 cm entre líneas y cuidando los riegos en verano, pues tratándose de plántulas levemente arraigadas pueden secarse en pocos días. Su crecimiento es muy rápido, pudiendo iniciarse la cosecha al mes de la siembra y consiguiéndose rendimientos de 6 t/ha.

Perspectivas de mejora y limitaciones

La mayor parte de la mejora genética del mastuerzo se está efectuando en la Comunidad de Estados Independientes, siendo escaso o nulo el trabajo actual en los países de Europa occidental. Se están desarrollando principalmente cultivares precoces, con un período de producción prolongado y una mayor tolerancia al frío.

El mastuerzo puede cultivarse y usarse como la mostaza blanca, y germina más lentamente a temperaturas bajas, alargándose el período de nascencia 3 ó 4 días. La reducción de este período resulta un interesante objetivo de mejora.

Sin embargo, la recuperación del mastuerzo y su mayor presencia en los mercados pasa principalmente por una modificación de las técnicas de cultivo y comercialización. En países como el Reino Unido, donde esta hortaliza está presente habitualmente en los mercados, el cultivo se efectúa en invernadero durante todo el año; se consumen los hipocótilos suculentos enteros de las plántulas muy jóvenes.

La semilla se coloca sobre la superficie del suelo; sobre camas blandas niveladas se pulveriza finamente con agua; después se cubre con tela de saco de harpillera esterilizada al vapor y humedecida. Esta última se moja con frecuencia para mantener la humedad y se quita cuando las plántulas alcanzan 4-5 cm de altura (aproximadamente a los 7 días en primavera y otoño y 10 días en invierno). Las hojas amarillentas se vuelven verdes a los 2 a 3 días; se cosecha, cuando solamente el primer par de hojas cotiledonares se han expandido.

Se comercializa en pequeñas bolsas o bandejas, a veces junto con plántulas de mostaza blanca.

El mastuerzo y la pimienta blanca se siembran a veces en las bandejas o bolsas de plástico en que van a ser vendidos, generalmente en turba tratada con una solución nutritiva.

VERDOLAGA

(*Portulaca oleracea*)

Nombre botánico: *Portulaca oleracea* L.

Familia: Portulacáceas.

Nombres comunes: castellano y catalán: verdolaga, verdalaga, buglosa, hierba grasa, porcelana, tarfela, peplide (España), colchón de niño (El Salvador), flor de las once (Colombia), flor de un día, lega (Argentina); portugués y gallego: beldroega, bredo-femea, baldroaga; euskera: ketozki, ketorki, getozca; inglés: purslane, purslave, pursley, pusley; francés: pourpier, portulache.

Origen del nombre

La diversidad de nombres y acepciones da ya idea de la antigüedad y dispersión geográfica de su cultivo o aprovechamiento. De Candolle consideró esta especie como cultivada desde hace más de 4 000 años, a partir de documentación histórica, arqueológica y lingüística. Sus nombres vulgares proceden de distintas raíces: *lonica* o *louina* (sánscrito), *koursa* (indostaní), *kholza* y *perpehen* (persa), *adrajne agria* (griego), *portulaca* (latín, que significa «puertecita», por la forma de apertura de su cápsula). Los árabes en la Edad Media, la llamaban *baqla hamqa'*, que significa «hortaliza tonta o loca», por el hecho de esparcir sus ramas por el suelo sin control. Los agrónomos hispanoárabes de Al-Andalus (siglos x-xv) utilizaban el nombre de *riyla*, que significa «pie», seguramente por sus hojas dactiliformes, y también *furfir*, *farfan*, *farfag*, *farfagin*, derivados del persa *perpehen*. La denominaron asimismo *mis-sita*, que significa «mezclada», porque a veces es hortense y a veces silvestre. En lengua romance, se conocen nombres como «verdilacas», «yerba aurato» y «yerba orate» (que de nuevo significa «hierba tonta»).

Propiedades, usos y cultivo

Como planta medicinal, es considerada como antiescorbútica, diurética y refrescante. Rica en sales minerales y con un alto contenido en agua (95 por ciento) y mucílago, posee propiedades emolientes y dulcificantes en irritaciones de vejiga y vías urinarias. También se usa para regular la función intestinal. Dioscórides ya reconocía sus virtudes medicinales antiinflamatorias (ojos) y analgésicas (dolor de cabeza), emolientes y dulcificantes, antifebrífugas (en zumo) y antihelmínticas. Dice también que «disminuye las ganas de fornicar». En este último sentido, otros autores mencionan también sus virtudes anafrodisíacas (Codex de 1837 de la Farmacopea española), incluyendo esta planta entre las «cuatro semillas

frías», junto a la achicoria, escarola y lechuga, efectos quizás debidos a la presencia de norepinefrina, un precursor de la adrenalina, que produce una disminución del flujo sanguíneo por constricción de las grandes arterias. Maimónides habla también de ella. Los droguistas de El Cairo, en la Edad Media, vendían la semilla de verdolaga para diferentes usos, recomendándose en particular como vermífugo. Laguna y Leclerc reconocían asimismo diferentes propiedades medicinales, especialmente las antiinflamatorias, en mezclas preparadas con llantén, violetas y calabazas. También se han mencionado sus virtudes mágicas, como amuleto contra los malos espíritus, alejando las pesadillas si se las coloca en el lecho.

Pero además de medicinal, es también una hortaliza, una mala hierba y un alimento para los cerdos.

Columela escribe en su poema de la huerta: «Ya la jugosa verdolaga cubre las secas eras»; y en *Los doce libros de Agricultura*: «Conforta al bancal en su sed la frondosa verdolaga» (Libro X); y en el XI da una receta sobre el modo de conservarlas con vinagre y sal. Paladio se refiere a ella exclusivamente por sus propiedades mucilaginosas, medicinales o veterinarias. Referencias similares se encuentran en Kastos, recogiendo la tradición bizantina. Isidoro de Sevilla la cita sin dar indicaciones sobre su cultivo. En resumen, sorprende tan somera referencia en la tradición hispanorromana e hispanovisigoda respecto a la verdolaga.

Son los tratadistas orientales y árabes quienes más se han ocupado de esta hortaliza. Ibn Wahsiyya describe su cultivo en el Cercano Oriente, presentándolo como un cultivo de verano. La mayoría de los geóponos hispanoárabes tratan de esta planta. Arib (siglo x) la cita en su *Calendario agrícola*. Al Zahrawi e Ibn Hayyay (siglo xi) también la mencionan. Ibn Bassal (siglo xi) trata extensamente de su cultivo, reconociendo ya una cierta variabilidad intraespecífica (discierne

variedades precoces y tardías), manifestando sus exigencias de temperatura y agua (cultivo de verano y regadío o huerta), estableciendo un calendario de siembra que se extiende desde marzo hasta agosto y demostrando la práctica de dos épocas básicas de cultivo, según se dediquen a producir semilla o al consumo humano. Dosis de siembras y necesidades de abonado y riego aparecen igual y prolijamente tratadas por el autor. Ibn Wafid (geógrafo hispanoárabe de los siglos XI-XII) la menciona bajo los nombres de *baqla hamqa'* y *missita*. Ibn al-Awwam, en su *Kitab al-Filaha*, recoge la mención de casi todos los autores árabes, y menciona diferentes variedades. Utiliza para esta hortaliza los calificativos de suave, fatua y bendita.

Después del siglo XVI, el cultivo de la verdolaga se fue perdiendo en España. Alonso de Herrera (siglo XVI), por ejemplo, no hace ninguna referencia a ella, y en 1801, C. y E. Boutelou dicen que «la verdolaga, de la que no se hace ningún aprecio en España, es de las producciones que merecen en Inglaterra y otros países más al norte, ser cultivadas en caxoneras y camas calientes, para adelantar artificialmente su vegetación»; y más adelante: «en este territorio no se suele cultivar de otra manera la verdolaga, que utilizándose de aquellos que la casualidad ha hecho nacer en los intervalos de otras plantas cultivadas con más esmero». A pesar del desdén español hacia esta planta, en muchos países latinoamericanos, donde fue introducido su cultivo, sigue siendo estimada.

Las verdolagas han sido consumidas sobre todo en fresco. En Inglaterra en el siglo XVII, los cocineros de Carlos II añadían sus hojas a todas las ensaladas, tal vez en función de las apetencias reales o bien por sus propiedades digestivas. En esta receta se mezclaban las hojas tiernas picadas con el doble de hojas de lechuga, perifollo, flores de borraja y pétalos de caléndula, sirviéndose aderezada la mezcla con aceite y zumo de limón. La receta se parece a la que Tirso de Molina

menciona: «Mandaré echar en ellas, culantro verde, mastuerzo, verdolagas o buglosa, borrajas e hierbabuena.»

No sólo las hojas, sino también los tallos y plántulas sin raíz, pueden tomarse crudos y frescos. Columela menciona su consumo encurtidas con sal y vinagre. Tienen un sabor ácido agradable y son muy jugosas. En España se suelen consumir más crecidas, tras su cocción. Después de ésta y en tortilla están igualmente sabrosas. Salteadas con mantequilla o fritas, se emplean en sopas, potajes, ensaladas y salsas. Junto a las acederas, forman parte de la sopa francesa *bonne femme*. También hay recetas conocidas de sopas de verdolagas y guisantes.

Por completar la variedad de sus aplicaciones se podría citar su empleo como insecticida, vertiendo su zumo sobre los hormigueros, así como algún uso ornamental en los jardines romanos y medievales.

Actualmente en España es básicamente una especie arvense (mala hierba) de los cultivos estivales en regadío, siendo cada vez menor su consumo, incluso el de los individuos recolectados a partir de poblaciones silvestres.

Descripción botánica

Planta herbácea, anual, con tallos ramificados, decumbentes o algo ascendentes de hasta 50 cm, rojizas, carnosas, glabras. Hojas de 0,5-3,3 × 0,2-1,5 cm, obovadas, enteras, algo papilosas. Flores solitarias o en grupos axilares de 2 ó 3 flores amarillas. Fruto en cápsula (píxido) de hasta 7 mm. Semillas de 0,6-1 mm, reniformes, negras, que mantienen su poder germinativo durante 8 a 10 años. De comportamiento ortodoxo en la germinación, mantienen mucho más su viabilidad si se las conserva secas y a baja temperatura.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Es una de las plantas hortícolas más extendidas en el Viejo Mundo, desde tiempos remotos. Se

transportó a América, donde se naturalizó como en Europa, en los huertos, escombros y al borde de los caminos. Es originaria de la región que se extiende desde el Himalaya occidental a la Rusia meridional y Grecia. En Asia oriental no parece espontánea. En Grecia es espontánea y cultivada. Vavilov la sitúa en los países mediterráneos del Cercano Oriente y en Asia Central como mala hierba y hortaliza.

Actualmente se halla extendida por las zonas templadas cálidas de gran parte del mundo. Junto a otras especies del género se presenta como mala hierba en la mayoría de los países tropicales y subtropicales.

Se cultiva en Gran Bretaña, Países Bajos y otros países europeos. Es una popular hortaliza de invierno en el norte de la India. En España es muy frecuente como arvense, pero muy rara en cultivo.

Diversidad genética

Pocos trabajos se han efectuado sobre el manejo de su variabilidad extraespecífica. Aparentemente sin fines de mejora, se ha intentado la fusión de protoplastos de *Portulaca* y *Nicotiana*, habiéndose observado heterocariones y la primera división, no siendo claro si se produjeron divisiones múltiples.

No obstante, existe una enorme variabilidad intragenérica. El género *Portulaca* es cosmopolita y muchas especies se cultivan como verdura. Así, *P. afra* Jacq., *P. pilosa* L. y *P. tuberosa* Roxb. en Africa austral y *P. quadrifida* L. en Africa tropical; *P. retusa* Engelm. en América del Norte y *P. pilosa* L. en América del Sur; *P. napiformis* Muell. en Australia; *P. lutea* Forst en Polinesia. *P. quadrifida* L. se cultiva en muchas regiones tropicales.

Dentro de *P. oleracea* y en sus poblaciones silvestres, Danin y Baker distinguen cinco subespecies (*oleracea*, *papillato-stellulata*, *stellata*, *granulato-stellulata* y *nitida*), atendiendo al ta-

maño de las semillas y a la estructura de la testa. El reconocimiento de estas subespecies es algo cuestionable, máxime si se tiene en cuenta su carácter simpátrico. Generalmente se acepta la existencia de un único complejo *P. oleracea* con diversas variedades, entre las que se incluyen: var. *oleracea*, generalmente extendida como una mala hierba; y var. *sativa* (Haw.) Celak, cultivada como hortaliza, de porte mayor y erecto.

Prabhakar y Ramayya (1988), en un estudio quimiotaxonómico comparando proteínas y aminoácidos libres, encontraron que dentro del complejo *P. oleracea*, la var. *ophemera* es distinta de las var. *oleracea* y *sativa*.

En la var. *sativa* suelen distinguirse dos tipos diferenciados por su coloración, la verdolaga verde y la verdolaga dorada. Sin embargo parece que el color depende fundamentalmente de la exposición solar y se trata más de una característica ambiental que genética. Algunos mercados, como el francés, aprecian especialmente el color rojo.

En los catálogos comerciales de casas de semillas no suelen ofrecerse cultivares de esta hortaliza.

Girenko (1980) ha descrito la diversidad intraespecífica y la composición de cultivares en diferentes zonas climáticas de la Comunidad de Estados Independientes, junto con otro conjunto de datos de interés agrícola¹.

Respecto a la recuperación y conservación de germoplasma, también la labor por realizar es abundante. En 1985 una misión de la Agricultural Research Corporation recolectó germoplasma indígena de *P. oleracea* en la región noreste del Sudán, como parte de un proyecto conjunto con el CIRF. En el Instituto Regional de Investigaciones Agrícolas del Egeo, de Izmir, en Turquía, se conservan algunas accesiones de *P. oleracea*.

¹El volumen, publicado en 1988, no ha sido traducido del ruso.

Prácticas de cultivo

Es una hortaliza que se desarrolla rápidamente en ambientes cálidos. El cultivo es muy sencillo, y se practica bajo riego en tierras ligeras y ricas, que favorecen la nascencia, y las necesarias escardas.

Puede cultivarse en invernadero, sembrando a voleo y enterrando las semillas con una ligera presión. El primero y segundo riego son esenciales, y deben darse por aspersión o a mano. Con objeto de asegurar la humedad en la nascencia, a veces se cubren las parcelas con sacos de harpillera humedecidos. Las semillas germinan con rapidez y deben levantarse para acelerar la nascencia y desarrollo. Las plántulas se cosechan cuando se han formado 4 ó 5 hojas, lo que con temperaturas apropiadas se consigue en unos 20 días. Es posible cubrir un período amplio de producción efectuando siembras escalonadas.

En Europa Central hacia el mes de abril, en zonas templadas, el cultivo al aire libre se hace también con siembra directa a voleo (10 g/m²), cuando ya han pasado los fríos. Hay que asegurar la humedad en la nascencia; posteriormente, cuando están medianamente crecidas, las plantas toleran bien la falta de agua. En este tipo de cultivos normalmente se deja que la planta se desarrolle y se van recogiendo las cimas durante todo el verano. Si la planta no se arranca, vuelve a rebrotar.

El mayor enemigo del cultivo son las bajas temperaturas y las malas hierbas, para las que hay que efectuar cuantas escardas sean necesarias. Las enfermedades y plagas no parecen constituir limitaciones importantes.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El cultivo no presenta ninguna dificultad técnica que impida recuperar esta hortaliza. En ensayos experimentales efectuados por los autores en la costa sudoriental de España, durante el invierno y la primavera, bajo invernadero de polietileno

sin calefacción, pudieron obtenerse producciones uniformes de plántulas entre 6-8 cm, aproximadamente hacia el mes de la siembra.

Este tipo de cultivo es el que puede tener mejor acogida en los mercados occidentales, siempre que se ofrezcan las plántulas limpias y separadas de sus raíces, adecuadamente envasadas en bandejas cubiertas de película plástica. En estas condiciones se conservan adecuadamente a bajas temperaturas durante un par de semanas.

Este tipo de producto es prácticamente desconocido por el consumidor y, sin embargo, es el más adecuado para ensaladas frescas. Si se utilizan plantas o incluso brotes de plantas desarrolladas en condiciones de altas temperaturas, pueden resultar excesivamente mucilaginosas y presentar una textura poco agradable. Las plántulas tienen un sabor y textura más suaves que las hacen más apetecibles.

A nivel de material vegetal, está prácticamente todo por hacer, pues es muy escaso el trabajo de mejora efectuado en tiempos recientes.

BORRAJA

(*Borrago officinalis*)

Nombre botánico: *Borrago officinalis* L.

Familia: Borragináceas.

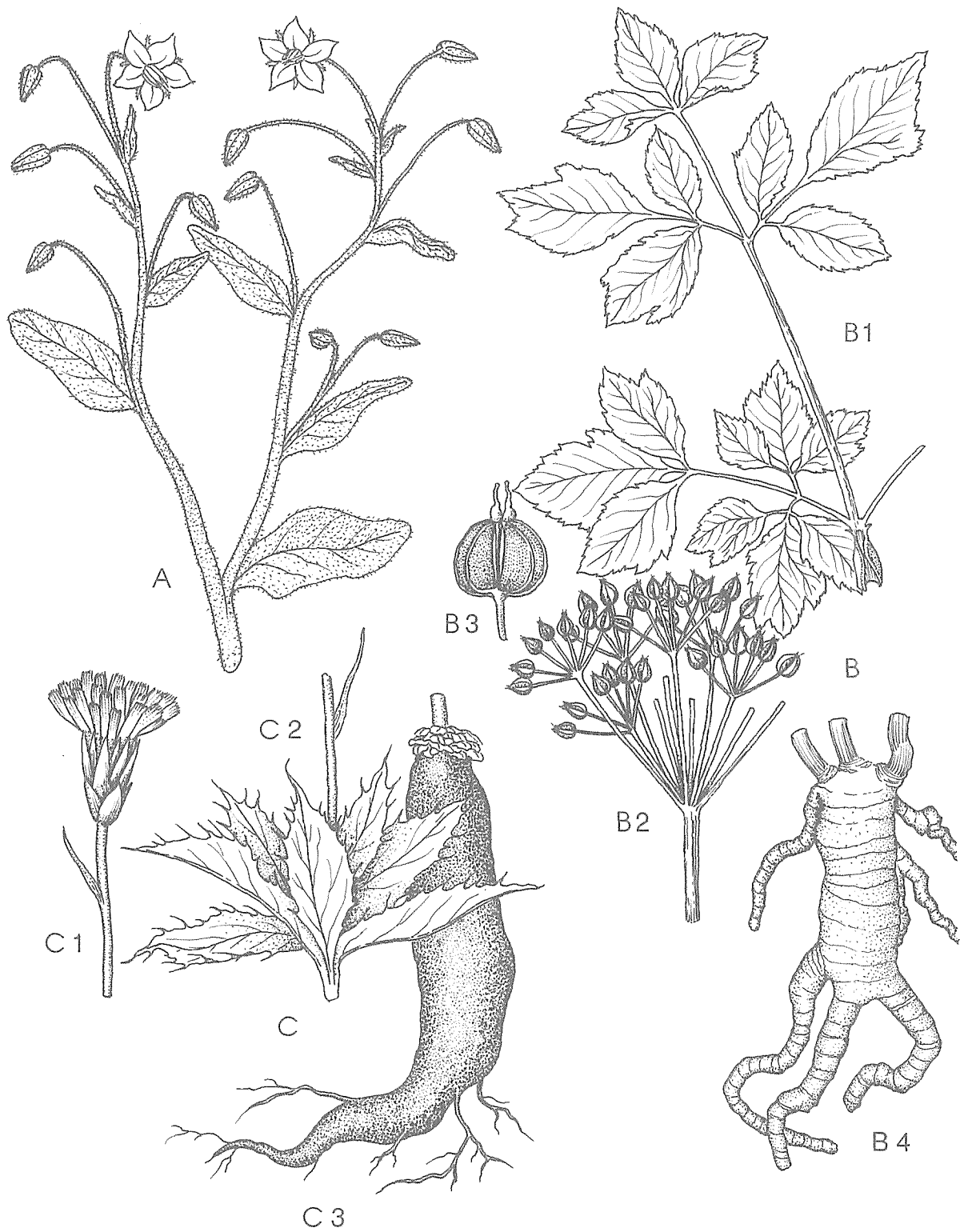
Nombres comunes: *castellano:* borraja, borraja común, borraga, borracha, bora, corrago, alcoholo, flores cordiales; *catalán:* borratja, borraina, pa-i-pexet; *euskera:* borrai, borroin, murrum, assunasa, porraña; *portugués y gallego:* borage, borragem, erva borragem, borraxa; *inglés:* borage, cool tankard.

Propiedades, usos y cultivo

Se le atribuyen propiedades sudoríficas (flores), diuréticas (hojas y pecíolos) y emolientes (cataplasmas de hojas). Contiene abundante mucílago, tanino e indicios de esencia, sales de potasio y

FIGURA 36

Hortícolas: A. borraja (*Borrago officinalis*), B. apio caballar (*Smyrniun olusatrum*); B1. hojas; B2. inflorescencias en umbela; B3. fruto; B4. raíz; C. escorzonera (*Scorzonera hispanica*); C1. capítulo; C2. roseta basal de hojas; C3. raíz.



magnesio. Las semillas contienen hasta un 23 por ciento de ácido linolénico.

Los antiguos farmacólogos incluían esta planta dentro de las «cuatro flores pectorales», y era también muy recomendada en casos de reumatismo, aplicando las hojas frescas en cataplasmas, pues seca pierde sus propiedades. Las flores y semillas han gozado fama de euforizantes, añadiéndose a tal efecto al vino. Algunos autores estiman que la borraja era la planta que los griegos denominaban *eufrosinon* y que, de acuerdo con Plinio, «volvía al hombre alegre y feliz». Un proverbio griego decía: «Yo, la borraja, doy siempre coraje.» En la España del siglo xvi aún se le atribuye esta propiedad. Así, Alonso de Herrera afirma que las borrajas «son más saludables que ninguna otra hortaliza, y dellas se puede bien decir, y con verdad, que en muchos casos no sonpreciadas, porque tales virtudes no son conocidas, las cuales son muchas». Indica también algunas de éstas: «Crudas engendran muy singular sangre, y más cocidas con buen carnero, o capones, y por esto son muy buenas para los viejos (...) y si beben la simiente dellas en vino, alegra mucho el corazón...». Surge la duda de si la bondad de la hortaliza no sería debida al otro ingrediente que acompañaba.

Realmente sus efectos no deben ser muy manifiestos, ya que «en muchos casos no sonpreciados». La suavidad de su acción explica quizás la conocida expresión «eso es agua de borraja», para indicar que algo ha quedado en nada. Por ejemplo, C. y E. Boutelou, en 1801, explican: «La medicina hacía antiguamente un uso muy frecuente de ella, pero en el día está casi olvidada, porque no desempeña los fines a que antiguamente se aplicaba.»

Como hortaliza alimenticia no está bien precisado el origen de su cultivo. Si no parece claro que los griegos y romanos hicieran de esta planta un uso medicinal, más seguro es aun que no la cultivaban, pues no hacen referencia a ella trata-

distas como Columela o Paladio, si bien algunos autores atribuyen una etimología latina a *borrago* (derivaría de «borra» = pelo rígido, por la pilosidad característica de toda la planta). Otros autores mantienen una etimología árabe, de *abu* = padre y *rash* = sudor, por la propiedad sudorífica de sus flores. Incluso algunos historiadores han estimado que la planta llegó de Africa durante la Edad Media. Sin embargo, no hay duda de que la planta es nativa en España y que hacia el siglo xii los musulmanes andalusíes no la cultivaban. En efecto Ibn al-Awwam en su *Kitab al-Filaha*, hace una única referencia a ella, tratándola como una planta silvestre de la que se puede hacer uso en tiempos calamitosos, cuando faltan los alimentos. Otros agrónomos y médicos andalusíes como Ibn Hayyay (siglo x), Ibn Wafid (siglos xi-xii) y Maimónides (siglo x) parecen citarla, pero se registra una cierta confusión en su denominación como *lisan al-lawr* («lengua de buey»), que puede referirse tanto a *Borrago officinalis* como a *Anchusa officinalis* o *A. italica*.

En consecuencia, las borrajas no debieron empezar a cultivarse hasta después del siglo xii. Se sabe que ya eran muy cultivadas en la Castilla del siglo xv, y Alonso de Herrera, en 1539, se extiende en la descripción de su cultivo y propiedades. Fueron unas de las primeras hortalizas llevadas a América por los españoles. Ya en 1494 se cultivaban en las huertas de La Isabela, primera ciudad fundada en suelo americano. También el padre Cobo, en el siglo xvii, da noticias de que las borrajas se habían adaptado en Hispanoamérica. En el siglo xviii era frecuente su cultivo, pero ya había perdido importancia.

Las borrajas se cultivan por sus hojas y pecólos, que se consumen como verdura. Las hojas tiernas se pueden consumir crudas, en ensalada aderezada con aceite de oliva, transmitiendo un aroma y sabor a pepino; conviene picarlas, pues enteras son poco atractivas por su pilosidad. Cocidas forman parte de potajes, guarniciones de

carnes y también se usan en la olla. Las hojas rebozadas servidas con queso caliente o rallado son deliciosas. De forma análoga se pueden hacer empanadillas de borrajas. Cociendo las hojas finamente picadas con leche de almendras se obtiene una sopa exquisita. También es excelente la tortilla de borrajas.

Sin embargo, actualmente la parte de la planta más empleada son los pecíolos de las hojas, que admiten la mayor parte de los usos indicados.

Las flores se utilizan para adornar platos y preparar un dulce exquisito. Genders (1988) sugiere una receta de tarta de borrajas. También en algunas comarcas preparan un postre rebozando las hojas, que se fríen y se les añade azúcar o miel, a modo de los «paparajotes» murcianos, pero utilizando las borrajas en lugar de las hojas de limón. En Mallorca, según recoge Font Quer, se hacen buñuelos de viento con las hojas, preparando una mezcla con huevos batidos y harina de trigo, friendo luego las hojas así embadurnadas en aceite bien caliente y espolvoreando luego con azúcar y canela.

Las borrajas son también una planta melífera, las flores y las raíces son tintóreas y el ovario presenta una activa síntesis de ácido linolénico—de interés farmacológico y cosmético—, que explica el alto contenido de este producto en las semillas.

Descripción botánica

Planta herbácea anual y robusta. Casi toda la planta está recubierta de cerdas rígidas. Raíz pivotante. Tallos erectos, robustos de 20-100 cm, a veces ramificados. Hojas basales en roseta, ovadas o lanceoladas, de hasta 25 cm, pecioladas; las caulinares superiores sésiles, abrazando el tallo. Flores de color azul brillante en cimas ramificadas. Floración de primavera a otoño. El fruto contiene 4 núculas de $4 \times 2,5$ mm, oblongo-ovoidales.

Es una planta alógama, con flores hermafrodi-

tas de estambres exertos. Posee un sistema de autoincompatibilidad controlada por muchos genes. La polinización es predominantemente entomófila (abejas).

Se multiplica por semilla. La recolección de la semilla es laboriosa, pues se desgrana con facilidad. 65 semillas pesan 1 g; un litro de ellas pesa alrededor de 430 g. En condiciones comerciales de conservación mantiene alto el poder germinativo durante 8-10 años. Tiene un comportamiento ortodoxo en la conservación. La semilla germina con gran rapidez, sin problemas de dormición. $2n = 2x = 16$.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Como espontánea o subespontánea vive en terrenos incultos, terraplenes, barbechos, baldíos, márgenes de huertas, bordes de caminos y ruinas.

Es oriunda de la región mediterránea. Naturalizada en las zonas cálidas del oeste, centro y este de Europa, a veces con escapes hacia el norte que no son estables. Se encuentra también en el suroeste de Asia, Macaronesia y en América del Norte.

El cultivo de las borrajas como hortaliza está limitado a ciertas regiones de los Países Bajos, Francia, España e Hispanoamérica, siendo desconocida en el resto del mundo.

En España se cultiva principalmente en el valle del Ebro, en las provincias de Zaragoza, Logroño y Navarra, siendo la superficie total cultivada en 1987 de 303 ha, con una producción de 7 818 t.

En los últimos años se está observando una cierta expansión del cultivo hacia Andalucía, en particular a Almería. Se está empezando a realizar cultivo protegido, con excelentes resultados.

Diversidad genética

El género *Borrago* presenta sólo dos especies mediterráneas. En lugares húmedos de las islas de Córcega y Cerdeña vive *B. pygmaea* (DC.) Chater

& W. Greuter, perenne y de tallos decumbentes.

Borrago officinalis L. es una especie muy variable. Existen variedades caracterizadas por el color de la flor. Aunque generalmente son azules brillantes, también hay tipos de flores blancas y rosadas. Sin embargo se trata de poblaciones muy heterogéneas con gran diversidad de porte, vigor y desarrollo de la planta, forma, color y tamaño del limbo y pecíolo de las hojas, floración, etc.

Con el nombre de 'Flor Blanca' se comercializa en España un cultivar de hojas con pecíolos de 40-50 cm de largo y 1,5 cm de ancho. La altura de la planta es de unos 50-60 cm.

En el banco de germoplasma del SIA de la Diputación General de Aragón (Zaragoza) existe una pequeña colección de accesiones de esta hortaliza.

Prácticas de cultivo

La borraja es una planta muy rústica que se adapta a todos los tipos de suelos, si bien crece mejor en los arcillo-limosos. Prefiere tierras ricas en materia orgánica. Soporta las bajas temperaturas, hasta $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, rebrotando al subir la temperatura.

El cultivo se efectúa en España con siembra directa. Conviene preparar el terreno con un abonado de fondo de unas 50 t/ha de estiércol, si no se incorporó al cultivo anterior, y de 90-120 UF/ha de nitrógeno, fósforo y potasio. El terreno debe estar bien mullido, conviniendo una labor profunda y un par de pases de grada. En Aragón, al aire libre, se efectúan siembras escalonadas desde mediados de agosto hasta enero, en líneas o a golpes, con una separación de 25-30 cm entre plantas.

El cultivo no presenta problemas especiales debiendo atender los riegos y completar el abonado en cobertura, en caso de explotación intensiva, con 150 UF/ha de nitrógeno de fácil asimilación, después del aclareo.

El ciclo vegetativo oscila entre 50 y 120 días, pudiendo iniciarse la recolección a mediados de

octubre y finalizándola en mayo, pues en primavera al llegar las temperaturas altas, la planta sube a flor y se deprecia. La recolección se realiza a mano. Cada mata tiene 2 ó 3 rosetas de 5-7 hojas cada una, con un peso de 500-1 000 g/mata. Se obtienen producciones de unas 60-100 t/ha. Según los datos del *Anuario de estadística agraria*, los rendimientos medios son de 25 t/ha para regadío al aire libre y 36 t/ha en cultivo protegido, destacando Navarra con rendimientos de 40 t/ha en ambas modalidades de cultivo.

Recientemente ha ido adquiriendo importancia el cultivo protegido bajo plástico. En estas condiciones se obtienen pecíolos mucho más largos y carnosos y el rendimiento pecíolos/planta pasa a ser del 60 por ciento, frente al 40 por ciento, en cultivo al aire libre. También las producciones suelen ser mejores.

Los enemigos principales del cultivo son las virosis (CMV), hongos del suelo (*Fusarium*), gusanos del suelo, orugas masticadoras y pulgones.

La comercialización suele efectuarse en «fajos» de 15-20 kg, que corresponden a 15-30 matas o en cajas de 10-12 kg con las matas enteras, con parte de la hoja eliminada. Sin embargo, con vistas al consumidor, la mejor aceptación se consigue con la borraja completamente pelada y envasada en bandejas protegidas con película plástica.

La borraja está sujeta al reglamento técnico de control y certificación de semillas de plantas hortícolas. Los requisitos para las semillas de las categorías base, certificada y estándar son 97 por ciento de pureza específica, 65 por ciento de germinación de semillas puras, tolerándose un 0,5 por ciento como máximo de semillas de otras especies. Según datos del INSPV en 1989 se comercializaron 2 567 kg de semilla de borraja, de los que 2 489 kg eran de producción nacional. Sólo se cultivó la variedad blanca.

Otra forma de cultivo realizado en los Países

Bajos aprovecha las plántulas. Tras siembra directa, se deja crecer hasta 10-15 cm de altura, cosechando las plántulas completas. Estas se pueden comercializar, después de limpiarlas y separar las raíces, envasadas en bandejas con película plástica.

Perspectivas de mejora y limitaciones

La mayor parte del trabajo de mejora se ha efectuado con tipos de flores blancas. La selección realizada por los agricultores ha ido creando formas con pecíolos más suculentos, largos, anchos y poco pigmentados, con menor pilosidad que en las formas silvestres.

Uno de los problemas principales del cultivo es su facilidad de alzado con formación de flores, que deprecian la producción. Este proceso se induce con temperaturas e intensidades luminosas elevadas y humedad reducida. La selección para resistencia al alzado es un objetivo de mejora prioritario, observándose una respuesta muy alta a la selección.

Aunque esta planta se ha cultivado tradicionalmente al aire libre, actualmente se están obteniendo excelentes resultados con el cultivo bajo plástico. En estas condiciones, se mejora el crecimiento. Bajo invernadero es posible obtener un producto de calidad, con pecíolos largos, tiernos y con poca cantidad de pelos, durante gran parte del año. La planta soporta bien las bajas temperaturas invernales y las humedades elevadas. En los alrededores de Zaragoza se ha convertido la borraja en el cultivo más rentable bajo plástico.

La expansión del cultivo protegido puede favorecer la recuperación de esta hortaliza marginada. En este sentido se están haciendo los primeros ensayos en Almería. De resultar positivos contribuirían a la diversificación de la producción y a mejorar la oferta de esta región de tanta importancia agrícola y que, sin embargo, depende de un número muy reducido de cultivos.

En relación con el consumidor, para las regio-

nes donde no existe una tradición de su uso, es necesario presentar la borraja pelada y debidamente empaquetada, reduciendo el trabajo de preparación culinaria. El aspecto piloso y rústico de la planta puede causar un cierto rechazo, que se evita con una adecuada limpieza y presentación.

Con vistas a posibles mercados exteriores, más exigentes aún que el español, será necesario reducir el alto contenido en nitratos de hojas y pecíolos. Esto se puede conseguir sin gran dificultad, pues la selección para obtener un bajo contenido en nitritos ha sido eficaz en otros casos. También convendría efectuar una selección para obtener individuos con bajo contenido de lasiocarpina, alcaloide pirrolizidínico, aunque ya su contenido no es excesivamente alto.

En relación con el aprovechamiento farmacológico de la planta, se está desarrollando el cultivo *in vitro* de embriones, estructuras en las que se realiza una activa síntesis de ácido linolénico. También se han puesto a punto técnicas de propagación *in vitro* de la borraja.

APIO CABALLAR (*Smyrniolum olusatrum*)

Nombre botánico: *Smyrniolum olusatrum* L.

Familia: Apiáceas = Umbelíferas.

Nombres comunes: castellano: apio caballar, apio equino, apio macedónico, perejil macedónico, esmirnio, olosatro, cañarejo; portugués y gallego: salsa de cavalo, cegudes, apio dos cavalos, rosas de pé de piolho; catalán: api cavallar, abil de siquia, julivert de moro, cugul, aleixandri; inglés: alexanders, alisander, maceron.

Origen del nombre

Es el *hipposelinon* de los griegos, voz que significa perejil o apio de caballo. En árabe, durante el período andalusí fue llamado *karafs barri*, uno de los varios *karafs* (apios) conocidos por los

geóponos hispanoárabes, distinto al cultivado (*Apium graveolens*), al acuático (*A. nudiflorum*) y al de montaña o roca (el *petroselinum* u *oreoselinon* griego y latino). Al apio caballar siempre se le identificó como oriental o macedónico, muy posiblemente como referencia a su origen geográfico y a su carácter alóctono.

Propiedades, usos y cultivo

Su uso como planta medicinal es muy antiguo. El botánico griego Teofrasto (siglo IV a.C.) hacía ya referencia a esta planta. Dioscórides (siglo I) también la incluyó en su *Materia medica*, comentando que sus raíces y hojas eran comestibles. Su semilla, según este autor, tomada con vino, es emenagoga. Galeno no obstante decía que era menos activo que el apio. En la Córdoba califal, Maimónides también habla de sus virtudes. Durante la Edad Media fue constantemente considerada como planta de propiedades diuréticas, depurativas y aperitivas, sobre todo por su raíz. No obstante, su cualidad más destacada tal vez fuera la antiescorbútica, por su alto contenido en vitamina C. Los frutos tienen propiedades carminativas y estomáquicas. En el siglo XVIII seguía manteniendo su reputación de planta medicinal tal y como la presenta en 1799 la *Flore économique des plantes qui croissent aux environs de Paris*.

La planta, y especialmente las hojas, tienen un olor y sabor parecidos al de la mirra. De esta manera nace la voz *smyrnion*, de su nombre genérico. Columela (siglo I) se refiere a la planta llamándola «mirra de Acaya», porque se criaba en Grecia, a la que los romanos llamaban Acaica o Acaya. A este sabor y olor característicos debe también su uso como condimento, utilizándose para sazonar los alimentos de manera similar al perejil, dando sabor a sopas y estofados, y en la preparación de salsas para acompañar carnes y pescados. No obstante, su uso más habitual ha sido como verdura fresca, consumiéndose prefe-

rentemente las hojas, brotes jóvenes y peciolos, que comunican un sabor agradable parecido al del apio, aunque algo más picante. También se han consumido hervidos. A estos usos corresponde la voz latina *olusatrum*, que significa verdura negra. Las raíces se utilizaron conservadas en un adobo agridulce. Los frutos contienen un aceite esencial, el cuminal, que recuerda al del comino.

La historia de su cultivo es sorprendente. De todas las umbelíferas utilizadas como hortalizas, el apio caballar ha sido una de las más comunes en los huertos durante muchos siglos, aunque en el siglo XIX, estaba casi totalmente olvidada. Probablemente fue recolectada antes del Neolítico, cultivándose ya durante la Edad del Hierro. Se hizo muy popular durante la época de Alejandro Magno (IV siglo a.C.), y fue ampliamente cultivada por los romanos, quienes seguramente la introdujeron en el occidente y centro de Europa, incluso en las Islas Británicas. En estas regiones y en la Península Ibérica se encuentra hoy naturalizada.

Columela se extiende sobre su cultivo y formas de consumo: «Antes de que el apio caballar eche tallos, arranca su raíz en los meses de enero o febrero, y tras restregarla con cuidado, para que no tenga ninguna tierra, ponla en vinagre, y sal; después, al cabo de treinta días, sácala y tras descascarillarla tira su corteza; por lo demás echa su médula, cortada, en una vasija de vidrio o barro, que sea nueva, y le añades jugo que deberá hacerse como está descrito a continuación. Cogementas, uvas pasas y una cebolla seca pequeña y las machacas junto con trigo tostado y con un poco de miel; cuando todo esté bien molido, mézclale dos partes de “sapa” o de arrope y una de vinagre, y échalo así en la antedicha vasija y tras cubrirla con una tapadera, le pones encima una piel; luego, cuando quieras usarla, saca los pedazos de raicillas con su propio jugo y añádeles aceite.»

Menor consideración parece dar Isidoro de Sevilla (siglo VI) al apio caballar.

En Francia constituyó una hortaliza importante. Se cultivó en los dominios de los reyes carolingios. Así, en la *Capitular de Villis*, promulgada por Luis el Piadoso, hijo de Carlomagono (hacia el año 795), el olosatro aparece entre los vegetales que deben cultivarse. En el siglo XVIII, en Versalles, se utilizaba blanqueado, para acompañar las ensaladas de invierno. A principios del siglo XIX, Rozier, en su *Dictionnaire universel d'agriculture pratique*, escribe: «Las hojas del apio caballar pueden entrar en los condimentos de la cocina, como el perejil. Sus raíces y sus brotes tiernos se comen todavía en Inglaterra, después de haber sido blanqueados de la misma manera que se hace con el apio.»

Existe documentación sobre su cultivo en Bélgica en el siglo XV, y sobre su abundancia en los huertos ingleses en el siglo XVI. Los italianos también hicieron tradicionalmente uso de esta planta. Sin embargo, hacia el siglo XVIII su cultivo era ya muy ocasional o había caído en desuso. En España, en ese siglo, Font Quer dice que su raíz se come en muchos países en ensalada, cruda y cocida, igual que los tallos y hojas nuevas. En el siglo XIX, los agrónomos españoles no hacen ya ninguna referencia a ella. Así, C. y E. Boutelou, en su *Tratado de la huerta*, no la mencionan, contrastando esta ausencia con las trece páginas que dedican al cultivo del apio.

El apio caballar fue cayendo en desuso a partir del siglo XVII, en competencia directa con el «apio de los italianos», forma mejorada del apio silvestre (*Apium graveolens*). Se trata de un caso de marginación en el que una planta, sin duda largamente utilizada desde la prehistoria, es reemplazada por otra mejorada más tardíamente.

Descripción botánica

Planta herbácea bianual de gruesa y alargada raíz. Tallos de hasta 150 cm, huecos en la fructificación. Hojas basales grandes, pinnatisectas con segmentos terminales de ovados a subrómicos;

las caulinares pinnatisectas. Umbelas con 7-22 radios, con frutos dídimos de 5,5-7,5 × 4-7,5 mm, negros. Florece de abril a junio. Se multiplica bien por semillas. $2n = 2x = 22$.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Las poblaciones silvestres crecen abundantemente en las marismas y terrenos baldíos cercanos al mar, normalmente en suelos calcáreos. También se encuentra en setos, bosques y bordes de caminos.

Espontánea en toda Europa meridional, África del Norte (Argelia) y en el Cercano Oriente. Antiguamente era muy abundante en los alrededores de Alejandría. Vavilov sitúa este cultivo en el genocentro mediterráneo.

Se da asimismo en las Islas Canarias y resto de la región macaronésica.

Diversidad genética

El esmirnio perfoliado (*Smyrniium perfoliatum* L.) tiene frutos más pequeños (3,5 mm de largo) y está distribuido por el centro y sur de Europa y el suroeste de Asia. Los tallos y hojas, después de blanqueados, se usan en ensaladas. Está documentado su cultivo en el siglo XVI. Para Mathon esta especie sería de calidad superior.

Actualmente es muy difícil encontrar cultivares de apio caballar. Sin embargo debieron existir diversas variedades cultivadas. Por ejemplo, en Inglaterra, en 1570, Petrus Pena y Mathius Lobel escriben: «... la forma cultivada es de lejos mejor que la planta silvestre...». Todavía parece existir un cultivo ocasional en Gran Bretaña.

Se conservan accesiones de esta especie únicamente en el banco de germoplasma del Jardín Botánico de Córdoba. Se trata de poblaciones silvestres de Andalucía.

Prácticas de cultivo

Según Columela, «el apio caballar se debe sembrar de semilla en un terreno cavado con el pastino, sobre todo junto a las paredes, porque le

conviene la sombra y se da bien en cualquier terreno: y este así que lo hayas sembrado una vez, si no lo arrancas enteramente de raíz, sino que le dejas alternativamente tallos para semilla, dura eternamente y exige un cultivo ligero de escarda. Se siembra desde las fiestas de Vulcano (agosto) hasta las calendas de septiembre, pero también en el mes de enero...».

Actualmente, como el cultivo ha quedado relegado a algunos huertos familiares, es frecuente observar prácticas similares. Se deja tallo para semilla y se produce una siembra y cultivo espontáneo. Algo similar suele ocurrir con las acelgas: tan solo se eliminan las malas hierbas y se efectúa algún abonado.

La modernización de este cultivo dependerá de técnicas similares a las que se utilizan para el apio, incluido el blanqueado, teniendo en cuenta que el apio caballar es menos exigente en suelo y agua.

Perspectivas de mejora y limitaciones

El apio fue también conocido desde la antigüedad, pero era considerado como planta no comestible y de mal agüero. Los griegos, que la llamaban *apion*, la utilizaban en ceremonias fúnebres. Parece haber sido cultivada a principios de nuestra era por los latinos. Columela se refiere a ella: «... después de los *idus* de mayo nada se debe poner debajo de tierra cuando el estío se acerca, sino la semilla de apio, con tal no obstante de que la hayas de regar, pues de esta suerte se da muy bien...». Paladio también la cita, probablemente basándose en la fuente anterior. Asimismo en la *Capitular de Villis* (siglo VIII) se hace tanto referencia al *apium* como al *olisatum*. Durante todo este período el cultivo del apio caballar parece ser predominante.

Hacia el siglo XVII aparecen tipos de apio derivados por selección para obtener mayor tamaño y succulencia de los pecíolos [var. *dulce* (Mill.) Gaud.-Beaup.] o mayor desarrollo de las hojas (var. *secalinum* Mill.), claramente diferenciados de la planta silvestre. Estos tipos son realmente

hortalizas distintas que conllevan prácticas culturales específicas. Así, el apio de pencas dulces («apio de los italianos») se adapta bien al «blanqueado», lo que permite obtener un producto más suave y más tierno.

La marginación o desuso de muchas hortalizas utilizadas desde la antigüedad en Europa puede ir asociada a una evolución de los gustos en el mundo occidental. De los platos ricos en especias y picantes se ha ido evolucionando hacia platos más suaves, que respetan el sabor del propio alimento o lo realzan. Quizás este sea el caso del apio frente al apio caballar. El apio caballar es más amargo, más picante y menos tierno que el apio dulce.

Es significativo a este respecto que las últimas referencias agronómicas al cultivo del apio caballar señalan la introducción de la técnica de blanqueado. Así aparece en las relaciones de Versalles y del abad Rozier: «... después de haber sido blanqueadas de la misma manera que se hace con el apio...»; y Barral y Sagnier, en su *Diccionario de agricultura* (1889), escriben: «... en Turquía el cultivo de esta planta es todavía un honor. Se consume la hoja después de blanquearla...». También en América del Norte se utilizaba la técnica de blanqueo. Es evidente que la planta menor, el apio, se había impuesto y servía ahora de referencia, obligando a adaptar para el apio caballar la práctica cultural de aquella, evidentemente con poco éxito.

Mientras el cultivo del apio caballar se va extinguiendo, aumenta por el contrario el cultivo del apio y su importancia en áreas subtropicales y tropicales frescas de América Latina y el Lejano Oriente. Se utilizan principalmente cultivares de hojas grandes y pecioladas.

La recuperación del apio caballar pasaría por la derivación de materiales vegetales con una tipología propia, para usos específicos, y por el desarrollo de las técnicas agronómicas asociadas, lo que parece muy improbable.

ESCORZONERA**(*Scorzonera hispanica*)**

Nombre botánico: *Scorzonera hispanica* L.

Familia: Asteráceas.

Nombres comunes: castellano: escorzoner-a, escorcionera, escurzo, yerba viperina, salsifí negro, salsifí hispánico, churrimana, tetas de vaca; catalán: escurçonera; euskera: sendaposei, astobe-harri; portugués y gallego: escorcioneira, escorzoneira; inglés: scorzonera, black salsify, black oyster plant, viper's grass.

Propiedades, usos y cultivo

Posee propiedades diuréticas y depurativas. La raíz es cordial y sudorífica, entrando en la composición de muchas tisanas. Es muy rica en hidratos de carbono (18-20 por ciento en peso fresco), con una alta proporción de inulina y levulina, lo que la hace muy adecuada para la dieta de los diabéticos. Contiene también conoferina (glucósido), asparagina, arginina, histidina y colina.

En el alto Aragón, el látex se añade a la leche para curar el catarro. Sus hojas frescas, machacadas, se utilizan contra las picaduras de las víboras, para calmar el dolor. Su raíz pelada, fresca o cocida, conforta el estómago y fortifica el cuerpo.

Es considerada un contraveneno para la mordedura de animales ponzoñosos, razón por la cual en castellano se le llama escorzoner-a esto es, hierba contra escuerzo. El *Diccionario de la lengua española* de la Real Academia Española señala que el nombre escorzoner-a deriva del latín, «raíz negra», por el color externo de la misma; también en italiano *scorza* significa raíz, y *nera*, negra. Sin embargo, como queda documentado en el *Epistolarium medicinalium libri quinque* de Mattioli, publicado en 1561, la primera interpretación parece la correcta.

Se estima que el cultivo de esta planta es reciente. No la menciona ningún agrónomo romano ni árabe. En España no se ocupan de su

cultivo ni los geóponos andalusíes (siglos x-xiv) ni los tratadistas castellanos del siglo xvi. Análogamente ocurre en otros países. En Francia no aparece mencionada en la *Capitular de Villis* de los reyes carolingios, ni la cita Olivier de Serves, ministro de Enrique IV. Es a partir del siglo xvi cuando los botánicos empiezan a ocuparse de esta especie, describiéndola como silvestre, aunque a veces introducida en los jardines botánicos. No se cita como planta cultivada hasta un siglo después. Con el tiempo llegará a estar de moda en algunos países. Así, Luis XIV de Francia era muy aficionado a ella.

Aunque quizás fue primero cultivada en España, su cultivo nunca ha sido muy importante en el país. C. y E. Boutelou (1801) comentan: «Suele sembrarse la escorzoner-a en los bordes de los cuadros, que se hallan desocupados, aprovechando útilmente los vacíos con esta sabrosa raíz», con lo que se evidencia un cultivo marginal, no principal.

Por otra parte es curioso que estos mismos autores previeran mayor importancia agrícola al salsifí blanco que a la escorzoner-a, en contra de lo que realmente ha acontecido. Así, estimaban que «... a veces pueden principiarse a usar las raíces de escorzoner-a al primer año de sembradas, son tan delgadas, que no tiene cuenta el gastarlas tan tiernas. Requieren o necesitan dos o tres años en ocasiones para formar su raíz. El salsifí, que tiene el mismo gusto y propiedades, y se forma en el año, debe ser preferido a ésta por ocupar mucho menos tiempo en el terreno, y ser más abundante su producto». La mayor actividad de mejora efectuada en este cultivo ha permitido la aparición de algunos buenos cultivares, con una mayor velocidad de crecimiento y mejores rendimientos que el salsifí, en cultivo anual.

La parte más utilizada de la planta es la raíz, carnosa y blanda. Una vez pelada, se trocea y coloca en agua con limón, para evitar su ennegrecimiento. Luego se puede consumir en una gran variedad de exquisitos platos: cruda en ensalada,

aliñada a la vinagreta o con otras salsas, cocida al vapor y servida con una salsa bearnesa, bechamel o con crema de leche entera y pan tostado, rehogada con mantequilla y servida con perejil u otras hierbas, hervida como guarnición de carnes, gratinada con queso, al horno, con tomate y cordero asado o cerdo, frita con aceite o mantequilla, después de una ligera cocción y servida con limón, revuelta con huevos o en tortillas, confitada en azúcar.

Se recomienda pelar las raíces después de cocidas, para que no pierdan sabor.

También pueden consumirse las hojas, especialmente las jóvenes después de hervidas. Las «barbas», hojas tiernas, frescas y blandas, se pueden consumir crudas. Los brotes tiernos se usan a modo de espárrago.

Las flores se añaden a las ensaladas como aromatizante; tienen un aroma que recuerda al cacao. Para este fin también se usan las flores de otras especies como *S. mollis* y *S. undulata*. También se pueden utilizar los capullos florales. Existen recetas de tortilla de flores de escorzonera.

Descripción botánica

Planta vivaz con larga raíz pivotante, quebradiza, externamente negruzca y blanca en su interior, lechosa, que cada año adquiere mayor tamaño. Tallos solitarios o escasos, usualmente ramificados en la parte superior, entre 30 y 120 cm. Hojas anchas, largas y carnosas, espatuladas. Capítulos con flores amarillentas en el extremo de los tallos. Floración en primavera y verano (abril-junio).

Multiplicación por semilla. Aquenios de 10-20 mm de longitud, cilíndricos, blanquecinos y ásperos, con vilano de varias filas de pelos. 75-90 semillas pesan 1 g. Un litro de ellas pesa alrededor de 580 g. En condiciones de conservación ordinaria mantienen un poder germinativo alto durante 2-3 años.

Diploide, $2n = 14$. En la var. *crispatula* se ha detectado algún poliploide, $2n = 4x = 28$.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Vive en pastizales secos, zonas rocosas y matorrales, suelos calcáreos o margosos de zonas templadas.

Se encuentra distribuida por el centro y sur de Europa y sur de la Comunidad de Estados Independientes, aunque falta en Sicilia y Grecia así como en el noroeste de África y suroeste de Asia. Es originaria probablemente de la región mediterránea y autóctona en España.

La planta es poco cultivada fuera de Europa. La mayor parte del cultivo se efectúa en jardines de aficionados, cultivándose en las huertas profesionales a una escala muy pequeña. Algunas estimaciones señalan que el cultivo ocupa sólo unas pocas decenas de hectáreas. Los países con mayor superficie cultivada con escorzonera son Bélgica, Polonia y la Comunidad de Estados Independientes.

Actualmente su cultivo es prácticamente desconocido en España. Aunque está sujeto al Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas y Plantas Agrícolas, no hay constancia de comercialización de la semilla en España en los últimos años.

Diversidad genética

El moderno género *Scorzonera*, muy próximo a *Tragopogon*, sólo en Europa incluye tres secciones (*Podospermum*, *Scorzonera* y *Lasiozona*) con unas 28 especies. La mayoría de ellas son plantas perennes diploides con $2n = 2x = 14$. También existen citotipos con $2n = 2x = 12$, derivando $x = 6$ del tipo anterior por traslocación.

En España aparecen unas 13 especies. La mayoría de ellas prefieren suelos secos. Tal es el caso de *S. angustifolia* L., *S. transtagana* Coutinho, *S. hirsuta* L., *S. crispatula* (Boiss.) Boiss. y *S. brevicaulis* Vahl. *S. parviflora* Jacq. se encuentra preferentemente en suelos salinos; *S. laciniata* L. en suelos básicos; *S. aristata* Ramond ex DC. es calcícola, encontrándose sólo en prados y otros

lugares herbosos de los Pirineos, Alpes y Apeninos; *S. fistulosa* Brot. del W. de Portugal y suroeste de España. *S. humilis* L., la escorzonera enana, vive en gran parte de Europa, mientras que *S. baetica* (Boiss.) Boiss., *S. albicans* Cosson y *S. reverchonii* Deveaux ex Hervier sólo se encuentran en el sur de España.

La escorzonera (*S. hispanica* L.) es extremadamente variable, especialmente en la forma de la hoja. Se reconocen las variedades botánicas *crispatula* Boiss. [*S. crispatula* (Boiss.) Boiss.], muy extendida, y *pinnatifida* (Rouy) Díaz de la Guardia & Blanca, relativamente rara, distinguibles fundamentalmente por su morfología foliar.

Existen ya numerosos cultivares comerciales, generalmente poblaciones de polinización abierta:

- ‘Gigante de Rusia’, con raíz regular, cilíndrica, muy larga, lisa y de piel muy negra. De él derivan diversas selecciones como ‘Gigante negra de Rusia’, ‘Gigante anual’, ‘Annual Giant Bomba’, ‘Russisk Kaempe’, etc.
- ‘Lange Jan’, de buena calidad.
- ‘Elite Stamm’, productiva, estable, con alto rendimiento en raíces de calibre superior.
- ‘Schwarze Pfahl’, similar a ‘Elite Stamm’.
- ‘Pronora’, con raíces bien formadas, de piel lisa, con un buen color y sabor después de enlatada. Especialmente adecuada para el procesado industrial.
- ‘Vulcan’, ‘Duplex’ y ‘Pilotis’, adecuadas para la industria de congelados.
- Otros buenos cultivares son ‘Hoffman 83’, ‘Flandria’, ‘Nero’, ‘Duro’, ‘Habil’, etc.

Existen colecciones de razas locales y viejos cultivares en la Rijksstation voor Plantenveredeling de Merelbeke (Bélgica), en el Nordic Gene Bank de Alnarp (Suecia) y en el Instituto Vavilov de Plantas Industriales de Leningrado.

Prácticas de cultivo

Es una hortaliza que resiste bien la sequedad cuando la planta ya se ha desarrollado.

La escorzonera tiene similares exigencias culturales que el salsifí blanco. Se trata de una hortaliza típicamente invernal que, aunque es perenne, se cultiva como anual.

Se suele practicar siembra directa al principio de la primavera, en surcos poco profundos, con un marco de 25-35 cm × 12-15 cm. Hay que tener cuidado con los pájaros, que gustan mucho de estas semillas. Se requieren unos 12 kg/ha de semilla. Exige terrenos profundos, frescos y sueltos, ricos en materia orgánica descompuesta y libres de piedras o gravas que producen deformaciones en las raíces. Como abonado de fondo se aconsejan 30 t/ha de estiércol descompuesto, 50 UF de N, 100 UF de P₂O₅ y 200-250 UF de K₂O.

Hay que cuidar los primeros riegos y las escardas, que pueden controlarse químicamente tanto en preemergencia como en postemergencia con CIPC. Prefiere los terrenos soleados y la presencia de nitrógeno fácilmente asimilable, pudiéndose suministrar en cobertera un complemento de otras 50 UF.

La recolección se efectúa desde noviembre a marzo, siendo quizás más delicada que la del salsifí blanco, pues las raíces son más frágiles y requiere abrir surcos de unos 40 cm, en paralelo a las hileras de raíces. La conservación es buena, tanto en el propio terreno de cultivo, como en cámaras frigoríficas entre 0 y -1 °C, pudiendo durar 2-3 meses, o congelada, con un ligero procesado industrial para limpiar, pelar, cortar y escaldar, evitando oxidaciones.

Se han obtenido rendimientos de unas 20-30 t/ha.

Las enfermedades más importantes son las micosis, roya blanca y oidiopsis, y el estrangulamiento y agrietamiento de la raíz de etiología desconocida.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Aunque se estima que esta hortaliza es muy poco cultivada en España, por falta de introducción en

la cocina ibérica, hay que reconocer que existen aún graves problemas de cultivo.

Aunque la escorzonera es más productiva que el salsifí y su cultivo más frecuente, presenta muchos problemas que son comunes a ambos cultivos:

- ciclo de cultivo prolongado, con un tiempo de ocupación del terreno de huerta excesivamente largo;
- susceptibilidad al alzado, incluso el primer año de cultivo, que aunque no ahueca la raíz ni compromete su calidad, afecta al rendimiento, obligando a efectuar cortes sistemáticos de los tallos florales;
- mala conservación de la semilla;
- nascencia lenta y necesidad de un nivel de humedad constante;
- recolección muy laboriosa, pues hay que abrir zanjas profundas, ya que las raíces son muy largas y frágiles;
- alto contenido en nitratos.

Algunos de estos problemas ya se han abordado o están en fase de resolución. Así 'Schwarze Pfahl' es más resistente al alzado que 'Elite Stamm'. 'Einjährige Riesen' es particularmente resistente al alzado y produce un bajo porcentaje de raíces con cavidades, pero no consigue los rendimientos de aquéllos. Existiendo variabilidad genética para el carácter dentro de cultivares comerciales, cabe esperar un rápido progreso en la mejora.

En Bélgica se está seleccionando material especialmente adecuado para la siembra y recolección mecánicas. 'Lange Jan', 'Hoffman 83' y 'Flandria' fueron los que aportaron las mejores calidades del producto entre los cultivares ensayados.

En Polonia se está trabajando en el desarrollo de cultivares adaptados al procesado industrial, tanto al enlatado como a la congelación. Algunos cultivares muestran ya un buen comportamiento.

En la medida en que estos objetivos de mejora se vayan cumpliendo, cabe esperar que la escorzonera irá adquiriendo mayor importancia económica. No debe olvidarse que es una hortaliza de sabor muy delicado; posee una composición en glúcidos rica en inulina, muy diferente de otros tubérculos y raíces ricas en hidratos de carbono, como la patata, que tiene un alto contenido en almidón. Esta propiedad puede ser motivo de que aumenten su demanda y cotización.

TAGARNINA

(*Scolymus maculatus*)

Nombre botánico: *Scolymus maculatus* L.

Familia: Asteráceas = Compuestas.

Nombres comunes: *castellano:* tagarnina, diente de perro; *portugués:* escólimalhado; *inglés:* spotted golden-thistle.

Origen del nombre y propiedades

La denominación genérica deriva de la voz griega *skolos*, espinas, carácter compartido con otras muchas compuestas. Con el nombre de *skolymos* se conocía en la antigua Grecia un cardo con raíz comestible. A este grupo de plantas se le atribuían propiedades diuréticas y antisudoríficas.

Las tagarninas se han cultivado ocasionalmente, pero generalmente se ha aprovechado la planta silvestre, limitándose a la pura recolección de las hojas en la primavera. Actualmente su cultivo es muy reducido, existiendo la tendencia a desaparecer.

Cervantes parecía no darle gran valor a esta planta: «... yo no tengo hecho el estómago a tagarninas, ni a piruétanos, ni a raíces de los montes». Sin embargo, las pencas de las hojas tiernas, como las del cardillo, constituyen una verdura deliciosa que puede utilizarse en sopas, cocidos, potajes, revuelta con huevos o acompañando a la carne. Gratinadas al horno resultan un plato exquisito.

Descripción botánica

Planta anual, glabrescente con látex. Tallos de 20-130 cm anchamente alados, irregularmente dentados y espinosos. Hojas, brácteas y alas de tallo con un borde cartilaginoso, blanco, continuo. Hojas basales oblongo-lanceoladas, suaves, pinnatífidas con pocas espinas. Las caulinares pinnatífidas sinuadas, más o menos ovaladas, espinosas. Brácteas involucrales lanceoladas en número de más de 5. Capítulos amarillo dorados, solitarios o en ramilletes de 2 a 4, de mayo a junio. Aquenios de 3-4 mm, sin vilano. $2n = 2x = 20$.

Se multiplica por semillas. Presenta un comportamiento ortodoxo a la conservación, manteniendo el poder germinativo durante largo tiempo. Los fenómenos de dormición son poco acusados.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Se encuentra en terrenos incultos, campos abandonados, cunetas, veredas y bordes de caminos. Prefiere los terrenos arcillosos y los climas templados.

Distribuida por el sur de Europa, sureste de Asia, norte de Africa y región macaronésica. Es planta nativa de la región mediterránea. En España crece muy frecuentemente en todo el territorio, incluidas las Islas Canarias.

Se cultiva ocasionalmente en algunas zonas del Magreb, sur de Italia y Grecia. En España el cultivo ha desaparecido prácticamente.

Diversidad genética

El género *Scolymus* L. presenta otras dos especies mediterráneas con un tipo de aprovechamiento similar al de la tagarnina, el cardillo (*S. hispanicus* L.), con una amplia distribución mediterránea, y *S. grandiflorus* Desf., con distribución más restringida al Mediterráneo oriental. Se trata de especies muy próximas que difieren en el margen de hojas y alas del tallo y en las brácteas involucrales, entre otros caracteres. A diferencia

de las tagarninas, estos cardillos son bienales o perennes.

Se observa una gran variabilidad morfológica, pero no existen colecciones de material conocidas.

Prácticas de cultivo

La tagarnina es una planta muy rústica que prefiere los terrenos arcillosos, aunque crece espontánea en una amplia diversidad de ambientes. Es tolerante al frío y a la sequía.

La forma de cultivo es similar a la del cardillo, aunque éste prospera mejor en terrenos más sueltos. Se efectúa siembra directa en tempero, a finales del invierno, en surcos separados 30 cm. Después del aclareo se deja una separación de 30 cm entre plantas. Es preferible aplicar previamente abono orgánico. Las prácticas culturales habituales son muy sencillas, limitándose a eliminar las malas hierbas.

Con temperaturas cálidas el crecimiento de la planta es muy rápido, formando pronto la roseta basal, momento en que han de cosecharse las hojas.

Perspectivas de mejora y limitaciones

Las tagarninas, como los cardillos, son hortalizas prácticamente desconocidas en el mercado. Sin embargo, en muchas comarcas españolas son apreciadas, por su característico sabor muy agradable. Como en el caso de tantos otros cultivos, el resurgimiento de éste tendrá que ir asociado a un sistema de comercialización que genere demanda. Ello implica campañas de publicidad, normas de utilización, recetas de platos tradicionales, etc., además de un producto de suficiente calidad, presente en los mercados. Habría que ofrecer las pencas peladas y limpias, debidamente envasadas.

Desde el punto de vista de la mejora, uno de los problemas más graves de la tagarnina es su facilidad para subir a flor, favorecida por las condiciones primaverales de día largo y temperaturas altas. La

selección para resistencia a este proceso aumentaría el período de cultivo y permitiría mejorar los rendimientos de la roseta basal. La espiniscencia general de la planta es otro problema.

Sin duda la labor más urgente es realizar expediciones de recolección en la cuenca mediterránea, Magreb incluido, y caracterizar dichos materiales, como punto de partida para la mejora. Ya en el momento actual es muy difícil encontrar los cultígenos tradicionales.

Esta problemática no se limita a la tagarnina y al cardillo, ni siquiera al género *Scolymus*, sino que se extiende a otras muchas compuestas. Por ejemplo, la tribu *Cardueae* contiene 80 géneros con más de 2 650 especies, de las que 227 viven en España y 150 son endémicas en el país. Muchas de estas plantas tienen valor agrícola, habiéndose cultivado ocasionalmente. En la mayoría de los casos el cultivo está en regresión, si aún se conserva. La recuperación de estos recursos genéticos, la caracterización de los materiales y la iniciación de programas de mejora podrían contribuir a la diversificación, tanto de la producción como de la oferta, contribuyendo a que la agricultura española sea más competitiva.

CARDILLO (*Scolymus hispanicus*)

Nombre botánico: *Scolymus hispanicus* L.

Familia: Asteráceas = Compuestas.

Nombres comunes: *castellano:* cardillo, cardillo de comer, cardillo de olla, cardillo bravío, cardo lechar, cardón lechar, cardón lechal, lechocino, cardo zafranero; *catalán:* cardet, cardelina; *euskera:* kardaberaiakca; *portugués:* cardo de ouro, cangarinha; *inglés:* Spanish oyster plant, common golden thistle, Spanish salsify.

Propiedades y usos

Se han reconocido propiedades antisudoríficas y diuréticas a esta planta. Los griegos la conocieron, siendo citada por Teofrasto. Plinio hace referencia a ella considerándola antitrspirante. Es apenas citada sin embargo por los agrónomos andalusíes. El traductor del anónimo hispanoárabe del siglo XI-XII interpreta que el *silyan* y el *'adaliq*, plantas espinosas que la gente coge entre las verduras silvestres, son precisamente los cardillos *Scolymus hispanicus*.

Aunque se ha efectuado un cultivo ocasional, actualmente éste está en claro retroceso. La mayor parte del cardillo que se consume procede de la simple recolección del silvestre.

Varias partes de la planta presentan un sabor bastante delicado. Las hojas tiernas basales se consumen como verdura en ensaladas, hervidas, sopas, potajes, tortillas, etc. La parte más agradable de la hoja es el nervio central, penca blanca que se obtiene pelando la hoja, con un movimiento de raspadura de una mano, de la base al ápice, mientras la otra mano sujeta la base. Un uso similar se hace con los tallos tiernos. Quer señalaba el aprecio de esta planta en casi todas las provincias de España y «... de la que se hace gran uso en el cocido durante la primavera». En el siglo XVI, en Salamanca, había costumbre de comer las plantas tiernas con su raíz, después de lavadas, tanto crudas como guisadas con carne. En otras muchas regiones también se consumen las raíces, crudas o después de hervirlas. En sopa, sus raíces se preparan con leche, mantequilla y harina.

Descripción botánica

Hierba bienal o perenne, erecta, provista de látex, muy espinosa. Tallos de 5-250 cm ramificados superiormente, con alas espinoso-dentadas interrumpidas. Hojas basales oblongas lanceoladas, suaves, pinnatisectas, con pocas espinas, pecíolo largo. Las caulinares rígidas, coriáceas, espinosas.

Capítulos con 1-3 hojas involucrantes amarillo dorados, de unos 3 cm de longitud, en disposición lateral o terminal, rodeados de un involucro de brácteas espinosas. Aquenios de 2-3 mm. Vilano con una corta corona. Florece de mayo a julio.

Se multiplica por semilla que presenta un buen poder germinativo durante varios años y no muestra fenómenos acusados de dormición. Planta diploide, $2n = 2x = 20$.

Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Se encuentra en baldíos, tierras incultas, escombros, cunetas, veredas. Más frecuente en lugares arenosos de zonas templadas.

Distribuida por el sur de Europa y norte de África, llega al noroeste de Francia. Vavilov sitúa su origen en la región mediterránea. En España crece silvestre en la mayoría del país, pero rehuye las montañas elevadas, siendo menos frecuente en el norte. También se encuentra en las Islas Canarias.

Se cultiva ocasionalmente en países mediterráneos como España, Grecia y los del Magreb. Es prácticamente desconocida en los Estados Unidos.

Diversidad genética

Existe una notable variabilidad en caracteres morfológicos como la pilosidad, morfología de las hojas y brácteas involucrales, escamas receptaculares, espinosidad, etc.

No existen cultivares definidos si bien aún es posible conseguir algunos cultígenos, pero existe un grave riesgo de pérdida de dichos materiales.

No se ha efectuado ninguna actividad significativa en la recolección y conservación de los recursos genéticos de esta especie.

Prácticas de cultivo

Se trata de una planta muy rústica, resistente al frío, que prospera en toda clase de terrenos, si bien prefiere los suelos de textura ligera y ricos en

materia orgánica. El cultivo exige muy pocos cuidados.

Se efectúa siembra directa, a final del invierno o primavera. Conviene utilizar un terreno ligero con buen drenaje y al que se ha incorporado estiércol. Puede sembrarse en surcos, con 30 cm entre surcos y dejando, después del aclareo, una separación de 30 cm entre plantas.

Los brotes blancos, tiernos pueden arrancarse cuando alcanzan unos 20 cm de altura. Las pencas de las hojas requieren que esté bien formada la roseta de la base. Las raíces suelen cosecharse hacia fines del otoño o durante el invierno. Si la planta se deja para el año siguiente, sube a flor, desarrollando un tallo robusto y perdiendo calidad las hojas basales, que se endurecen. Por ello, aunque la planta puede conservarse varios años, conviene cultivarla como anual.

No presenta problemas fitopatológicos graves.

Perspectivas de mejora y limitaciones

La fuerte espinosidad del cardillo, especialmente de las hojas caulinares, con espinas grandes y duras, es un grave inconveniente para su manejo, siendo un motivo para disuadir del intento de cultivarlo. La selección de formas menos espinosas facilitaría el manejo de la planta.

Para la sección de aprovechamiento más difundido—las pencas de las hojas—, habrá que seleccionar formas de nervios gruesos, tiernos y jugosos. Es menester realizar amplias colecciones de material, especialmente de los antiguos cultígenos que aún se pueden recuperar, con objeto de caracterizarlos y seleccionarlos. Las zonas de mayor interés son el Magreb, sur de Grecia y regiones españolas no hortícolas.

Si se quieren aprovechar las raíces, conviene recolectar hasta el final del invierno. La resistencia a la subida a flor podrá mejorar el rendimiento en raíces, al favorecer su rápido crecimiento con la llegada del tiempo cálido.

Bibliografía

- Adachi, T. y Osei-Kofi, F.** 1984. Intraspecific and intergeneric fusion of protoplasts among some species of *Nicotiana* and *Portulaca*. *Bulletin of the Faculty of Agriculture*, Miyazaki University, 31(1):11-19.
- Alonso de Herrera, G.** 1981. *Agricultura general (1513)*. Edición crítica de E. Terrón. Madrid. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura.
- Aziz, P.** 1983. Development of erucic acid and glucosinolate free crucifers in Pakistan. En *More food from better technology*. Holmes, J.C., Tahir, W.M., eds., Roma. FAO.
- Bettencourt, E. y Perret, P.M.** 1986. *Directory of European institutions holding crop genetic resources collections*. 3ª edición. Roma, PNUD-CIRF.
- Boutelou, C. y E.** 1801. *Tratado de la huerta*. Madrid. Imprenta Villalpando.
- Candolle, A.** de 1883. *Origine des plantes cultivées*. 10ª edición. París. Baillière.
- Cobo, B.** 1662. *Historia del Nuevo Mundo*. Edición de 1953. Madrid. Editorial Atlas.
- Columela, L.J.M.** 1824. *Los doce libros de agricultura (42 d.C.)*. Madrid. Imprenta Miguel de Burgos.
- Columela, L.J.M.** 1988. *De los trabajos de campo (siglo I)*. Edición a cargo de A. Holgado Redondo. Madrid. Siglo XXI de España Editores, S.A. y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Cotrina, F.** 1989. *Cultivo de la borraja*. Informe del SEA de la Diputación General de Aragón. (No publicado.)
- Crecini, F.** 1952. *Piante erbacee di grande coltura*. 3ª edición. Roma. Ramo Editoriale degli Agricoltori.
- Dayal, N.** 1987. Towards synthesis of x Raphanocruca. *Cruciferae Newsletter*, 12:7.
- Díaz de la Guardia, C. y Blanca, G.** 1987. Karyology of the *Scorzonera* (Compositae) Species from the Iberian Peninsula. *Plant systematic and evolution*, 156(1-2):29-42.
- Fahleson, J., Rahlen, L. y Glimelius, K.** 1988. Analysis of plants regenerated from protoplast fusions between *Brassica napus* and *Eruca sativa*. *Theoretical and Applied Genetics*, 76(4):507-512.
- Faulkner, G.J. y Jackson, J.C.** 1984. Experimental seed production. Avonresister parship. *Annual Report of National Vegetable Res. Sta. Wellesbourne*, 1983:60-61.
- Fernández de Gorostiza, M.** 1991. Control y certificación de semillas de plantas hortícolas. En *La horticultura española en la Comunidad Europea*. Nuez, F., Rallo, L., eds. Reus. SECH Eds. de Horticultura.
- Font Quer, P.** 1990. *Plantas medicinales*. 12ª edición. Barcelona. Editorial Labor, S.A.
- Gálvez, C. y Hernández Bermejo, J.E.** 1986. Fundamentos para la domesticación de especies silvestres ibéricas de cardúceas con interés potencial agrícola. *Actas del II Congreso Nacional de la SECH*, 2:1173-1182.
- Genders, R.** 1988. *Plantas silvestres comestibles*. Barcelona. Editorial Blume.
- Gil, J. y Varela, C.** 1984. *Carta de particulares a Colón y relaciones coetáneas*. Madrid. Alianza Editorial.
- Girenko, M.M.** 1980. Collection of minor species of vegetable crops as breeding material. *Byulleten' Vsesoyuznogo Ordena Lenina i Ordena Druzhby Narodov Institute Rastenievodstva Imeni N.I. Vavilova*, 101:14-18. (*Plant Breeding Abstract 1982*, 7104.
- Gupta, A.K. y Dubey, M.M.** 1988. Field reaction of taramira germplasm to *Fusarium* wilt. *Indian Journal and Mycology and Plant Pathology*, 17(1):74.
- Hammer, K. y Sabir, A.A.** 1987. Collecting in Iraq. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 70:44.
- Herrera, A.** 1539. *Agricultura General*. 2ª edición.

- Edición del Ministerio de Agricultura, 1968.
- Ibn al-Awwan.** 1988. *Libro de agricultura (siglo xii)*. Traducido y anotado por J.A. Banqueri; 2 vol. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Ibn al-Baytar.** 1991. *Traité des simples (siglo xiii)*. Traducción de L. Leclerc. 3 vol. París. Institut du Monde Arabe.
- Ibn Bassal.** 1955. *Libro de agricultura (siglo xi)*. Texto editado, traducido y anotado por J.M. Millas Vallicrosa y M. Aziman. Tetuán. Instituto Muley El-Hasan.
- Ibn Luyun.** 1988. *Tratado de agricultura (siglo xiv)*. Traducido y anotado por J. Eguaras Ibáñez. Granada. Patronato de la Alhambra y Generalife.
- Isidoro de Sevilla.** 1982. *Etimologías (siglo vi)*. Texto latino, versión española y notas de J. Oroz Reta y M. Marcos Casquero. 2 vol. Madrid. BAC.
- Jackson, W.M., ed.** *Diccionario enciclopédico hispano-americano*. 28 vol. Boston y Londres, C.H. Simmonds Company.
- Kumar, P.R. y Kumar, P.** 1989. Genetic improvement of rapeseed-mustard, achievements, critical gaps and future priorities. *Journal of Oilseeds Research*, 6(2):211-219.
- Kumar, D. y Yadav, I.S.** 1986. Genetics of yield and its components in taramira. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 56(3):167-170.
- Laumonier, R.** 1963. *Cultures maraîchères II*. 2ª edición. París. Baillière.
- López y López, A.** 1990. *Kitab fi tartib Awqat al-Girasa Wa-L-Magrusat. Un tratado agrícola andalusí anónimo*. Granada. CSIC.
- Maroto, V.** 1983. *Horticultura herbácea especial*. Madrid. Ed. Mundi Prensa.
- Mathon, C. Ch.** 1986. Potagères autrefois répandues et aujourd'hui disparues. Suggestions pour une typologie. En *Bureau des ressources génétiques. La diversité des plantes légumières (Angers, 17-19 octobre de 1985)*. París. Lavosier.
- Matsuzawa, Y. y Sarashima, M.** 1986. Intergenic hybridization of *Eruca*, *Brassica* and *Raphanus*. *Cruciferae Newsletter*, 11:17.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.** 1987. *Anuario de estadística agraria*. Madrid. Publicaciones del MAPA.
- Nikitina, A. Y.** 1980. Promising cress varieties for the fagestan ASSR. *Byulleten' Vsesoyuznogo Ordena Lenina i Ordena Druzhby Narodov Institute Rastenievodstva Imeni N.I. Vavilova* 101:71-75. (*Plant Breeding Abstracts* 1982, 7107).
- Oguro, H., Hinata, K., Samejima, M., Sugiya, T. y Tsunoda, S.** 1988. Photosynthetic characteristics of the reciprocal interspecific hybrids and their progenies between *Atriplex triangularis* (C₃) and *A. rosea* (C₄). *Japanese Journal of Breeding*, 38(1):53-64.
- Plucinska, M.** 1981. Investigation of black salsify varieties with regard to yield, quality and suitability for canning and freezing. *Biuletyn Warzywniczy*, 25:311-335. (*Plant Breeding Abstracts*, 4009).
- Prabhakar, M. y Ramayya, N.** 1988. Chemotaxonomy of the genus *Portulaca* L. protein and non protein free amino acids of leaf. *Indian Journal of Botany*, 11(1):51-58.
- Quer, J.** 1762-1764. *Flora española o historia de las plantas que se crían en España*. 4 vol. Madrid. Ibarra.
- Quinn, J., Simon, J.E. y Janick, J.** 1989. Histology of zygotic and somatic embryogenesis in borage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114(3):516-520.
- Rivera Núñez, D. y Obón de Castro, C.** 1991. *La guía de las plantas útiles y venenosas de la Península Ibérica y Baleares*. Madrid. INCAFO.
- Rohilla, H.R., Singh, H., Kalra, V.K. y Kharub, S.S.** 1987. Losses caused by mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), in different *Brassica* genotypes. En *7th Int. Rapeseed Congress*, Poznań.

- Seehuber, R. y Dambroth, M. 1984. Die Potentiale zur Erzeugung von Industrie Grundstoffen aus heimischen Ölpflanzen und die Perspektiven für ihre Nutzbarmachung. *Landbauforschung Völkenrode*, 34(3):174-182.
- Sikdar, S.R., Chatterjee, G., Das, S. y Sen, S.K. 1990. 'Erussica' the intergeneric fertile somatic hybrid developed through protoplast fusion between *Eruca sativa* Lam. and *Brassica juncea* (L.) Czern. *Theoretical and Applied Genetics*, 79(4):561-567.
- Simmonds, N.W., ed. 1976. *Evolution of crop plants*. Londres y Nueva York. Longman.
- Sodani, S.N., Sastry, E.V.D. y Nehra, M.R. 1990. Divergence analysis in taramira (*Eruca sativa* Mill.) *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 50(1):9-12.
- Tindall, H.D. y Williams, J.T., eds. 1977. *Tropical vegetables and their genetic resources*. Roma. CIRF.
- Toll, J., Sloten y D.H. van 1982. *Directory of germplasm collections. 4 Vegetables*. Roma. CIRF.
- Tutin, T.G., ed. 1967. *The Flora Europaea Organization*. Vol. II. Linnean Society of London.
- Valdés, B., Talavera, S. y Fernández-Galiano, E., eds. 1987. *Flora vascular de Andalucía occidental*. Barcelona. Ketres Editora, S.A.
- Vavilov, N.I. 1951. *The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants*. Nueva York. Ronald Press.
- Verma, S.C. 1984. Genic male sterility in *Eruca sativa* Cruciferae, plant cell incompatibility. *Newsletter*, 19:74-78.
- Volodars'ka, A.T. 1986. Breeding evaluation of a salad cress collection. *Ovochivnitsvo i Bashtannitovo* 31:43-45. (*Plant Breeding Abstracts* 1987, 10277.)
- Yadav, I.S. y Yadava, T.P. 1987. Identification of parents for hybridization through combining ability analysis in taramira under rainfed conditions. *Journal of Oilseeds Research*, 4(1): 82-88.
- Yamagishi, H., Yui, S. y Yoshikawa, H. 1986. Genetic resources of cruciferous crops collected in Nepal by IBPGR. *Cruciferae Newsletter*, 11:7.
- Zeven, A.C. y Zhukovsky, P.M. 1975. *Dictionary of cultivated plants and their centers of diversity*. Wageningen. Pudoc.

Índice taxonómico

- Acanthocereus pentagonus*, 15
Acer negundo, 268
 A. saccharum, 268
Adenantha, 22
Aechmea magdalenea, 14
Agave, 43
 A. americana, 266, 270
 A. angustifolia
 var. *letonae*, 13, 42
 A. cantala, 13
 A. cocuy, 13
 A. fourcroyoides, 13, 42
 A. mapisaga, 43
 A. mapisiga, 13
 A. salmiana, 13, 43
 A. sisalana, 13, 42
 A. tequilana, 43
Ageratum, 43
Amaranthus, 8
 A. albus, 271
 A. blitoides, 271
 A. blitum, 144
 A. caudatus, 12, 98, 124, 143–146
 A. cruentus, 12, 42, 91–98, 93, 271
 A. dubius, 144
 A. hybridus, 144
 A. hypochondriacus, 12, 30, 42, 44,
 91–98, 93, 143, 271
 A. lividus, 263
 A. muricatus, 271
 A. palmeri, 144
 A. retroflexus, 271
 A. spinosus, 144
 A. tricolor, 144
 A. viridis, 144
Anacardium occidentale, 14, 198
Ananas comosus, 15, 196, 198, 266
 A. erectifolius, 14
Anchusa italica, 316
A. officinalis, 264, 316
Aniba roseodora, 30, 199
Annona cherimola, 14, 30, 83, 84, 85, 87
 A. diversifolia, 14, 42, 44, 83, 84–87, 85
 A. glabra, 83, 84
 A. macrophyllata, 87
 A. montana, 84
 A. muricata, 14, 30, 83, 85, 89, 196, 267
 A. purpurea, 14, 84
 A. reticulata, 14, 30, 42, 83, 85, 87–88
 var. *lutescens*, 88
 var. *primigenia*, 87, 88
 A. scleroderma, 14, 42, 83, 85, 88–90
 A. squamosa, 14, 83, 84, 85, 87
Apium graveolens, 320, 321
 A. nudiflorum, 320
Arachis hypogaea, 16, 266
Araucaria, 249
Arctium lappa, 263
Armoracia rusticana, 263
Arracacia andina, 168
 A. elata, 168
 A. incisa, 168
 A. moschata, 168
 A. pennelli, 168
 A. peruviana, 168
 A. sequatorialis, 168
 A. toluensis
 var. *multiflora*, 168
 A. wigginessi, 168
 A. xanthorrhiza, 21, 31, 166–170, 167
 A. xanthorrhiza, 124
Asimina, 83
 A. triloba, 30
Astrocaryum, 198
Atriplex hortensis, 263
Attalea funifera, 14
Avena sp., 286

Bactris caribea, 213
 B. chantaduro, 213, 215
 B. ciliata, 213, 215
 B. dahlgreniana, 213
 B. gasipaes, 17, 19, 196, 198, 209–218
 B. insignis, 213, 215
 B. macana, 213, 215
 B. microcarpa, 213
 Bactris sp., 213, 215
Bambusa angustifolia, 21
Barbarea verna, 263
Bertholletia excelsa, 16, 31, 198
Bielschmieidia anay, 16
Bixa orellana, 21, 30, 196, 267
Borojoa patinoi, 17
 B. sorbilis, 17, 196
Borrago officinalis, 263, 314–319
 B. pygmaea, 317

- Bougainvillea* spp., 270
Brassica campestris, 306
B. juncea, 306
B. napus, 306
B. oleracea, 306
Britoa sellowiana, 16
Bromus mango, 10, 12
Brosimum alicastrum, 17, 40
Browallia, 11
Brugmansia, 11
Bumelia persimilis, 266
Bunchosia armeniaca, 16
Bunias erucago, 263
Bursera simaruba, 266
Bursera spp., 267
Byrsomina crassifolia, 16, 30

Cajanus cajan 54
Calathea, 43
C. allouia, 21, 30, 237–242
C. lutea, 238
C. macrosepala, 19
Calendula officinalis, 263
Calochortus, 21
Campanula rapunculus, 263
Campomanesia guazumifolia, 16
Canavalia ensiformis, 19
Canna, 21
C. edulis, 20, 31, 124
C. indica, 267
Capsella spp., 263
Capsicum, 8, 41, 115, 198, 264
C. annuum, 13, 42, 43, 266, 267
C. baccatum, 13
C. chinense, 13
C. frutescens, 13, 43, 267
C. pubescens, 13, 183
Cardamine vulgaris, 263
Carduus benedictus, 263
Carica chrysopetala, 15, 188
C. monoica, 18, 188
C. papaya, 15, 186, 187, 188, 196, 267
C. pentagona, 15, 188
C. pubescens, 15, 124, 186–189
C. stipulata, 188
C. x heilborni, 15
Carludovica palmata, 14
Carthamus arborescens, 263
C. coerulescens, 263
Carya illinoensis, 270
Caryocar glabrum, 198
C. nuciferum, 198
C. villosum, 15, 199
Caryodendron orinocensis, 20, 198, 200
Casimiroa edulis, 17, 30, 42
Cassia leiandra, 16

Castilla elastica, 43
Celtis australis, 264
Ceratonia siliqua, 264
Chamaedorea tepejilote, 19, 42
Chenopodium, 9, 12
aff. buschianum, 12
C. album, 263
C. ambrosioides, 13
C. berlandieri, 44, 134
spp. nuttalliae, 19
C. bonus-henricus, 263
C. cellulata, 146
C. hircinum, 134
C. nuttalliae, 42
C. pallidicaule, 12, 124, 129–133, 134, 155
C. quinoa, 12, 124, 133–137, 137–143, 267
Chirantodendron pentadactylon, 266
Chrysobalanus icaco, 15
Chrysophyllum cainito, 18, 102, 266
Chrytium maritimum, 263
Cicer arietinum, 263, 273, 297–298
Cichorium intybus, 263
Cinchona, 21
Cirsium sp., 286
Cissus gongyloides, 19
Citrus medica, 264
Cleome, 21
Cnidoscopus chayamansa, 19, 42, 44
Coccoloba uvifera, 266, 268
Cochlearia officinalis, 263
Colocasia esculenta, 167, 253
Conyza bonariensis, 271
C. canadensis, 271
Copaifera multijuga, 199
Cosmos, 11, 43
Couepia bracteata, 15
C. longipendula, 15, 198
C. polyandra, 15, 42
C. subcordata, 15
Couma utilis, 14, 199
Crambe spp., 263
Crataegus azarolla, 264
Crataegus pubescens, 17
Crescentia alata, 30
C. cujete, 196
Crotalaria, 43
C. longirostrata, 19, 42
Cucumis sativus, 73, 179
Cucurbita, 8, 41, 266, 270
C. argyrosperma, 18, 41, 61–65, 63, 68, 69, 70
var. palmieri, 61
var. argyrosperma, 61
var. callicarpa, 61
var. stenosperma, 61
C. digitata, 65

- C. ficifolia*, 18, 30, 41, 61, 63, 69, 72–74
C. foetidissima, 65
C. fraterna, 66, 67, 68
C. lundelliana, 65
C. martinezii, 65
C. maxima, 10, 18, 61, 65
C. moschata, 18, 41, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 69–72, 73
C. palmieri, 61–65
C. pedatifolia, 65
C. pepo, 18, 41, 61, 62, 63, 65, 66–69, 73, 270
 ssp. *ovifera*, 67
 ssp. *pepo*, 67
 var. *clypeata* Alefeld, 66
 var. *cylindrica* Paris, 66
 var. *fastigata* Paris, 66
 var. *longa* Paris, 66
 var. *pepo* L.H. Bailey, 66
 var. *recticollis* Paris, 66
 var. *torticollia* Alefeld, 66
 var. *turbinata* Paris, 66
C. radicans, 65
C. sororia, 61–65
C. texana, 66, 67, 68
Cupressus sempervirens, 270
Cyclanthera
 C. explodens, 18
 C. pedata, 19
Cydonia oblonga, 264
*Cymbopetalum penduliferum*py, 43
Cynara scolymus, 251
Cyperus, 12
Cyphomandra betacea, 18, 124, 183–186
 C. cajanumensis, 185
 C. hartwegii, 184
Cyrtocarpa procera, 30

Dahlia, 11, 43
 D. excelsa, 31
Datura stramonium, 267
Dioscorea, 21, 43
 D. trifida, 20, 30
Diospyros digyna, 15, 31, 42, 266
 D. ebenaster, 15
 D. virginiana, 30
Dipterix odorata, 20
Dolichos lablab, 263
Dorstenia contraferva, 266
Duguetia, 83

Eclipta prostrata, 271
Elymus, 10, 12
Eruca sativa, 270, 303–307
 E. vesicaria, 263
Eryngium foetidum, 13
 E. maritimum, 263
Erythrina, 22
 E. edulis, 19, 124, 184
Erythroxylum
 E. coca, 13, 194
 E. novo-granatense, 13
Eugenia brasiliensis, 16
 E. cabelluda, 16
 E. floribunda, 16
 E. klotz, 16
 E. lutschnathiana, 16
 E. pyriformis, 16
 E. stipitata, 16, 196, 199, 228–231
 spp. *sororia*, 228
 spp. *stipitata*, 228
 E. uniflora, 16
Eupatorium ayapana, 12
Euphorbia, 21, 43
 E. nutans, 271
Euterpe, 217
 E. oleracea, 19, 198

Feijoa sellowiana, 16, 231–234
Fernaldia pandurata, 12, 43, 44
Ficus carica, 264
Foeniculum vulgare, 263
Fragaria chiloensis, 17, 31
 F. vesca, 269, 270
 F. x ananassa, 269, 270
Furcraea, 43
 F. andina, 13
 F. cabuya, 13
 F. foetida, 13
 F. gigantea, 13
 F. humboldtiana, 13
 F. macrophylla, 13
Fusaea, 83

Gaillardia, 21
Genipa americana, 17, 196
Gossypium, 8
 G. barbadense, 14
 G. herbaceum, 270
 G. hirsutum, 14, 42, 266, 268, 270
 G. hopei, 30
Grias neuberthi, 16
Guaiacum sanctum, 266
Gustavia superba, 16

Haematoxylon brasiletto, 266
Helianthus annuus, 20, 267, 270
 H. tuberosus, 9, 20, 30
Helicornia bihai, 30
Hevea brasiliensis, 43, 198
Hippeastrum, 11
Hylocereus ocamponis, 15

- H. undatus*, 15
Hymerocallis, 11
Hyoseris radicata, 263
- Ilex affinis*, 249
I. argentina, 249, 251
I. brevicuspis, 249
I. cognata, 249
I. dumosa
 var. *guaranina*, 249
I. guayusa, 245
I. paraguariensis, 13, 245–252
 var. *vestita*, 249
I. theezans, 249
I. verticillata, 251
- Indigofera*, 43
I. suffruticosa, 31
- Inga cinnamomea*, 16
I. densiflora, 16
I. edulis, 16, 206
I. fagifolia, 16
I. feuillei, 16
I. jinicuil, 16, 42
I. macrophylla, 16
I. paterno, 16, 42
I. ruiziana, 16
I. setifera, 16
- Ipecacuanha*, 21
- Ipomoea*, 21
I. batatas, 20, 194, 266
I. jalapa, 21
I. purga, 266
- Isatis tinctoria*, 264
- Ischnosiphon arouma*, 238
- Iva annua*, 9, 12
- Jatropha curcas*, 267
- Jessenia/Oenocarpus*, 198
- Juglans boliviana*, 18
J. honorei, 18
J. neotropica, 18, 184
J. nigra, 270
J. regia, 270
- Lablab purpureus*, 54
- Lagenaria*
L. siceraria, 9, 21, 52, 270
- Lathyrus cicera*, 263, 273–288, 298
 var. *foliolatus*, 278
 var. *palentinus*, 278
 var. *pedunculatus*, 278
L. sativus, 263, 273–288, 298
- Lawsonia inermis*, 264
- Lecythis pisonis*, 198
L. usitata, 16
- Lens culinaris*, 298–299
- L. esculenta*, 263
- Lepidium campestre*, 263, 309
L. latifolium, 307, 308
L. meyenii, 20, 31, 124, 163–166, 164
L. peruvianum, 164
L. ruderale, 309
L. sativum, 263, 307–310
 var. *crispum*, 309
 var. *latifolium*, 309
 var. *vulgare*, 309
- Lewisia*, 21
- Licania platypus*, 15, 42
L. sclerophylla, 20
- Liquidambar styraciflua*, 266
- Liriodendron tulipifera*, 268
- Lolium*, 286
- Lonchocarpus utilis*, 196
- Lophophora*, 22
- Lucuma obovata*, 124
- Lupinus albus*, 142
L. angustifolius, 142
L. luteus, 142
L. mutabilis, 19, 124, 137–143
- Lycopersicon*, 115, 183
L. esculentum, 19, 41, 266, 267
- Macoubea witotorum*, 14, 196
- Madia sativa*, 10, 20
- Magnolia grandiflora*, 268
- Malpighia glabra*, 16, 30
- Mammea americana*, 10, 15
- Manihot esculenta*, 19, 20, 193, 266
- Manilkara sapota*, 102
M. zapota, 18, 31, 42
- Maranta arundinacea*, 10, 30, 240
- Mauritia flexuosa*, 198
- Melicoccus bijugatus*, 17
- Melothria dulcis*, 15
- Mirabilis expansa*, 21, 124, 170–174
M. postrata, 172
- Monstera deliciosa*, 14, 30
- Myrciaria cauliflora*, 17, 227, 228
M. dubia, 17, 199, 230
M. sororia, 230
M. trunciflora, 227
- Myroxylon balsamum*, 266
- Myrtillocactus geometrizans*, 30
- Myrtus communis*, 264
M. ugni, 17
- Nasturtium officinale*, 263
- Neoglaziovia variegata*, 14
- Nicotiana glauca*, 271
N. rustica, 21, 266
N. tabacum, 21, 266
- Nierembergia*, 11

- Nopalea cochenillifera*, 266
- Olea europea*, 198, 270
- Opuntia*, 18, 30, 52, 266, 271
- O. amyclaea*, 15
 - O. ficus-indica*, 15
 - O. leucantha*, 42
 - O. megacantha*, 15
 - O. robusta*, 15
 - O. streptocantha*, 15
 - O. undulata*, 15
- Orbignya phalerata*, 198
- Oxalis latifolia*, 271
- O. tuberosa*, 21, 31, 124
 - O. tuberosa* Molina, 147–150
 - O. tuberosa* 155
- Pachyrrhizus*, 9, 167
- P. ahipa*, 20
 - P. erosus*, 20, 30, 42
 - P. tuberosus*, 20
- Paivaea lansdorfi*, 17
- Panicum miliaceum*, 263, 270
- P. sonorum*, 30
- Papaver* sp., 286
- Parmentiera aculeata*, 14
- P. edulis*, 42
- Paspalum paspaloides*, 271
- Passiflora edulis*, 17, 196
- P. ligularis*, 17, 31
 - P. maliformis*, 17
 - P. mollissima*, 124
 - P. mollissima*, 17
 - P. popenovii*, 17
 - P. quadrangularis*, 17
 - P. tripartita*, 17
- Pastinaca sativa*, 263
- Patinoa almirajo*, 14
- Paullinia cuneata*, 224, 225
- P. cupana*, 13, 196, 221–225
 - P. pinnata*, 222
 - P. sorbilis*, 222, 224
 - P. yoco*, 13, 224, 225
- Pennisetum*, 52
- P. glaucum*, 263, 270
- Pereskia aculeata*, 15
- Persea americana*, 16, 42, 267
- P. schiedeana*, 16, 42
- Petunia*, 11
- Phaseolus*, 8, 45–60, 263
- P. acutifolius*, 19, 31, 42, 45, 47, 49–52, 59
 - var. *acutifolius*, 50
 - var. *tenuifolius*, 50
 - P. augusti*, 48, 55
 - P. bolivianus*, 55
 - P. coccineus*, 19, 42, 46–49, 47, 56, 57, 58, 59, 289, 293
 - P. glabellus*, 48
 - P. lunatus*, 8, 19, 45, 52–56, 53, 59, 289, 293
 - P. pachyrrhizoides*, 55
 - P. parvifolius*, 50
 - P. polyanthus*, 19, 42, 45, 46, 48, 53, 56–59, 59
 - P. sensu stricto*, 45
 - P. vulgaris*, 8, 19, 42, 45, 48, 55, 56, 57, 58, 59, 124, 263, 266, 267, 268, 270, 289, 291, 293–294
- Phellopterus montanus*, 30
- Photinia arbutifolia*, 30
- Physalis*, 9
- P. alkekengi*, 115
 - P. chenopodifolia*, 115, 118, 119
 - P. peruviana*, 18, 115, 124
 - P. philadelphica*, 19, 42, 115–119, 117
- Phytolacca americana*, 271
- Pimenta dioica*, 12, 43
- P. officinalis*, 12
 - P. racemosa*, 20
- Pistacia vera*, 264
- Pisum sativum*, 263, 273, 299–300
- Plantago*, 264
- Platanus*, 270
- Platonia insignis*, 15, 30
- Pleurotoechus*, 224
- Poligonum*, 286
- Polymnia sonchifolia*, 20, 124, 174–177
- Populus*, 270
- Poraqueiba cecropiaefolia*, 196
- P. paraensis*, 16
 - P. sericea*, 196
 - P. sericia*, 199
- Porcelia*, 83
- Porophyllum ruderale*, 12
- Portulaca afra*, 313
- P. lutea*, 313
 - P. napiformis*, 313
 - P. oleracea*, 263, 310–314
 - granulato-stellulata*, 313
 - nitida*, 313
 - oleracea*, 313
 - papillato-stellulata*, 313
 - stellata*, 313
 - var. *ophemera*, 313
 - var. *sativa*, 313
 - P. pilosa*, 313
 - P. quadrifida*, 313
 - P. retusa*, 313
 - P. tuberosa*, 313
- Pourouma cecropiaefolia*, 17
- Pouteria arguacoensium*, 18
- P. caimito*, 18, 102, 196

- P. campechiana*, 18, 30, 102
P. fossicola, 104
P. hypoglauca, 18, 43, 102
P. macrocarpa, 18
P. macrophylla, 18
P. obovata, 18, 102
P. pairiry, 18
P. sapota, 18, 31, 101–107, 103
P. ucuqui, 18
P. viridis, 43, 104
Proboscidea parviflora, 9, 12
Prosopis, 52
Protium copal, 267
Prunus capuli, 43
P. serotina
 subsp. *capuli*, 17
Psidium acutangulum, 17
P. cattleianum, 17, 271
P. friedrichsthalianum, 17, 43
P. guajava, 17, 267
P. sartorianum, 17
Psylocibe, 22

Quararibea cordata, 14, 196, 199
 Q. funebris, 12, 43

Raphanus sativus, 306
Rapistrum rugosum, 263
Reichardia picrioides, 263
Reseda lutea, 264
Rheedia macrophylla, 15
 R. madruno, 15
Rhus coriaria, 264
Ribes grossularia, 30
Robinia pseudoacacia, 268
Rollinia, 83
 R. jimenezi, 14
 R. mucosa, 14, 89, 196
 R. rensoniana, 14
Rubus glaucus, 17
Rumex acetosa, 263

Salpiglossis, 11
Salsola, 263
Salvia, 21
 S. hispanica, 20
Sapindus saponaria, 267
Sassafras albidum, 267
Schinus molle, 266
Scolymus grandiflorus, 327
 S. hispanicus, 263, 327, 328–332
 S. maculatus, 263, 326–328
Scorzonera albicans, 325
 S. angustifolia, 324
 S. aristata, 324
 S. baetica, 325

S. brevicaulis, 324
S. crispatula, 324
S. fistulosa, 325
S. hirsuta, 324
S. hispanica, 263, 323–326
 var. *crispatula*, 324
 var. *pinnatifida*, 325
S. humilis, 325
S. laciniata, 324
S. mollis, 324
S. parviflora, 324
S. reverchonii, 325
S. transtagana, 324
S. undulata, 324
Sechium, 41
 S. compositum, 77, 80, 81
 S. edule, 19, 41, 42, 77–82, 79
 S. hintonii, 77, 80
 S. tacaco, 19, 41
Setaria italica, 263, 270
Sicana odorifera, 19
Silene inflata, 263
Silybum marianum, 263
Simmondsia, 52
Simphytum officinale, 263
Smilax, 21, 267
Smyrnium olusatrum, 263, 319–322
 secalinum, 322
 var. *dulce*, 322
 S. perfoliatum, 321
Solanum, 19
 S. acaule, 156
 S. americanum, 19, 42, 43
 S. caripense, 182
 S. curtilobum, 124
 S. indigenum, 124
 S. juzepczukii, 124
 S. muricatum, 18, 124, 179–183, 182
 S. phureja, 31
 S. quitoense, 18, 124
 S. sessiliflorum, 18, 196
 S. tabanoense, 182
 S. trachycarpum, 182
 S. tuberosum, 21, 123, 266
 S. wendlandi, 42, 44
 S. x curtilobum, 152–157
 S. x juzepczukii, 152–160
Sorbus domestica, 264
Sorghum, 264, 270
Spilanthes acmella
 var. *oleracea*, 12
 S. oleracea, 12
Spondias dulcis, 112
 S. lutea, 14, 110, 112
 S. mombin, 14, 31
 S. purpurea, 14, 43, 109–113, 111

- S. tuberosa*, 14, 110, 112
Stevia ribaudiana, 21
Syzygium jambos, 271
- Tagetes*, 11, 43, 266
T. graveolens, 12
T. mandoni, 12
Talinum triangulare, 19
Talisia, 40
T. esculenta, 17
T. floresii, 17
T. olivaeformis, 17
Taraxacum officinale, 263
Theobroma angustifolium, 13
T. bicolor, 15, 196, 204
T. cacao, 13, 42, 196, 198, 204, 266
T. canumanense, 204
T. grandiflorum, 15, 199, 203–207
T. obovatum, 204, 206
T. subincanum, 204
Thuja occidentalis, 267
Tigridia pavonia, 20, 267
Tragopogon porrifolius, 263
Trichocerus, 22
Trigidia, 43
Trigonella foenum-graecum, 263, 273–288
Triticum dicoccum, 264
T. spelta, 263
Tropaeolum edule, 151
T. majus, 266
T. patagonicum, 151
T. polyphyllum, 151
T. tuberosum, 21, 31, 124, 150–152
- Ullucus tuberosus*, 20, 31, 124, 155, 157–161
- Vanilla planifolia*, 12, 43
Verbena, 21
Vicia ervilia, 263, 273–288, 298
V. faba, 263, 273, 280, 294–296
 var. *serratifolia*, 280
V. monanthos, 263, 273–288, 298
V. narbonensis, 263
Vigna sinensis, 263, 270
V. unguiculata, 289, 291–293
Vincetoxycum salvini, 18
Virola, 22
- Xanthium spinosum*, 271
Xanthosoma atrovirens, 254
X. brasiliensis, 18
X. caracu, 254
X. jacquinii, 256
X. nigrum, 254
X. sagittifolium, 20, 30, 167, 194, 198, 253–258
X. violaceum, 254
Yucca elephantipes, 18
Zea mays, 12, 266, 270
Zephyranthes, 11, 43
Zinnia, 11, 43
Ziziphus joazeiro, 17
Z. lotus, 264



**WHERE TO PURCHASE FAO PUBLICATIONS LOCALLY
POINTS DE VENTE DES PUBLICATIONS DE LA FAO
PUNTOS DE VENTA DE PUBLICACIONES DE LA FAO**

• **ANGOLA**

Empresa Nacional do Disco e de Publicações, ENDIPU-U.E.E.
Rua Cirilo da Conceição Silva, No. 7
C.P. No. 1314-C
Luanda

• **ARGENTINA**

Librería Argentina Agropecuaria
Avda. Santa Fe, 690
1059 Capital Federal

• **AUSTRALIA**

Hunter Publications
58A Gipps Street
Collingwood, Vic. 3066

• **AUSTRIA**

Gerold Buch & Co.
Graben 31
1011 Vienna

• **BAHRAIN**

United Schools International
P.O. Box 726
Manama

• **BANGLADESH**

Association of Development Agencies in Bangladesh
House No. 1/3, Block F, Lalmatia
Dhaka 1207

• **BELGIQUE**

M.J. De Lannoy
202, avenue du Roi
1060 Bruxelles
CCP 000-0808993-13

• **BOLIVIA**

Los Amigos del Libro
Perú 3712, Casilla 450, Cochabamba
Mercado 1315, La Paz

• **BOTSWANA**

Botsalo Books (Pty) Ltd
P.O. Box 1532
Gaborone

• **BRAZIL**

Fundação Getúlio Vargas
Praia do Botafogo 190, C.P. 9052
Rio de Janeiro

CANADA (See North America)

• **CHILE**

Librería - Oficina Regional FAO
Avda. Santa María 6700
Casilla 10095, Santiago
Tel. 228-80-56

DILIBROS - Importadora y Distribuidora de Libros

J.J. Pérez, N° 3654 - Villa del Mar
Coquimbo - Tel. (051)314 487

• **CHINA**

China National Publications Import & Export Corporation
P.O. Box 88
Beijing

• **COLOMBIA**

Banco Ganadero,
Revista Carta Ganadera
Carrera 9ª N° 72-21, Piso 5
Bogotá D.E.
Tel. 217 0100

• **CONGO**

Office national des librairies populaires
B.P. 577
Brazzaville

• **COSTA RICA**

Librería, Imprenta y Litografía Lehmann S.A.
Apartado 10011
San José

• **CUBA**

Ediciones Cubanas, Empresa de Comercio Exterior de Publicaciones
Obispo 461, Apartado 605
La Habana

• **CYPRUS**

MAM
P.O. Box 1722
Nicosia

• **CZECHOSLOVAKIA**

Artia
Ve Smeckach 30, P.O. Box 790
11127 Prague 1

• **DENMARK**

Munksgaard, Book and Subscription Service
P.O. Box 2148
DK 1016 Copenhagen K.
Tel. 4533128570
Fax 4533129387

• **ECUADOR**

Libri Mundi, Librería Internacional
Juan León Mera 851,
Apartado Postal 3029
Quito

• **EL SALVADOR**

Librería Cultural Salvadoreña S.A. de C.V.
7ª Avenida Norte 121,
Apartado Postal 2296
San Salvador

• **ESPAÑA**

Mundi Prensa Libros S.A.
Castelló 37
28001 Madrid
Tel. 431 3399
Fax 575 3998
Librería Agrícola
Fernando VI 2
28004 Madrid
Librería Internacional AEDOS
Consejo de Ciento 391
08009 Barcelona
Tel. 301 8615
Fax 317 0141
Llibreria de la Generalitat de Catalunya
Rambla dels Estudis, 118
(Palau Moja)
08002 Barcelona
Tel. (93) 302 6462
Fax (93) 302 1299

• **FINLAND**

Akateeminen Kirjakauppa
P.O. Box 218
SF-00381 Helsinki

• **FRANCE**

La Maison Rustique
Flammarion 4
26, rue Jacob
75006 Paris
Librairie de l'UNESCO
7, place de Fontenoy
75700 Paris
Editions A. Pedone
13, rue Soufflot
75005 Paris

• **GERMANY**

Alexander Horn Internationale
Buchhandlung
Kirchgasse 22, Postfach 3340
6200 Wiesbaden
Uno Verlag
Poppelsdorfer Allee 55
D-5300 Bonn 1
S. Toeche-Mittler GmbH
Versandbuchhandlung
Hindenburgstrasse 33
6100 Darmstadt

• **GREECE**

G.C. Eleftheroudakis S.A.
4 Nikis Street
105 C3 Athens
John Mihalopoulos & Son S.A.
75 Hermou Street, P.O. Box 10073
54110 Thessaloniki

• **GUYANA**

Guyana National Trading Corporation Ltd
45-47 Water Street, P.O. Box 308
Georgetown

• **HAÏTI**

Librairie "A la Caravelle"
26, rue Bonne Foi, B.P. 111
Port-au-Prince

• **HONDURAS**

Escuela Agrícola Panamericana, Librería RTAC
Zamorano, Apartado 93
Tegucigalpa
Oficina de la Escuela Agrícola Panamericana en Tegucigalpa
Bld. Morazán, Apts. Glapson - Apartado 93
Tegucigalpa

• **HONG KONG**

Swindon Book Co.
13-15 Lock Road
Kowloon

• **HUNGARY**

Kultura
P.O. Box 149
H-1389 Budapest 62

• **ICELAND**

Snaebjörn Jónsson and Co. h.f.
Hafnarstraeti 9, P.O. Box 1131
101 Reykjavik

• **INDIA**

Oxford Book and Stationery Co.
Scindia House, New Delhi 110 001;
17 Park Street, Calcutta 700 016
Oxford Subscription Agency, Institute for Development Education
1 Anasuya Ave., Kilpauk
Madras 600 010

• **IRELAND**

Publications Section, Stationery Office
Bishop Street
Dublin 8

• **ITALY**

FAO (See last column)
Libreria Scientifica Dott. Lucio de Biasio
"Aeiou"

Via Meravigli 16

20123 Milano

Libreria Concessionaria Sansoni S.p.A.
"Licosa"

Via B. Fortini 120, C.P. 552

50125 Firenze

Libreria Internazionale Rizzoli

Galleria Colonna, Largo Chigi

00187 Roma

• **JAPAN**

Maruzen Company Ltd
P.O. Box 5050
Tokyo International 100-31

• **KENYA**

Text Book Centre Ltd
Kijabe Street, P.O. Box 47540
Nairobi

• **KOREA, REP. OF**

Eulyoo Publishing Co. Ltd
46-1 Susong-Dong, Jongro-Gu
P.O. Box 362, Kwangwha-Mun
Seoul 110

• **KUWAIT**

The Kuwait Bookshops Co. Ltd
P.O. Box 2942
Safat

• **LUXEMBOURG**

M.J. De Lannoy
202, avenue du Roi
1060 Bruxelles (Belgique)



**WHERE TO PURCHASE FAO PUBLICATIONS LOCALLY
POINTS DE VENTE DES PUBLICATIONS DE LA FAO
PUNTOS DE VENTA DE PUBLICACIONES DE LA FAO**

• **MAROC**

Librairie "Aux Belles Images"
281, avenue Mohammed V
Rabat

• **MEXICO**

Librería, Universidad Autónoma de
Chapingo
56230 Chapingo

• **NETHERLANDS**

Keesing Uitgeversmaatschappij B.V.
Hogelweg 13, 1101 CA Amsterdam
Postbus 1118, 1000 BC Amsterdam

• **NEW ZEALAND**

Government Printing Office Bookshops
25 Rutland Street
Mail orders: 85 Beach Road,
Private Bag, CPO, Auckland;
Ward Street, Hamilton;
Mulgrave Street (Head Office)
Cubacade World Trade Centre
Wellington;
159 Hereford Street, Christchurch;
Princes Street, Dunedin

• **NICARAGUA**

Librería Universitaria, Universidad
Centroamericana
Apartado 69
Managua

• **NIGERIA**

University Bookshop (Nigeria) Ltd
University of Ibadan
Ibadan

• **NORTH AMERICA**

Publications:

UNIPUB

4611/F, Assembly Drive
Lanham, MD 20706-4391, USA
Toll-free 800 233-0504 (Canada)
800 274-4888 (USA)
Fax 301-459-0056

Periodicals:

Ebsco subscription services

P.O. Box 1431
Birmingham AL 35201-1431, USA
Tel. (205) 991-6600
Telex 78-2661
Fax (205) 991-1449
The Faxon Company Inc.
15 Southwest Park
Westwood MA 02090, USA
Tel. 6117-329-3350
Telex 95-1980;
Cable F W Faxon Wood

• **NORWAY**

Johan Grundt Tanum Bokhandel
Karl Johansgate 41-43
P.O. Box 1177, Sentrum
Oslo 1
Narvesen Info Center
Bertrand Narvesens vei 2
P.O. Box 6125, Etterstad
0602 Oslo 6

• **PAKISTAN**

Mirza Book Agency
65 Shahr-e-Quaid-e-Azam
P.O. Box 729
Lahore 3
Sasi Book Store
Zaibunnisa Street
Karachi

• **PARAGUAY**

Mayer's Internacional -
Publicaciones Técnicas
Gral. Diaz, 629 c/15 de Agosto
Casilla de Correo N° 1416
Asunción - Tel. 448 246

• **PERU**

Librería Distribuidora "Santa Rosa"
Jirón Apurimac 375, Casilla 4937
Lima 1

• **PHILIPPINES**

International Book Center
5th Flr. Ayala Life Building
Ayala Avenue, Makati
Metro Manila

• **POLAND**

Ars Polona
Krakowskie Przedmiescie 7
00-950 Warsaw

• **PORTUGAL**

Livraria Portugal,
Dias e Andrade Ltda.
Rua do Carmo 70-74, Apartado 2681
1117 Lisboa Codex

• **REPUBLICA DOMINICANA**

Editora Taller, C. por A.
Isabel la Católica 309
Santo Domingo D.N.

• **ROMANIA**

Illexim
Calea Grivitei No 64066
Bucharest

• **SAUDI ARABIA**

The Modern Commercial University
Bookshop
P.O. Box 394
Riyadh

• **SINGAPORE**

Select Books Pte Ltd
03-15 Tanglin Shopping Centre
19 Tanglin Road
Singapore 1024

• **SOMALIA**

"Samater's"
P.O. Box 936
Mogadishu

• **SRI LANKA**

M.D. Gunasena & Co. Ltd
217 Olcott Mawatha, P.O. Box 246
Colombo 11

• **SUISSE**

Librairie Payot S.A.
107 Freiestrasse, 4000 Basel 10
6, rue Grenus, 1200 Genève
Case Postale 3212, 1002 Lausanne
Buchhandlung und Antiquariat Heinemann
& Co.
Kirchgasse 17
8001 Zurich
UN Bookshop
Palais des Nations
CH-1211 Genève 1

• **SURINAME**

Vaco n.v. in Suriname
Domineestraat 26, P.O. Box 1841
Paramaribo

• **SWEDEN**

Books and documents:
C.E. Fritzes Kungl. Hovbokhandel
Regeringsgatan 12, P.O. Box 16356
103 27 Stockholm
Subscriptions:
Vennergren-Williams AB
P.O. Box 30004
104 25 Stockholm

• **THAILAND**

Suksapan Panit
Mansion 9, Rajadamnern Avenue
Bangkok

• **TOGO**

Librairie du Bon Pasteur
B.P. 1164
Lomé

• **TUNISIE**

Société tunisienne de diffusion
5, avenue de Carthage
Tunis

• **TURKEY**

Kultur Yayiniari is - Turk Ltd Sti.
Ataturk Bulvari No. 191, Kat. 21
Ankara
Bookshops in Istanbul and Izmir

• **UNITED KINGDOM**

HMSO Publications Centre
P.O. Box 276
London SW8 5DT
Tel. (071) 873 9090 (orders)
(071) 873 0011 (inquiries)
Fax (071) 873 8463
HMSO Bookshops:
49 High Holborn, London WC1V 6HB
Tel. (071) 873 0011
258 Broad Street, Birmingham
B1 2HE
Tel. (021) 643 3740
Southey House, 33 Wine Street
Bristol BS1 2BQ
Tel. (0272) 264306
9-21 Princess Street,
Manchester M60 8AS
Tel. (061) 834 7201
80 Chichester Street, Belfast
BT1 4JY
Tel. (0232) 238451
71 Lothian Road, Edinburgh
EH3 9AZ
Tel. (031) 228 4181

• **URUGUAY**

Librería Agropecuaria S.R.L.
Alzaibar 1328, Casilla Correo 1755
Montevideo

• **USA (See North America)**

• **VENEZUELA**

Tecni-Ciencia Libros S.A.
Torre Phelps-Mezzanina, Plaza Venezuela
Caracas
Tel. 782 8697-781 9945-781 9954
Tamanaco Libros Técnicos S.R.L.
Centro Comercial Ciudad Tamanaco, Nivel C-2
Caracas
Tel. 261 3344-261 3335-959 0016
Tecni-Ciencia Libros, S.A.
Centro Comercial, Shopping Center
Av. Andrés Bloy, Urb. El Prebo
Valencia, Edo. Carabobo
Tel. 222 724
FUDECO, Librería
Avenida Libertador-Este, Ed. Fudeco,
Apartado 523
Barquisimeto C.P. 3002, Ed. Lara
Tel. (051) 538 022
Fax (051) 544 394
Télex (051) 513 14 FUDEC VC

• **YUGOSLAVIA**

Jugoslovenska Knjiga, Trg.
Republike 5/8, P.O. Box 36
11001 Belgrade
Cankarjeva Zalozba
P.O. Box 201-IV
61001 Ljubljana
Prosveta
Terazije 16/1
Belgrade

• **Other countries**

Autres pays

Otros paises

Distribution and Sales Section, FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Rome, Italy
Tel. (39-6) 57974608
Telex 625852/625853/610181 FAO I
Fax (39-6) 57973152
5782610
5745090

de los recursos fitogenéticos de América y de los procesos que determinaron la marginación de ciertos cultivos; y cuatro secciones que corresponden a las regiones donde se cultivan o cultivaban las especies agrícolas marginadas: Mesoamérica, región andina, Amazonia y el Caribe, y Península Ibérica.

La inclusión de esta última sección obedece a la intención de estudiar posibles reciprocidades en el intercambio, iniciado a partir de 1492, de floras y culturas entre ambas orillas del Atlántico.

La obra, además de resultar así sugestiva y útil para el rescate y mejora de los cultivos tratados, ofrece perspectivas muy diferentes de las convencionalmente establecidas para examinar las repercusiones del descubrimiento de América.

Ilustración de la cubierta:

Bernardino de Sahagún, *Códice florentino*
(Libro XI, f286r), Biblioteca Medicea-Laurenziana, Florencia

Ilustraciones del texto: J. Castaño

Editor lingüístico: T. Gumprecht



ISBN 92-5-303217-0 ISSN 1014-3041



9 789253 032174

P-15 T0646S/1/8.92/3000