

## La papa y la biotecnología



**La conservación *in vitro*, los marcadores moleculares y las técnicas de recombinación del ADN están creando nuevas oportunidades en la producción y elaboración de la papa**



### Puntos clave

La industria de la papa ha aprovechado los más importantes descubrimientos recientes sobre la genética, la fisiología y la patología de la planta.

La micropropagación está ayudando a los países en desarrollo a producir tubérculos "semilla" económicos y libres de enfermedades, e incrementar la productividad.

Los marcadores moleculares ayudan a encontrar las características convenientes que hay en las colecciones de papas, lo que contribuye al mejoramiento de las variedades.

La determinación de la secuencia del genoma completo de la papa, que está en elaboración, aumentará considerablemente el conocimiento y la posibilidad de entender las interacciones genéticas y las características funcionales.

Las variedades modificadas genéticamente pueden producir cosechas más estables, ofrecer una mayor calidad nutricional y facilitar los usos no alimentarios industriales, pero es necesario evaluarlas con cuidado antes de su comercialización.

Los nuevos instrumentos de la biología molecular y los cultivos de células han permitido a los científicos entender mejor la reproducción, el desarrollo y la producción de tubérculos en la papa, la interacción de esta planta con las plagas y las enfermedades, y la forma en que afrontan las presiones ambientales. Estos adelantos han ofrecido a la industria de la papa nuevas oportunidades al incrementar la producción de papa, enriquecer su valor nutritivo y permitir una variedad de usos no alimentarios del almidón de la papa, como en la producción de polímeros de plástico.

### Producción de material de propagación de gran calidad

A diferencia de otros de los principales cultivos, las papas se reproducen en forma vegetativa, como clones, lo que garantiza una propagación estable, "auténtica". Sin embargo, los tubérculos que se toman de plantas enfermas transmiten la enfermedad a las plantas que generan. Para evitarlo, el tubérculo que se usa como semilla tiene que producirse en condiciones de estricto control de las enfermedades, lo que encarece el costo del material de propagación y, de esta manera, limita su disponibilidad para los agricultores de los países en desarrollo.

La micropropagación o propagación *in vitro* ofrece una solución económica al problema de la presencia de patógenos en la papa semilla. Las plántulas se pueden multiplicar un número ilimitado de veces cortándolas en fracciones y sembrando estos cortes. Con las plántulas se pueden producir pequeños tubérculos en almácigos o transplantarse al terreno, donde crecen y producen papas semilla económicas y sin enfermedades. Esta técnica es muy

popular y se utiliza comercialmente en muchos países en desarrollo y países en transición.\* En Viet Nam, por ejemplo, la micropropagación manejada directamente por los agricultores contribuyó a la duplicación de las cosechas en pocos años.

### Protección e investigación de la diversidad de la papa

La papa tiene la diversidad genética más abundante de cualquier otra planta cultivada. Los recursos genéticos de las papas de los Andes sudamericanos incluyen variedades silvestres, especies autóctonas cultivadas, variedades producidas por los agricultores locales e híbridos de plantas cultivadas y plantas silvestres. Contienen una gran cantidad de características importantes, como la resistencia a plagas y enfermedades, valor nutritivo, gusto y adaptación a condiciones climáticas extremas. Constantemente se recogen, clasifican y conservan en bancos de genes, y algunas de sus características se introducen en líneas comerciales de papas mediante cruzamiento.

Para proteger las colecciones de variedades, así como las variedades silvestres y las cultivadas de posibles enfermedades y brotes de plagas, los científicos utilizan distintas técnicas de micropropagación para mantener muestras de papa *in vitro*, en condiciones estériles. Las accesiones se estudian intensivamente con marcadores moleculares, las secuencias del ADN que se localizan en lugares específicos de los cromosomas del genoma y se transmiten a través de las leyes normales de la herencia.

### Obtención de variedades mejoradas

La genética y la herencia en las papas son complejas y la creación de variedades mejoradas mediante el



\* Fuente: Base de datos FAO-BioDeC de biotecnología en los países en desarrollo, [http://www.fao.org/biotech/inventory\\_admin/dep/default.asp](http://www.fao.org/biotech/inventory_admin/dep/default.asp)

cruzamiento tradicional es difícil y toma mucho tiempo. Hoy se utilizan mucho las técnicas de marcado molecular basadas en el cribado y otras técnicas moleculares, con el fin de mejorar y ampliar los métodos tradicionales utilizados para producir la papa. La aplicación de marcadores moleculares a las características de interés permite determinar los rasgos convenientes y simplificar la selección de variedades mejoradas. Estas técnicas se aplican actualmente en diversos países en desarrollo y países en transición, y se prevé que en los próximos años se comenzarán a comercializar algunas de estas variedades.

El Potato Genome Sequencing Consortium (Consortio para la secuencia del genoma de la papa) está avanzando mucho en el trazado de la secuencia completa del ADN del genoma de la papa, lo que enriquecerá el conocimiento de los genes y proteínas de esta planta y de sus características funcionales. Los adelantos técnicos en materia de genómica estructural y funcional de la papa, y la capacidad de integrar los genes de interés en el genoma de la papa, han incrementado la posibilidad de transformación genética de esta planta con tecnologías de recombinación del ADN. A principios del decenio de 1990, en el Canadá y los Estados Unidos se comercializaron variedades transgénicas resistentes

## Glosario

**cultivo celular:** crecimiento *in vitro* de células aisladas de organismos multicelulares

**genómica funcional:** investigación que trata de determinar patrones de expresión e interacciones génicas en el genoma

**genoma:** dotación completa de material genético (genes y secuencias no codificantes) que contiene cada célula del organismo

**secuenciación genómica:** procedimiento para determinar la disposición exacta de los elementos que constituyen el ADN de un organismo

**modificado genéticamente:** transformado por la inserción de uno o más transgenes

**in vitro:** en un medio artificial (se aplica, por ejemplo, a células, tejidos u órganos cultivados en contenedores de cristal o plástico)

**micropropagación:** multiplicación miniaturizada *in vitro* o regeneración del material vegetal bajo condiciones ambientales controladas y asépticas

**biología molecular:** estudio molecular de los procesos que tienen lugar en los seres vivos

**marcador molecular:** marcador genético que se utiliza en la tecnología de los ácidos nucleicos

**característica:** una de las muchas propiedades que definen a un organismo

**transgén:** secuencia génica aislada que se utiliza para transformar un organismo. A menudo, pero no siempre, el transgén proviene de una especie distinta a la del receptor.

al escarabajo de la papa y a enfermedades virales, y seguramente saldrán a la venta en el futuro otras variedades mejoradas.

todos los aspectos relacionados con la bioseguridad y la inocuidad antes de ponerlas en el mercado.

Las variedades transgénicas de papa permiten aumentar la productividad y la producción, y crear nuevas oportunidades para uso no alimentario industrial. Sin embargo, es necesario ponderar con atención

## Sobre el AIP 2008

El Año Internacional de la Papa que se celebra en 2008, tiene como finalidad crear conciencia mundial de la primordial función de la papa en la agricultura, la economía y la seguridad alimentaria mundial.

[www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

### Créditos:

Información proporcionada por la División de Investigación y Extensión y la División de Producción y Protección Vegetal, de la FAO.



TESORO  
ENTERRADO



[www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

## Contacto:

Secretaría del Año Internacional  
de la Papa

Organización de las Naciones Unidas  
para la Agricultura y la Alimentación

Despacho C-776

Viale delle Terme di Caracalla

00153 Roma, Italia

tel. + (39) 06-5705-5859, 06-5705-4233

Correo electrónico: [potato2008@fao.org](mailto:potato2008@fao.org)



Existe una tecnología sencilla y económica que puede ayudar a los agricultores de los países en desarrollo a obtener tubérculos semilla sanos para la producción sostenible de papa

#### Aspectos principales

Las enfermedades de la papa pueden reducir enormemente la productividad y la calidad del tubérculo.

La obtención de tubérculos semilla libres de enfermedades mediante cultivo tisular *in vitro* de plántulas es una tecnología costosa que además requiere personal muy preparado.

Una opción económica es usar esquejes –un sólo nudo, brote de hoja u otro tipo de corte muy pequeño de la planta– para propagar las plántulas fuera del laboratorio.

Los cortes echan raíces fácilmente y producen plántulas con la misma eficacia que la propagación *in vitro*; cada corte puede dar hasta 100 000 tubérculos en seis meses.

#### Cultivo tisular y micropropagación

En el decenio de 1950 se crearon métodos elementales de cultivo tisular y desde fines del siguiente decenio se utiliza comercialmente la micropropagación para multiplicar las existencias de materiales de siembra.

Se estima que todos los años se obtienen por cultivo tisular cientos de millones de plantas de decenas de miles de variedades.

Las plantas comúnmente multiplicadas mediante este sistema son: flores, fresas, arbustos ornamentales y árboles para actividades forestales.

Las papas son susceptibles a una serie de enfermedades que reducen la productividad y la calidad de los tubérculos. Además, los patógenos se acumulan durante la clonación sucesiva del tubérculo y en el suelo donde se cultivan. Por eso la producción sostenible de papa depende de la renovación constante del material de siembra libre de enfermedades.

Una innovación importante para la industria de la papa en los países desarrollados fue la adopción generalizada, en el decenio de 1970, del cultivo tisular –o micropropagación– como sistema para multiplicar plantas libres de enfermedades, que se pueden usar para producir tubérculos semilla sanos para los agricultores. Primero se eliminan los virus y otros patógenos cultivando plantas de papa en un ambiente controlado a temperatura elevada. Después se colocan los brotes libres de enfermedades en un medio nutritivo estándar en recipientes de vidrio (*in vitro*) en un entorno por completo aséptico de laboratorio. Los brotes se convierten en plántulas que se pasan a un invernadero o a una parcela protegida contra las plagas de insectos, donde se desarrollan a una velocidad normal y producen pequeños tubérculos.

Una vez cosechados, estos pequeños tubérculos se deben almacenar en frío. Después de unos 45 días, y por un período de hasta siete meses desde la cosecha, se pueden trasladar a lugares más cálidos para inducir la producción de brotes. Una vez sembrados, producirán tubérculos de tamaño normal, libres de enfermedades, y estarán listos para distribuirse a los agricultores. (Durante su crecimiento, es necesario proteger las plantas contra las plagas de insectos para evitar que contraigan de nuevo las enfermedades.)

#### Una opción económica: esquejes pequeños

El sistema descrito ofrece tubérculos sanos, pero la micropropagación de las plántulas es costosa y requiere de tecnología avanzada y personal capacitado. En muchos países en desarrollo más necesitan sistemas de propagación más sencillos y menos costosos. La FAO está promoviendo



La reproducción *in vivo* (derecha) produce plántulas de papa libres de enfermedades a la misma velocidad que la propagación *in vitro* (izquierda), a una fracción del costo. Imagen: T. Haapala

una opción prometedora y económica: el uso de cortes muy pequeños, por ejemplo, de un solo nudo, brote de hoja u otro tipo de corte de la planta, de aproximadamente 1,5 cm, que se pueden cultivar para producir plántulas en escala comercial.

El material inicial debe ser unas cuantas plántulas obtenidas por micropropagación y libres de enfermedades que, en regiones como el África subsahariana muchas veces se importan de países desarrollados. Sin embargo, no se multiplican *in vitro* sino *in vivo* (es decir, en condiciones naturales sin la asepsia propia del laboratorio). Los cortes se propagan en una sala de cultivo o en un vivero con sombra, en una mezcla de turba y arena (o en otro medio propicio para el desarrollo de las raíces), en bandejas de plástico colocadas sobre bases de metal.

La técnica de los esquejes aprovecha el sistema de etiolado, es decir, dejar crecer las plántulas con poca luz. Las plantas etioladas conservan sus características

juveniles, producen nuevos brotes para hacer otros cortes que echan raíces fácilmente. Además, las plantas se mantienen pequeñas, lo que permite producir muchas en un espacio limitado, cada bandeja puede contener hasta 500 cortes por metro cuadrado. Los cortes producen nuevas plántulas en tres semanas, que ofrecen la posibilidad de obtener nuevos cortes. En seis meses, un único corte puede producir hasta 100 000 plántulas.

Una vez obtenida la cantidad necesaria de material de siembra, las plántulas se pueden pasar a un entorno donde no haya plagas de insectos (como un invernadero o un terreno al aire libre, con sombra). Si se siembran en un suelo profundo, en una semana las plántulas echan fácilmente raíces, crecen hasta formar plantas de papa por completo normales y producen tubérculos pequeños.

Esta técnica produce plántulas con la misma velocidad que la propagación *in vitro*, a una fracción del costo. Sin embargo, es esencial que el material de siembra libre de enfermedades se mantenga *in vitro* y que se observen todas las medidas fitosanitarias normales durante el procedimiento de propagación.

## Importancia de la coordinación



Plántulas de papa en un invernadero casi listas para sembrarse en el exterior. Imagen: CIP

La técnica de los cortes es adecuada para los países en desarrollo que necesitan disponer de medios más sencillos y menos costosos para propagar los tubérculos semilla. Sin embargo, la producción de material de siembra inicial de buena calidad es sólo uno de los elementos del procedimiento de producción de tubérculos semilla de papa. Los planes de suministro de semillas pueden frustrarse si la propagación a partir de cortes y el almacenamiento de los tubérculos pequeños no se coordina eficazmente con los calendarios agrícolas de los productores. Sin una planificación y ejecución correctas de las fases de producción y almacenamiento se corre el riesgo de perder los beneficios de la micropropagación.

### Sobre el AIP 2008

El Año Internacional de la Papa que se celebra en 2008, tiene como finalidad crear conciencia mundial de la primordial función de la papa en la agricultura, la economía y la seguridad alimentaria mundial.

[www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

#### Créditos:

Información proporcionada por la División de Producción y Protección Vegetal de la FAO, en colaboración con el Centro Internacional de la Papa.



### Contacto:

Secretaría del Año Internacional de la Papa  
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación  
Despacho C-776  
Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Roma, Italia  
Tel. + (39) 06-5705-5859, 06-5705-4233  
Correo electrónico: [potato2008@fao.org](mailto:potato2008@fao.org)



**La agricultura afronta un doble desafío: producir suficientes alimentos para una población cada vez más numerosa y a la vez reducir su consumo de agua. La papa puede contribuir...**

### Aspectos importantes

La agricultura debe incrementar considerablemente su volumen de producción por unidad del agua que utiliza.

La papa produce más alimento por unidad de agua que cualquier otro de los cultivos principales.

Con la misma cantidad de agua la papa produce más energía alimentaria que el arroz, el trigo y el maíz.

La planificación del momento y la profundidad de las aplicaciones de agua de acuerdo a las etapas específicas del ciclo de crecimiento de la papa puede contribuir a reducir el uso de agua.



Para reducir la necesidad de agua de la papa los científicos están creando variedades resistentes a la sequía con sistemas radiculares más largos. Diseño: CIP.

En el siglo XX la explotación del agua dulce duplicó con creces la tasa del crecimiento demográfico. Actualmente se extraen alrededor de 3 830 km<sup>3</sup> (o 3 830 billones de litros) de agua para consumo humano, de lo cual el sector agrícola se lleva la parte del león: un 70 por ciento.

Pero la sed de la agricultura no es sostenible a largo plazo. Ante la intensa competencia de los usuarios urbanos e industriales, y la realidad cada vez más evidente de que el consumo humano de agua está poniendo en peligro la eficacia de los ecosistemas de la Tierra, el sector debe incrementar considerablemente el volumen de producción por unidad de agua utilizada.

### Productividad nutricional

La papa destaca por su uso productivo del agua, ya que ofrece más alimento por unidad de agua que cualquiera de los demás cultivos principales. Junto al cacahuete, la cebolla y la zanahoria, presenta una "productividad nutricional" en especial elevada: por cada m<sup>3</sup> de agua aplicada a su cultivo, la papa produce 5 600 calorías de energía alimentaria, en comparación con las 3 860 calorías del maíz, 2 300 del trigo y sólo 2 000 del arroz. Con el mismo metro cúbico, la papa brinda 150 gramos de proteína, el doble que el maíz y el trigo, y 540 mg de calcio, el doble que el trigo y cuatro veces lo que ofrece el arroz.

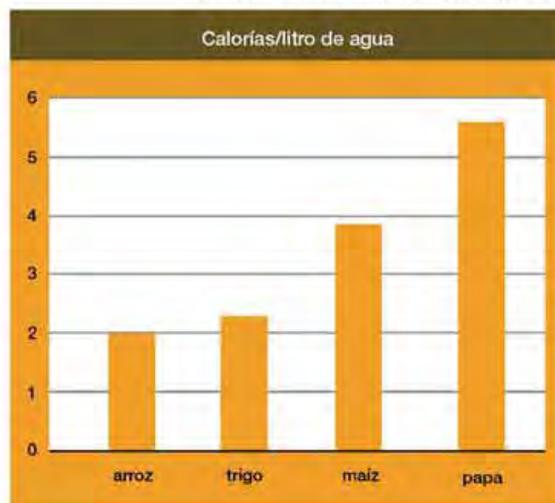
Si se aumentara la proporción de papa en la alimentación se reduciría la presión sobre los recursos hídricos. Actualmente, la producción de los alimentos –en



Parcela irrigada de papas en Cabo Verde. Imagen: ©FAO/Marzio Marzot

especial los de origen animal– que componen la dieta media en el mundo desarrollado necesita la extracción de unos 4 000 litros por persona al día (se requieren, por ejemplo, de 13 000 a 15 000 litros de agua aproximadamente para producir 1 kg de carne de bovino alimentado con cereales). Pero un estudio reciente estimó que una alimentación equilibrada a base de papa, cacahuets, cebolla y zanahorias necesitaría un consumo de agua per cápita de sólo 1 000 litros al día.

Si bien no sería práctica una alimentación basada en la papa (serían necesarios 4 kg para cubrir las necesidades diarias per cápita de energía y proteínas), aumentar el consumo de productos industriales de papa y la extracción de los nutrientes de la papa ofrecen un medio eficaz con relación al consumo de agua de



## Necesidades de agua de la papa

Las variedades modernas de papa son sensibles a la falta de agua en el suelo y necesitan una irrigación frecuente y superficial. Un cultivo de papas de 120 a 150 días consume de 500 a 700 mm de agua, y la producción se reduce si se agota más del 50 por ciento del total del agua disponible en el suelo durante el periodo de crecimiento.

Para reducir las necesidades de agua de la papa los científicos están creando variedades resistentes a la sequía, con sistemas radiculares más largos. Pero se puede economizar una cantidad considerable de agua en el cultivo de las variedades comerciales de hoy mediante la planificación del calendario y la profundidad de las aplicaciones de agua de acuerdo a las etapas específicas del ciclo de crecimiento de la planta.

En general, la falta de agua durante la parte media y final del periodo de crecimiento, es decir, durante la estolonización y el inicio de la formación de los tubérculos y el crecimiento de los mismos, tiende a reducir la producción, mientras que el cultivo sufre menos la falta de agua al inicio del crecimiento vegetativo. También se puede economizar agua permitiendo un mayor agotamiento hacia el periodo de maduración, a fin de que el cultivo utilice toda el agua disponible en la zona de las raíces, práctica que también puede acelerar la maduración y aumentar el contenido de materia seca.

Algunas variedades responden mejor a la irrigación al inicio del desarrollo de los tubérculos, mientras que otras responden mejor aplicándola hacia el final. Las variedades que producen pocos tubérculos por lo general son menos sensibles a la falta de agua que las que los producen en mayor número.

Si bien se debe mantener un contenido relativamente elevado de humedad en el suelo para optimizar la producción, una irrigación frecuente con agua más bien fría puede reducir la temperatura del suelo por debajo del valor óptimo para la formación de los tubérculos (de 15 ° a 18 °C), lo que repercute en la producción. Además, los suelos húmedos y pesados pueden crear problemas de ventilación.



Por cada unidad de agua la papa produce el doble de proteínas que el trigo y el maíz. Imagen: ©FAO/Giulio Napolitano

Los métodos más comunes de irrigación para la papa utilizan sistemas de surcos o aspersión. El riego por surcos es relativamente poco eficaz en el uso del agua, y es conveniente cuando hay un suministro abundante de la misma. Donde hay escasez de agua es preferible el riego por aspersión o por goteo, sobre todo en suelos con poca capacidad de retención.

### Calidad y productividad de los tubérculos

El suministro de agua y el calendario de irrigación repercuten mucho en la calidad de los tubérculos: una irrigación frecuente reduce la malformación de éstos. La falta de agua en la fase inicial de formación de la cosecha aumenta la presencia de tubérculos fusiformes (más frecuente en las variedades de tubérculos ovalados que en la de tubérculos redondos) y, si después se riega, se pueden producir grietas en los tubérculos o una mancha negra en su centro ("corazón negro").

Con buenas prácticas agrícolas, e irrigación cuando es necesaria, un cultivo de unos 120 días en climas templados y subtropicales puede producir de 25 a 40 toneladas de tubérculos frescos por hectárea.

### Sobre el AIP 2008

El Año Internacional de la Papa que se celebra en 2008, tiene como finalidad crear conciencia mundial de la primordial función de la papa en la agricultura, la economía y la seguridad alimentaria mundial.

[www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

#### Créditos

Información proporcionada por la División de Tierras y Aguas de la FAO.



TESORO  
ENTERRADO



[www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

### Contacto:

Secretaría del Año Internacional  
de la Papa  
Organización de las Naciones Unidas para  
la Agricultura y la Alimentación

Despacho C-776

Viale delle Terme di Caracalla

00153 Roma, Italia

tel. + (39) 06-5705-5859, 06-5705-4233

Correo electrónico: [potato2008@fao.org](mailto:potato2008@fao.org)

## El Año Internacional de la Papa 2008

### Gestión de las plagas y enfermedades de la papa

La lucha contra las plagas y las enfermedades mediante la aplicación intensiva de insecticidas y fungicidas a menudo hace más daño que provecho. Existen otras opciones.



#### Puntos clave

El cultivo intensivo de papas tiende a incrementar la presión de las plagas y las enfermedades, lo que a menudo induce a la utilización intensiva de nocivos plaguicidas.

Las variedades resistentes de papa y el uso de mejores prácticas agrícolas pueden reducir o eliminar muchas de las plagas y enfermedades más frecuentes.

El manejo integrado de plagas ha ayudado a los agricultores a reducir drásticamente la necesidad de utilizar sustancias químicas a la vez que se incrementa la producción.

El uso de plaguicidas químicos en la papa está aumentando en los países en desarrollo, conforme los agricultores intensifican la producción y empiezan a producir en zonas y en temporadas que no son las tradicionales de este cultivo. Las sustancias químicas a menudo son muy tóxicas y se aplican con insuficiente o ningún equipo de protección.

El resultado es un alarmante nivel de intoxicación por plaguicidas en las comunidades campesinas. El insecticida que absorbe el suelo muchas veces penetra en los cultivos, se escurre y contamina el suministro de agua. El uso excesivo de plaguicidas con frecuencia se suma a los problemas causados por las plagas y las enfermedades. En Colombia se han asociado los brotes de una enfermedad viral a los insecticidas que eliminaron los depredadores naturales del vector de esa enfermedad.

Para aumentar la producción de papa a la vez que se protege al productor, los consumidores y el medio ambiente, se requiere un enfoque integral de protección de los cultivos que comprende diversas estrategias: promover la presencia de depredadores naturales de las plagas, producir variedades mejoradas con mayor resistencia a las plagas y las enfermedades, sembrar papas de semillas certificadas, producir



Imagen: © FAO

#### Ecuador: capacitación para reducir el envenenamiento por plaguicidas

En la provincia de Carchi, en Ecuador, un programa que tiene apoyo del CIP y la FAO utilizó las escuelas de campo para agricultores a fin de reducir drásticamente las altas tasas de envenenamiento por plaguicidas. La producción constante de papa no sólo produce abundantes cosechas, sino condiciones muy favorables para los insectos y los hongos patógenos, cuya eliminación se pretende lograr a través de aplicaciones de enormes cantidades de insecticidas y plaguicidas. A consecuencia del contacto con los plaguicidas, afirman los científicos del CIP, el 60 por ciento de la población de la zona muestra un funcionamiento neurocomportamental reducido. La capacitación en MIP permite a los productores reducir en un 75 por ciento los costos de la aplicación de sustancias agroquímicas, como fertilizantes, plaguicidas y la mano de obra necesaria para aplicarlos, sin que disminuya la productividad. Estudios de seguimiento revelan que la menor exposición a los plaguicidas se asocia a la recuperación de las funciones del sistema nervioso previamente suprimidas.

los tubérculos en rotación con otros cultivos, y utilizar composta orgánica para mejorar la calidad del suelo.

#### Algunos de los principales enemigos de la papa

##### Enfermedades

**Tizón tardío:** la enfermedad más grave de la papa en todo el mundo, es producida por un moho del agua llamado *Phytophthora infestans*, que destruye las hojas, los tallos y los tubérculos.

**Marchitez bacteriana:** causada por un patógeno bacteriano produce grandes pérdidas en las regiones tropicales, subtropicales y templadas.

**Carbunco de la papa:** infección bacteriana que hace podrir los tubérculos en la tierra o en almacenamiento.

**Virus:** difusos en los tubérculos, pueden reducir la cosecha un 50%.

##### Plagas

**Escarabajo del Colorado de la papa** (*Leptinotarsa decemlineata*): una peggrosa plaga con gran resistencia a los plaguicidas.

**Polilla de la papa** (*Phthorimaea operculella*): es la plaga más nociva de las papas sembradas y almacenadas en los climas cálidos y secos.

**Mosca minadora de las hojas** (*Liriomyza huidobrensis*): insecto sudamericano que abunda en las zonas donde se aplican intensivamente insecticidas.

**Nemátodos** (*Globodera pallida* y *G. rostochiensis*): nocivas plagas del suelo de las regiones templadas, los Andes y otras zonas montañosas.

No existe medio químico eficaz, por ejemplo, contra la marchitez bacteriana. Pero si se siembran semillas sanas en un suelo limpio, con variedades tolerantes y en rotación con otros cultivos que no son vulnerables a esta enfermedad, ésta se produce considerablemente menos. La polilla de la papa también se puede reducir evitando que se agriete el suelo, lo que permite a este coleóptero llegar a los tubérculos.

Tanto el Centro Internacional de la Papa (CIP) como la FAO promueven el manejo integrado de plagas (MIP) como mejor estrategia de lucha contra las plagas durante la producción. El MIP tiene como objetivo mantener las poblaciones de plagas en niveles aceptables, y mantener la aplicación de plaguicidas y otras intervenciones en cantidades que se justifiquen económicamente y que sean inocuas para la salud humana y el medio ambiente.

La FAO promueve el MIP en muchos países en desarrollo a través de las escuelas de campo para agricultores, que funcionan en torno a un "laboratorio en vivo" en el cual los agricultores aprenden a reconocer los insectos y las enfermedades y comparan los resultados que obtienen en dos parcelas, una en la que se aplican medios químicos

## Lucha contra los virus

Como es imposible curar las plantas de papa atacadas por los virus, el CIP está investigando para incorporar en las nuevas variedades la resistencia a los tres virus más frecuentes de la papa. El CIP ya ha logrado dar resistencia a los virus a una cuarta parte de sus genotipos mejorados.

## Para eliminar el tizón tardío

El moho que produce el tizón tardío siempre se ha impuesto en los cultivos resistentes y ha producido mutaciones que sobreviven a la aplicación de potentes funguicidas. La Iniciativa Global contra el Tizón Tardío, una red de científicos, técnicos y agrónomos de 72 países, está estudiando nuevas opciones para combatir esta enfermedad, entre las cuales está la "gestión orgánica" que utiliza mejores condiciones de higiene durante el almacenamiento, previsión de riesgos y resistencia genética.



convencionales para combatir las plagas y el otro que se trata a través del MIP. En la parcela con manejo mejorado los participantes se esfuerzan por mejorar el estado del ecosistema reduciendo el uso de plaguicidas, a la vez que se incrementa la productividad mediante una mejor gestión. Los agricultores experimentan una variedad de técnicas, como la instalación de trampas para los gorgojos, diferentes variedades de papas y aplicaciones selectivas de plaguicidas menos tóxicos.

En el valle del río Cañete, en el Perú, los entomólogos del CIP crearon un sistema para ayudar a los productores

a proteger sus cultivos contra la mosca minadora de la hoja, que se había convertido en un problema a raíz del exterminio de su enemigo natural con la aplicación de enormes cantidades de insecticidas. El programa de MIP incluía la instalación de trampas para atraer y eliminar a las moscas adultas, además de la introducción de nuevo al valle de las avispas parásito. Los agricultores participantes pudieron reducir las aplicaciones de insecticidas de 12 veces por temporada a sólo una o dos aplicaciones cuidadosamente programadas de agentes para regular la reproducción de los insectos.



## Sobre el AIP 2008

El Año Internacional de la Papa que se celebra en 2008, tiene como finalidad crear conciencia mundial de la primordial función de la papa en la agricultura, la economía y la seguridad alimentaria mundial.

[www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

### Créditos:

Información proporcionada por el Centro Internacional de la Papa y la FAO



Año Internacional de la  
**PAPA**  
2008

**TESORO  
ENTERRADO**



[www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

## Contacto:

Secretaría del Año Internacional  
de la Papa  
Organización de las Naciones Unidas  
para la Agricultura y la Alimentación  
Despacho C-776  
Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Roma, Italia  
tel. + (39) 06-5705-5859, 06-5705-4233  
Correo electrónico: [potato2008@fao.org](mailto:potato2008@fao.org)

# La papa y la conservación del suelo



**La producción de papa sin labranza y con abono verde puede contribuir a reducir la degradación, la erosión y la contaminación del suelo con nitrógeno asociadas a la producción de este tubérculo**

### Puntos clave

La preparación de la tierra, la eliminación de la maleza y la cosecha de la papa muchas veces trastornan intensamente el suelo.

Sembrar cultivos de cubierta antes de la siembra de papa protege el suelo conforme maduran y facilitan la cosecha.

El cultivo de papa sin labranza ayuda a restablecer el suelo, estimula la productividad y reduce la necesidad de usar fertilizantes y combustibles.

El cultivo de papa por lo general trastorna intensamente el suelo, lo degrada, erosiona y satura de nitratos. Durante la preparación del suelo, se afloja toda la capa superior y, sobre todo en los suelos pegajosos, se pulveriza para evitar que se formen grumos en los camellones donde se siembran las papas. La eliminación mecánica de la maleza y la cosecha mecanizada también remueven mucho el suelo. La agricultura de conservación –sistema de producción agrícola atento a economizar recursos– ofrece diversas técnicas útiles para conservar el suelo durante la producción de la papa.

### Cultivos de abono verde para las papas

En los sistemas tradicionales de producción de papa se puede reducir el riesgo de erosión del suelo y filtración de nitratos utilizando la técnica de cultivo de plantas para rastrojo. Se preparan los camellones donde se va a sembrar la papa con mucha anticipación. Si se va a

sembrar en primavera, la tierra se debe preparar antes del invierno y sembrar con una cubierta de abono verde orgánico. La papa después se planta en los camellones que, para entonces, ya están cubiertos por los rastrojos del cultivo para producir el abono.

Para la siembra mecánica se dotan las sembradoras de discos especiales que cortan el rastrojo y abren los camellones de las papas. El rastrojo protege el suelo de la erosión durante las primeras semanas del cultivo. Al crecer las plantas de las papas, se incorpora el rastrojo al formar de nuevo los camellones. Se puede sembrar otro cultivo de abono verde hacia el final del desarrollo de las papas, cuando se están secando las plantas. El cultivo de cubierta ayuda a secar los camellones de las papas y contribuye al buen estado de los tubérculos, además de reducir el riesgo de dañarlos durante la cosecha. El abono verde se separa de la papa con una cosechadora mecánica de papa y se deja en el suelo la cubierta de rastrojo después de la cosecha, para proteger de la erosión.

En algunas partes de Alemania y Suiza se siembran cultivos de abono verde para la producción de papa, sobre todo en las cuencas hidrográficas donde las fuentes de agua potable se pueden contaminar de nitratos si se usan los métodos convencionales de cultivo. Sin embargo, si bien la siembra de cultivos para abono verde donde se producen papas reduce el riesgo de erosión y filtración de nitratos, de todas formas el suelo se remueve mucho.

### La papa sin labranza

La conservación del suelo puede incrementarse con una técnica básica de la agricultura de conservación, el cultivo sin labranza. Para ello, la papa se coloca

### Ventajas de la agricultura de conservación



La agricultura de conservación tiene como finalidad mejorar los procesos biológicos naturales por encima y por debajo del suelo. Se basa en tres principios: trastorno mecánico mínimo del suelo, cubierta orgánica permanente en el suelo, rotación de cultivos distintos y asociación de plantas para el cultivo de plantas perennes. Al trastornar lo mínimo el suelo, la agricultura de conservación crea en éste una estructura vertical porosa, que facilita la infiltración del agua de lluvia en el subsuelo, mejora la ventilación de las capas más profundas del suelo y facilita la penetración de las raíces.

en el suelo y se cubre con una capa gruesa de rastrojo, de preferencia paja, que es razonablemente estable y no se pudre con rapidez. (Es necesario mantener las papas en la oscuridad para evitar que se forme clorofila, que vuelve verdes los tubérculos, amargos y tóxicos).

En algunos casos, por ejemplo en zonas áridas donde se aplica irrigación por goteo, también se pueden usar como cubierta mantas de plástico negro. Se hacen algunas perforaciones en el plástico para que al crecer, salgan por ellas las plantas. Los jóvenes tubérculos de papa se forman bajo el rastrojo pero encima del suelo. Durante la cosecha se eliminan las cubiertas de plástico y las papas sencillamente se "cosechan". Actualmente sólo se produce papa sin labranza en parcelas pequeñas manualmente, por ejemplo en el Perú, bajo cubiertas de plástico, y en la República Popular Democrática de Corea con paja de arroz.

### La papa sin labranza en la República Popular Democrática de Corea



Los agricultores de la República Popular Democrática de Corea practican la agricultura de conservación para producir arroz y papa, a fin de restablecer los suelos degradados y obtener buenas cosechas de papa, con un consumo menor de fertilizantes y combustibles. El sistema de rotación de papa y arroz produce dos cultivos en una temporada agrícola relativamente corta, con lo que la producción de alimentos en general es más elevada en comparación con la que se obtiene de un solo cultivo principal. La papa semilla se introduce en el suelo, debajo de una cubierta de rastrojo formada por los residuos del cultivo anterior de arroz. Las papas crecen a través de la paja del arroz y se cosechan a los tres meses. Enseguida se transplanta el arroz sin labranza, que es el principal cultivo del verano. Por hectárea, este sistema puede producir 25 toneladas de papa y 7,5 toneladas de arroz.

#### Sobre el AIP 2008

El Año Internacional de la Papa que se celebra en 2008, tiene como finalidad crear conciencia mundial de la primordial función de la papa en la agricultura, la economía y la seguridad alimentaria mundial.

[www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

#### Créditos

Información proporcionada por la División de Producción y Protección Vegetal de la FAO  
Fotos: © FAO/T. Friedrich



T E S O R O  
E N T E R R A D O



[www.potato2008.org](http://www.potato2008.org)

#### Contacto:

Secretaría del Año Internacional  
de la Papa  
Organización de las Naciones Unidas para  
la Agricultura y la Alimentación

Despacho C-776

Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Roma, Italia

tel. + (39) 06-5705-5859, 06-5705-4233

Correo electrónico: [potato2008@fao.org](mailto:potato2008@fao.org)