

## Sección C

# Flujos de los recursos zoogenéticos

## 1 Introducción

Los flujos de genes (los movimientos e intercambio de razas de animales y germoplasma) en las especies ganaderas se han producido desde tiempos prehistóricos y son consecuencia de diferentes factores. A escala mundial, los flujos de genes más significativos han afectado a las «cinco grandes» especies de ganado: bovino, ovino, caprino, porcino y gallinas. Centrada en estas cinco especies, la presente sección extrae información del Banco de datos mundial DAD-IS de la FAO y de documentos seleccionados a fin de describir la proveniencia y distribución de las principales razas del mundo.

Los términos «Norte» y «Sur» se emplean para hacer referencia a los países desarrollados y a los países en desarrollo, respectivamente. La información disponible suele ser superficial e incompleta. En las estadísticas rara vez se especifican los países de origen y destino de los animales y con frecuencia se diferencian los datos por especie en lugar de por raza. Surgen también las limitaciones siguientes:

- no existen registros sistemáticos del tamaño de las poblaciones de las razas (la presencia de una raza en muchos países no implica necesariamente que su población mundial sea numerosa);
- las razas de las zonas templadas con frecuencia están mejor definidas y documentadas que las razas de regiones tropicales y zonas marginales;
- los flujos de genes dentro de países grandes no se reflejan en las estadísticas internacionales, a diferencia de los flujos entre pequeños países (la presencia de una

raza en muchos países pequeños puede sobredimensionar su importancia mundial real); y

- a diferencia de los recursos fitogenéticos, no puede determinarse ninguna proporción cuantitativa de introgresión de genes para las razas de ganado a causa de los elevados niveles de variación genética intraraza.

De tales limitaciones se concluye que no es posible proporcionar un análisis cuantitativo completo de los intercambios entre el Norte y el Sur. A pesar de ello, los datos permiten valorar las tendencias de los movimientos y el intercambio de animales vivos, semen y embriones así como su magnitud aproximada.

## 2 Fuerzas impulsoras y períodos históricos de los flujos de genes

Los flujos de genes han sido determinados y afectados por un amplio abanico de factores, que abarcan cuestiones culturales, militares, organizativas, institucionales, políticas, comerciales, tecnológicas, de investigación, patológicas y normativas cuya importancia relativa ha variado durante el curso de la historia. En un sentido amplio, pueden distinguirse tres períodos distintos en el patrón del flujo de genes mundial.

**De la prehistoria al siglo XVIII.** Este período se prolongó durante unos 10 000 años, desde el inicio de la domesticación hasta finales del siglo XVIII. A lo largo de esta fase, los genes se propagaron como resultado de la dispersión de

## PARTE 1

los animales domésticos mediante la difusión gradual, la migración, la guerra, la exploración, la colonización y el comercio.

**Del siglo XIX a mediados del siglo XX.** En el período que engloba desde el inicio del siglo XIX hasta mediados del siglo XX, en el Norte surgieron las organizaciones de mejoramiento, que formalizaron la existencia de numerosas razas, registraron su genealogía y rendimiento y facilitaron la rápida mejora de la producción. El flujo de genes se produjo principalmente entre países del Norte (flujos Norte-Norte) y de Norte a Sur. Las fuerzas impulsoras de este movimiento fueron los progresos técnicos, la demanda de animales más productivos y el incipiente comercio del mejoramiento genético en el Norte.

**De mediados del siglo XX hasta nuestros días.** Durante este período, los flujos de genes se han visto impulsados por la existencia de compañías de mejoramiento comercial en el Norte, las diferencias productivas entre Norte y Sur así como la rápida globalización. Los avances tecnológicos han permitido el envío de semen y embriones en lugar de animales vivos. Más recientemente, se ha hecho posible la transferencia de sistemas de producción completos para la creación de entornos controlados en otras partes del mundo. Además, ya es posible identificar y aislar genes. Actualmente la atención se centra en genes concretos, en lugar de hacerlo en rasgos o en genotipos completos. Están apareciendo marcos jurídicos internacionales para la regulación de los mecanismos de intercambio de material genético y empiezan a aplicarse derechos de propiedad intelectual (DPI).

Dichas tendencias se encuentran en constante evolución y han tenido diferentes repercusiones en diferentes zonas del mundo. Por ejemplo, en gran parte del mundo, el ganado de cría se sigue comercializando sin la intervención de las organizaciones de mejoramiento, ni de las compañías de mejoramiento especializadas. Sin embargo, en el Sur se aplican de forma creciente los enfoques modernos de cría, además de fomentarse la difusión de razas y sistemas de producción especializados.

### 2.1 Período 1: de la prehistoria al siglo XVIII

En el período inicial de la cría de ganado, los animales domesticados se dispersaron por difusión gradual desde sus centros de domesticación (véase la Sección A). Uno de los principales centros de domesticación se localizaba en Asia occidental y en el Mediterráneo oriental. A lo largo de lo que se conoce como la «revolución neolítica», en esta región se domesticaron por primera vez las cuatro especies principales de mamíferos (ovino, caprino, bovino y porcino). Otros centros de domesticación fueron Asia sudoriental (cerdo, búfalo de los pantanos y posiblemente gallinas), el valle del Indo (gallinas y búfalo de río), África del Norte (bovino y burro) y los Andes de América del Sur (llama, alpaca y conejillo de Indias). Desde estos centros, los animales domesticados se extendieron gradualmente de región en región, así como cuando sus criadores migraron a nuevas zonas. La zootecnia se difundió con cierta rapidez en el Viejo Mundo, a excepción del África subsahariana, donde la expansión fue mucho más lenta, probablemente a causa de enfermedades endémicas (Clutton-Brock, 1999).

La domesticación y la dispersión contribuyeron a incrementar la variabilidad intraespecífica. A medida que los animales se adaptaron a los nuevos entornos y sufrieron diferentes presiones selectivas, aparecieron poblaciones con nuevas características. Incluso en ese momento, la selección no fue únicamente natural, sino que recibió la influencia de las preferencias culturales. Tales procesos condujeron a la aparición de muchas razas locales (Valle Zárate *et al.*, 2006). La guerra y el comercio fueron motores importantes para la expansión de animales como caballos y camellos, que se emplean en el transporte y la monta: disponer de buenos caballos constituía un elemento crucial para una potencia militar. Como consecuencia, esta especie dominó el comercio de recursos genéticos durante siglos.

La colonización de nuevas regiones fue otro vehículo destacado del flujo de genes. Los romanos invirtieron en la cría de ganado y existen pruebas arqueológicas que demuestran que sus razas

mejoradas de mayor tamaño se difundieron en los países que ocuparon. Sin embargo, con la caída del Imperio Romano, dichos animales mejorados desaparecieron. Las colonizaciones también desempeñaron una importante función años más tarde: cuando los europeos colonizaron nuevos continentes, siempre llevaron su ganado consigo (Recuadro 7). Se ha observado que los europeos lograron establecer un dominio permanente y dominancia cultural únicamente en climas templados, donde el ganado europeo también arraigó (América del Norte, América del Sur meridional, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica). Actualmente, estas regiones lideran la exportación de ganado y productos de origen animal, aunque muchas no disponían de bovino, ovino, porcino ni caprino hace 500 años (Crosby, 1986).

## 2.2 Período 2: del siglo XIX a mediados del siglo XX

Hasta finales del siglo XVII los agricultores europeos no mostraron un especial interés por la cría de ganado. La introducción del caballo árabe en Gran Bretaña alentó a los ganaderos a copiar las prácticas de mejoramiento de este animal mediante una selección cuidadosa y el mantenimiento de líneas puras. Tras la labor pionera de Robert Bakewell (1725-1795), los ganaderos británicos empezaron a aplicar los mismos principios al bovino y al ovino, hecho que condujo al establecimiento de sociedades de mejoramiento y libros genealógicos a principios del siglo XIX. A partir de la década de 1850, el flujo de genes en forma de animales de genealogía registrada se hizo más comercial (Valle Zárate *et al.*, 2006). Las sociedades de cría inicialmente se centraron en el establecimiento de normas sobre las características externas; las pruebas de rendimiento empezaron a principios del siglo XX.

Las condiciones previas importantes para la selección del alto rendimiento fueron la intensificación de la agricultura y la mejora de los piensos. La invención del barco de vapor facilitó el intercambio de recursos genéticos. A finales del siglo XIX, los países europeos habían elaborado

también una legislación específica para el fomento y la regulación del mejoramiento genético. Gran parte del flujo de genes se produjo entre los países europeos y sus respectivas colonias, pero también se dio un cierto intercambio dentro de Europa y de Sur a Sur. Como las razas de bovino europeas no arraigaron satisfactoriamente en las zonas tropicales húmedas, las razas de bovino Ongole y Gir de la India se introdujeron en Brasil, y la Sahiwal de la India y Pakistán, en Kenya.

### Recuadro 7 Flujos de genes resultantes de las colonizaciones

Las principales especies domesticadas alcanzaron el Nuevo Mundo y Australia con la llegada de los exploradores y colonizadores europeos. Colón llevó ocho ejemplares de cerdo de las Islas Canarias a las Indias Occidentales en 1493, donde se reprodujeron rápidamente. A continuación, los cerdos siguieron los pasos de Pizarro hacia el Imperio Inca. Los exploradores y otros viajeros liberaron cerdos en islas remotas para garantizar el suministro de alimentos para la siguiente generación de europeos de paso. Con frecuencia, las poblaciones se habían establecido antes de que las islas recibieran un nombre y se documentaran.

Colón también llevó bovino, cuyos descendientes vivieron como rebaños de cría en las Indias Occidentales (1512), México (década de 1520), la región Inca (década de 1530) y Florida (1565). En las zonas húmedas tardaron muchas generaciones en adaptarse, pero en los entornos más favorables su población se dobló cada 15 años aproximadamente. Con toda probabilidad, la mayoría del bovino de las Américas era asilvestrado en los siglos XVI y XVII. El bovino de origen ibérico tenía los cuernos largos y era más ágil que las razas británicas y francesas que se introdujeron posteriormente en América del Norte.

Fuente: Crosby (1986).

## PARTE 1

### 2.3 Período 3: de mediados del siglo XX hasta nuestros días

Desde mediados del siglo XX, diferentes avances técnicos han facilitado el flujo de genes. El uso comercial de semen arrancó en la década de 1960, el de embriones en la década de 1980 y el de embriones sexados a mediados de la década de 1990 (Valle Zárate *et al.*, 2006). La ausencia de cobertura de la inseminación artificial (IA) ha ralentizado el flujo de genes de los países en desarrollo y las zonas remotas.

A finales del siglo XX, el flujo de genes hacia el Sur fue potenciado por el número creciente de consumidores a quienes gustaba, y podían permitirse, la carne, la leche, el queso y los huevos, incluso en países sin tradición en el consumo de leche. La difusión resultante de los sistemas de producción ganadera intensiva en los países en desarrollo se conoce como la «revolución ganadera». Los animales monogástricos (cerdos y aves de corral) están aumentando en importancia numérica porque convierten con eficacia el pienso en carne o huevos. Los pequeños rumiantes, en especial el ovino, están perdiendo terreno por la disminución de los pastos y la caída de la demanda de lana (FAO, 1999).

Son diversos los factores que determinan actualmente el flujo de genes pecuarios a través de las fronteras nacionales, entre los cuales cabe mencionar los siguientes:

**Demanda de un rendimiento óptimo.** Los flujos de genes se ven conducidos por el deseo de criadores y ganaderos de obtener genotipos con un rendimiento óptimo en un entorno productivo determinado (Peters y Meyn, 2005). Influyen diversos factores de tracción y empuje. Las exportaciones generan beneficios que permiten costear las actividades de cría y pueden reinvertirse en programas de mejoramiento. Desde el punto de vista del destinatario, los motivos para la importación son múltiples. Países como China y Brasil se encuentran en proceso de crear sus programas de mejoramiento y sistemas de producción intensiva propios. Los países de la Europa oriental necesitan aumentar el rendimiento del sector lechero, mientras que los

países del Mediterráneo, Cercano y Medio Oriente y África son de tradición importadora a causa de los elevados costos asociados al establecimiento de sus propios programas de mejoramiento.

**Organización del mejoramiento.** El mercado de la genética pecuaria es extremadamente competitivo. La demanda se basa en el rendimiento demostrado: un proveedor puede comercializar el semen de un toro una vez probado que el toro engendra terneros de calidad superior. Esto significa que la organización eficaz de las empresas de mejoramiento es decisiva. Se requiere mucho tiempo para crear cepas o híbridos de alto rendimiento y, como consecuencia, un número limitado de empresas y países controlan el sector y resulta complicado para otros agentes alcanzar su nivel. La cría y el flujo de genes global en aves de corral y cerdos están dominados por unas pocas grandes empresas que se han dedicado a este campo desde la década de 1960. A su vez, la concentración también está aumentando en el sector del bovino. En las ovejas, la producción híbrida de múltiples niveles es menos común en la actualidad. Un ejemplo es la raza australiana Awassi Joint Venture, creada para proporcionar ovejas vivas para matanza en Oriente Medio (Mathias y Mundy 2005). En muchas zonas del Sur, este patrón de cría comercial a gran escala todavía no se ha consolidado.

**Cambios en las preferencias del consumidor.** Los cambios en las preferencias del consumidor y las demandas de los nuevos mercados emergentes afectan el flujo de genes. Por ejemplo, la demanda de ternera criada de forma natural ha provocado la importación de razas de carne británicas y francesas a Alemania. Existen previsiones que indican que la presión de los grupos de defensa del bienestar de los animales fomentará la cría de cerdos en condiciones más extensivas, incluso en sistemas al aire libre. Esto requerirá la obtención de nuevas cepas capaces de prosperar en estas condiciones (Willis, 1998). En cambio, la caída de la demanda de lana está impulsando la difusión del ovino de pelo.

**Normas de sanidad e higiene animales.** Un nivel de higiene óptimo y la ausencia de enfermedades

permiten que un país participe más fácilmente en el mercado de material genético. Australia, por ejemplo, se considera libre de enfermedades y no cuenta con restricciones a la exportación de su material genético. Al mismo tiempo, impone unas estrictas normas de cuarentena para mantener su estado y admite la transferencia de semen y embriones en lugar de animales vivos. Los países en desarrollo se encuentran en desventaja porque con frecuencia no pueden cumplir las normas exigidas. Por ejemplo, Filipinas importa germoplasma de búfalo lechero de Bulgaria en lugar de la India (fuente más cercana y económica) porque este país no logra ajustarse a las normas sanitarias internacionales.

**Políticas gubernamentales.** Con frecuencia los gobiernos subvencionan las exportaciones de su patrimonio genético nacional para ayudar a los ganaderos, o bien prestan apoyo a la importación de material genético exótico para crear sistemas de producción nacionales. Esta última opción suele recibir financiación bilateral e internacional. Por el contrario, en ocasiones los gobiernos limitan la exportación de su patrimonio genético con el fin de monopolizarlo. Es ejemplo de ello la prohibición de algunos países sudamericanos de exportar camélidos. La historia, sin embargo, demuestra que cualquier intento de limitar la difusión de los recursos genéticos es difícil de mantener. La oveja merina se ha extendido por todo el mundo tras la caída del monopolio español; Turquía no pudo evitar la dispersión mundial de la cabra de angora y Sudáfrica no pudo impedir la transferencia de los recursos genéticos de sus avestruces a otros países. La historia se repite en el sector comercial, puesto que las empresas no logran impedir la «fuga» de genes de los clientes principales al conjunto del sector, a pesar de que las disposiciones contractuales prohíban la cría en pureza de raza de los animales comercializados (Schäfer y Valle Zárate, 2006; Alandia Robles *et al.*, 2006; y Musavaya *et al.*, 2006).

**Servicios ecológicos.** El empleo de ganado en la protección del paisaje y la conservación de la biodiversidad –especialmente en Europa– ha dado lugar a una nueva demanda de razas de

bajos insumos tolerantes al clima que puedan mantenerse en el exterior incluso en inviernos crudos.

**Búsqueda de características especiales.** El interés científico en rasgos genéticos concretos asociados con la resistencia a las enfermedades, la fertilidad y la calidad del producto también contribuye al flujo de genes, aunque a una escala relativamente reducida. Las gallinas Fayoumi de Egipto, por ejemplo, se introdujeron en los Estados Unidos de América en la década de 1940 por su resistencia a las enfermedades virales. A su vez, en 1996 la Universidad de Göttingen importó embriones congelados de ovino Dorper para estudiar su idoneidad para la producción cárnica en Alemania (Mathias y Mundy, 2005). De forma similar, se introdujeron ejemplares de cabra Boer en la Universidad de Gissen (también en Alemania).

### 3 Las cinco grandes

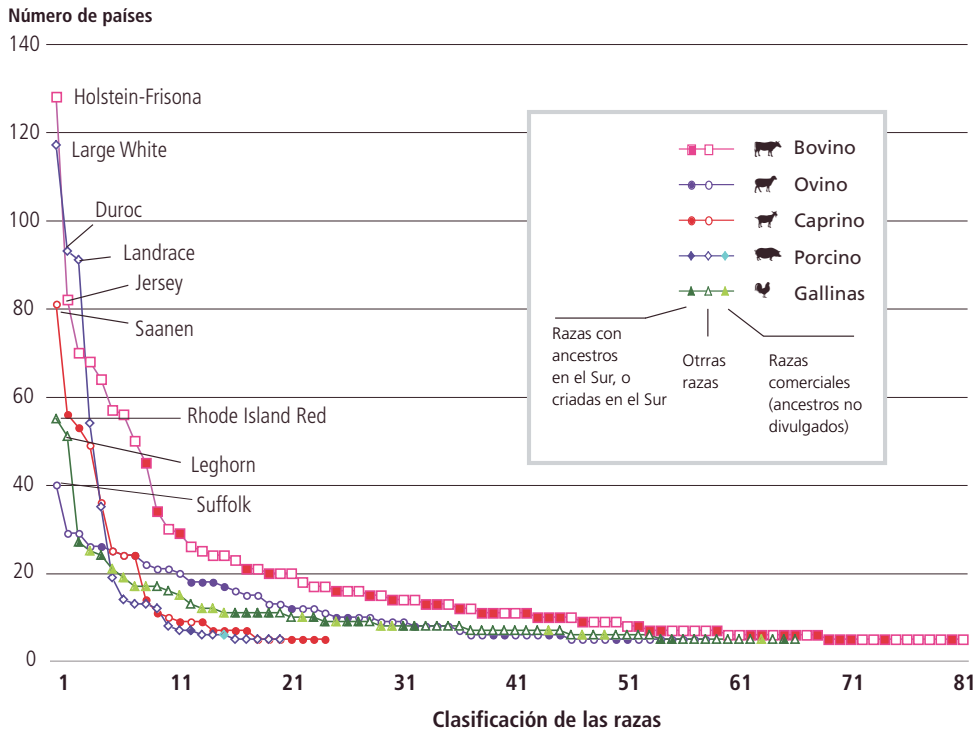
En los últimos doscientos años, las cifras ganaderas mundiales y el intercambio de razas y material genético animal han aumentado notablemente. En este contexto, predominan los intercambios Norte-Norte; los intercambios Norte-Sur y Sur-Sur han sido más limitados y, por último, los flujos Sur-Norte han sido los menos frecuentes. Las transferencias e intercambios han tenido especial intensidad entre los sectores bovino lechero, el porcino y el de las gallinas (Mathias y Mundy, 2005; y Valle Zárate *et al.*, 2006).

Muy a menudo, las razas se han creado o mejorado ulteriormente fuera de sus zonas de origen y se han exportado *a posteriori* a terceros países. Ejemplos de ello son la vaca lechera Holstein-frisona blanca y negra, tan familiar, y las razas Brahman americana y Nelore brasileña.

En la actualidad, alrededor de 1 080 razas de ganado de todas las especies se registran como «transfronterizas», es decir, se encuentran en más de un país (DAD-IS, 2006). Aproximadamente el 70 % de ellas pertenecen a cinco especies –205 razas de bovino, 234 de ovino, 87 de caprino, 59 de

PARTE 1

**FIGURA 19**  
Distribución de las razas transfronterizas



porcino y 156 de gallinas-. Los intercambios entre estas cinco especies se detallan a continuación. En la Sección B puede encontrarse una descripción de su distribución mundial actual.

Otras especies de ganado (búfalo común, yak, caballo, asno, camello, llama, alpaca, reno, pato, ganso y pavo) no cuentan con poblaciones tan numerosas, pero siguen siendo importantes puesto que son esenciales para la supervivencia de millones de ganaderos pobres de países en desarrollo así como para su empleo en zonas marginales.

En la Figura 19 se muestra el número de países donde se hallan las razas de ganado concretas de las cinco principales especies. Debe tenerse en cuenta que la figura muestra las cifras de los países en que se encuentra una raza y no el tamaño de su población. Es probable que en algunos

países se documente una raza internacional pero que tenga una población poco numerosa. En el gráfico se muestran todas las razas registradas en cinco países o más. Cada punto del gráfico corresponde a una única raza y se mencionan las razas principales de cada especie. Por ejemplo, la raza de bovino lechero más extendida, la Holstein-frisona, se encuentra en 128 países de todo el mundo

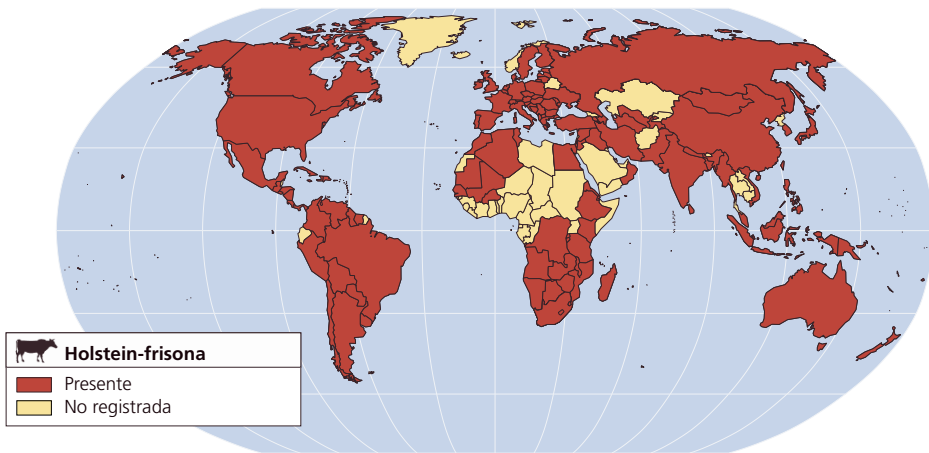
### 3.1 Bovino

El material genético del bovino se intercambia en forma de animales vivos (novillos, vacas en gestación y toros), semen y embriones. Cada año se comercializa un gran número de animales vivos, pero la mayoría se destinan a engorde y matanza en lugar de a reproducción. El elevado

coste del transporte provoca la existencia de tres mercados zonales de animales de cría vivos: Europa, América del Norte y Pacífico sudoccidental. Entre 1993 y 2003, los 15 países que entonces eran miembros de la Unión Europea (EU15) exportaron más de 150 000 novillos de cría

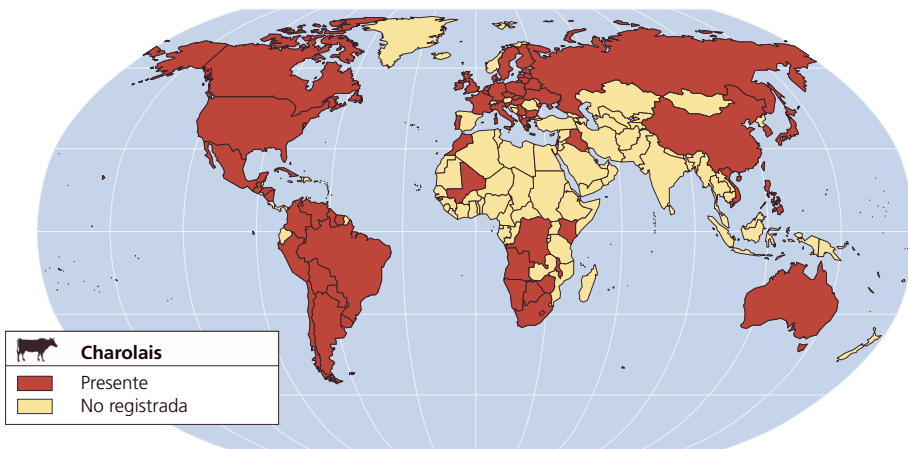
**FIGURA 20**

Distribución del ganado bovino de la raza Holstein-frisona



**FIGURA 21**

Distribución del ganado bovino de la raza Charolais



## PARTE 1

cada año. Aproximadamente la mitad de ellos se mantuvieron dentro de la Unión Europea; el resto se envió a África del Norte, Asia occidental y Europa oriental. Al mismo tiempo, la EU15 importó alrededor de 15 000 novillos de cría al año del exterior, prácticamente todos de la Europa oriental y Suiza y una pequeña parte de Canadá y otros países. Las importaciones de los Estados Unidos de América estaban restringidas a causa de consideraciones relativas a enfermedades (Mergenthaler *et al.*, 2006).

El comercio de semen es muy superior al de animales vivos, puesto que es más fácil de transportar y no está sujeto a restricciones sanitarias y de cuarentena tan estrictas. Según Thibier y Wagner (2002), en 1988 se comerció internacionalmente con cerca de 20 millones de dosis de semen, alrededor de un 8 % del total de dosis congeladas producidas en todo el mundo. América del Norte y Europa fueron los principales exportadores y América del Sur el principal importador. América del Norte produjo el 70 % de exportaciones de semen mundiales y la UE otro 26 %. El resto proviene de otros países europeos, Australia, Nueva Zelandia y Sudáfrica. La UE proporcionó alrededor de 3 millones de dosis en 2003, principalmente a otros países europeos, de América Latina, África del Norte y América del Norte. Asia (excepto la Comunidad de Estados Independientes y Turquía) y el África subsahariana sólo recibieron el 5 % del total (Eurostat, citado en Mergenthaler *et al.*, 2006). En 2003, los países de la UE importaron cerca de 6,8 millones de dosis de semen, la mayoría provenientes de otros países de la UE y, en menor proporción, de los Estados Unidos de América y Canadá.

En 1991, tres cuartas partes de las exportaciones mundiales de semen eran de una única raza: la Holstein-frisona. Otras razas lecheras sumaban otro 13 %, las razas de carne un 10 % y las tropicales, principalmente Brahman, Red Sindhi y Sahiwal, otro 2 % (Chupin y Thibier, 1995 citado en Mergenthaler *et al.*, 2006).

El comercio con embriones no ha alcanzado la magnitud del de semen. Sin embargo, en

ocasiones una cantidad reducida de embriones ha bastado para dar lugar a una gran población. Son ejemplo de ello la mejora del bovino blanco y negro de Francia a Holstein-frísón, que se logró principalmente mediante la importación de menos de 1 000 embriones de los Estados Unidos de América (Meyn 2005: comunicación personal citada en Mergenthaler *et al.*, 2006).

### **Razas con ancestros europeos**

Las razas de origen europeo representan ocho de las 10 principales razas, y 49 de las 82 principales (las que se encuentran distribuidas en cinco países o más; véase la Figura 19). La raza más difundida con diferencia es la Holstein-frisona, que se registra en como mínimo 128 países y en todas las regiones (Figura 20). La siguiente raza más difundida es la Jersey (también lechera, en 82 países), la Simmental (doble propósito, en 70 países), el Pardo suizo (doble propósito, en 68 países) y la Charolais (de carne, 64 países; véase la Figura 21).

Prácticamente todas las razas de bovino europeas más prósperas provienen del noroeste de Europa: en concreto del Reino Unido (11 razas entre las 47 principales), Francia (seis), Suiza y los Países Bajos. Una proporción relativamente escasa proviene de las zonas meridional y oriental del continente. Muchas de las razas prósperas se basan en razas tradicionales que surgieron en la Edad Media o con anterioridad, con frecuencia bajo el patrocinio de nobles, personas adineradas o bien en monasterios y se formalizaron durante el siglo XIX con la creación de libros genealógicos y sociedades de mejoramiento. Dicha formalización se produjo primero en el Reino Unido y, a continuación, en el continente europeo, en las Américas y en el resto del países de habla inglesa (Valle Zárate *et al.*, 2006).

Varias razas importantes prosperaron en pequeñas islas (Jersey, Guernsey) o en zonas montañosas remotas (Simmental, Pardo suizo, Aberdeen Angus, Piedmont, Galloway, Highland) –ubicaciones que ofrecen aislamiento de otras razas y (en el caso de las montañas) la presión



ambiental necesaria para seleccionar la resistencia que se aprecia en estas razas–.

La difusión se aceleró en el siglo XIX. Hacia 1950, la mayoría de razas europeas se habían exportado a otros países del Norte y el intercambio ha continuado hasta la actualidad. Por ejemplo, la raza francesa Maine-Anjou se importó inicialmente a América del Norte en 1969; las Blonde d'Aquitaine, Salers y Tarentaise llegaron en 1972. La asociación de criadores de la raza Parthenais en los Estados Unidos de América se fundó en 1995.

En concreto, en los Estados Unidos de América y Australia, las razas europeas han evolucionado ulteriormente. Así, la producción de carne y leche con frecuencia supera la lograda en sus lugares de origen. También se han usado como base de nuevas razas adecuadas para zonas más templadas. Los ejemplos incluyen Polled Hereford, Red Angus y Milking Devon en los Estados Unidos de América. De hecho, América del Norte se ha convertido en una destacada fuente de material genético para los productores de ganado europeos.

Las razas europeas también se han adaptado satisfactoriamente en zonas templadas de América del Sur y África del Sur, así como en las zonas tropicales secas. Se han efectuado numerosos intentos de introducirlas en zonas tropicales húmedas, en general sin éxito (excepto en algunas zonas montañosas y periurbanas) porque las razas no se adaptan correctamente al calor y al forraje de baja calidad, y con frecuencia sufren de parásitos y enfermedades. Sin embargo, las cinco principales razas europeas (Holstein-frisona, Jersey, Simmental, Pardo suizo y Charolais) se registran en 11 países africanos o más, 16 o más en América Latina y el Caribe y cinco o más en Asia. En América Latina y el Caribe, el bovino europeo introducido por los colonizadores dio lugar a diversas razas, la más destacada de las cuales es la Creole. Las razas europeas se han cruzado con diferentes razas tropicales para crear nuevas razas híbridas más adecuadas para los trópicos (véanse las secciones siguientes sobre razas del Asia meridional y África).

### **Razas con ancestros en el Asia meridional**

El segundo grupo más próspero de razas (en cuanto a distribución mundial) tiene ancestros en el Asia meridional e incluye las razas Brahman (clasificada como novena raza mundial, se halla en 45 países), Sahiwal (29 países), Gir, Red Sindhi, Indobrasil, Guzerat y Nelore. Todas estas razas son del tipo *Bos indicus*, con giba, en lugar de *Bos taurus*, sin ella (Figura 22).

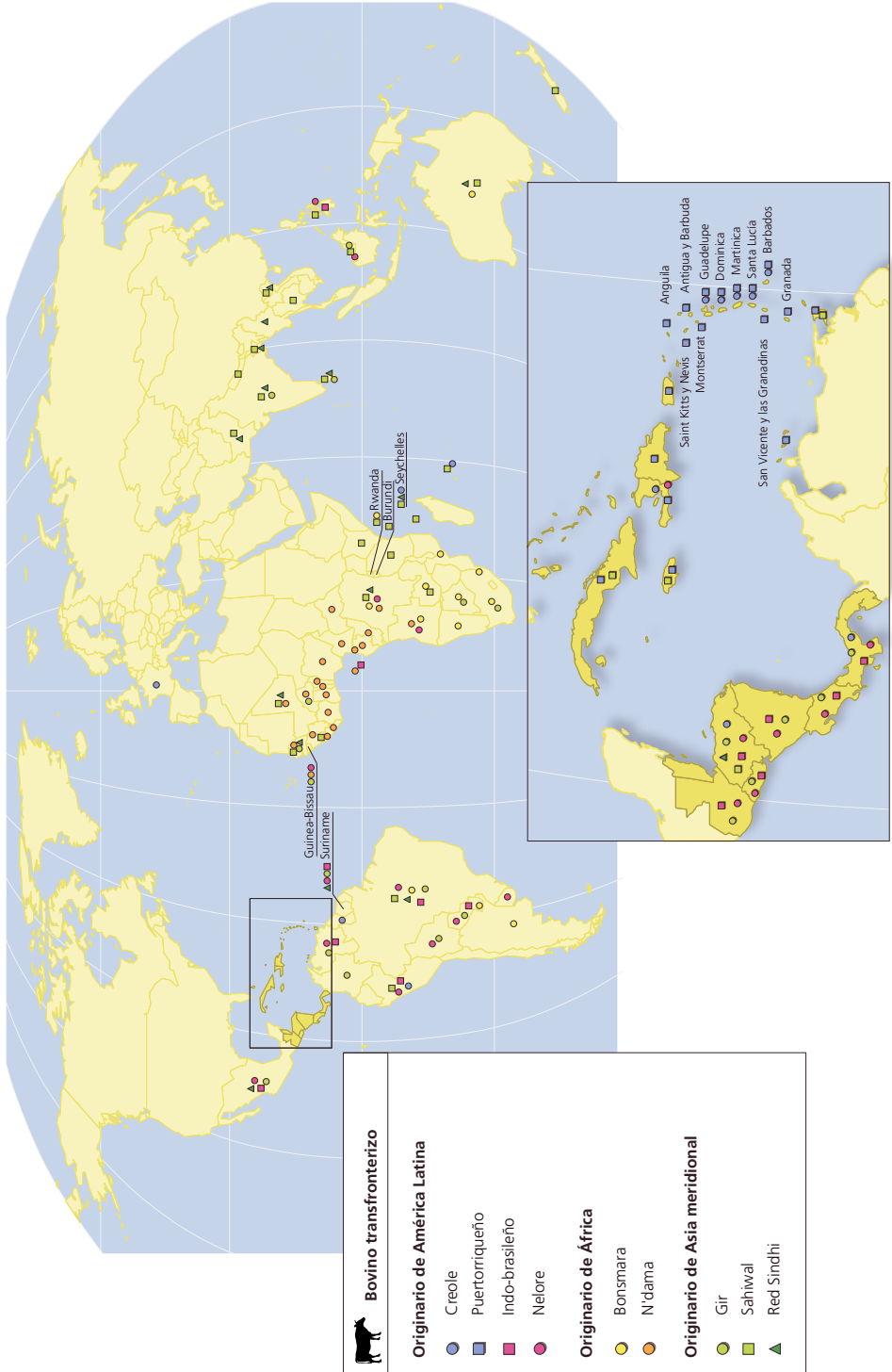
Fuera de su lugar de origen, las razas del Asia meridional prosperan en la zona tropical de América Latina y en África. La Sahiwal, la mejor raza lechera meridional, proviene de Pakistán e India y se ha introducido en 12 países africanos. Diversas razas del Asia meridional han prosperado mejor en otros países que en su origen (Recuadro 8; Figura 22), posiblemente porque en otros países se las valora por su carne (a diferencia de muchas zonas de la India, donde el bovino se usa para leche y tiro, y por motivos culturales no puede venderse para matanza).

Las razas puras de Asia meridional han tenido poca repercusión en los países más desarrollados. Sin embargo, las razas basadas en el ganado de Asia meridional han tenido una influencia mayor en las zonas más cálidas de los Estados Unidos de América y en el norte de Australia, donde se han criado principalmente para producción cárnica. Desde allí, se han exportado a muchos países tropicales. La Brahman, por ejemplo (creada en los Estados Unidos de América basada en ganado de origen indio) se encuentra en 18 países de América Latina y 15 de África –cifras similares a las de Simmental, la raza europea de doble propósito más difundida en estas regiones–.

Los animales de Asia meridional también han contribuido de forma notable en las razas híbridas empleadas en los trópicos que engloban las razas Santa Gertrudis (que desciende del cruce Shorthorn × Brahman y se encuentra en 34 países de todo el mundo), Brangus (Angus × Brahman, en 16 países), Beefmaster (Shorthorn y Hereford × Brahman), Simbrah (Simmental × Brahman), Braford (Brahman × Hereford), Droughtmaster (Shorthorn × Brahman), Charbray (Charolais ×

PARTE 1

**FIGURA 22**  
Distribución de las razas de bovino transfronterizas con origen en América Latina, África o Asia meridional



Brahman) y Australian Friesian Sahiwal (Holstein-frisona × Sahiwal). Prácticamente toda esta labor de mejoramiento se ha realizado en el sur de los Estados Unidos de América y en Australia a partir del siglo XX. Muchas de estas razas se han reexportado a otros países, en particular a los trópicos, donde suelen proporcionar mejores resultados que las razas europeas puras.

Otras razas de bovino de Asia meridional no han salido de su zona de origen, como ocurre con las razas Hariana, Siri, Bengali, Bhagnari, Kangayam y Khillari –que se encuentran en dos países o más de Asia meridional– junto con numerosas razas locales.

#### **Razas con ancestros africanos**

Las razas africanas representan una cifra relativamente reducida de las razas que se han difundido fuera de sus ámbitos de origen.

#### **Recuadro 8 Bovino Nelore**

El bovino Nelore proviene del bovino Ongole de tipo cebú de la India, que Brasil empezó a comprar a la India a principios de 1900. En Brasil la raza pasó a llamarse Nelore, como el distrito de Nelore de la región hoy llamada Andhra Pradesh (India). La raza arraigó en América del Sur y, en la década de 1950, Argentina inició su programa de cría de la «Nelore Argentina». Más adelante, la Nelore se exportó a los Estados Unidos de América y allí dio origen a la Brahman. En 1995, la raza sumaba más del 60 % de los 160 millones de bovinos de Brasil y, en 2005, un 85 % de los 190 millones de bovinos de Brasil tenían sangre Nelore.

Irónicamente, mientras que la raza Ongole ha prosperado en diferentes países de América del Norte y del Sur, el Caribe, Asia sudoriental y Australia, su población ha disminuido levemente en el ámbito original de la ribereña Andhra Pradesh, además de ser cualitativamente inferior a la población de Brasil.

Fuente: Mathias y Mundy (2005).

La N'dama, una raza de bovino de carne tripanotolerante que se cree que surgió en las montañas Fouta-Djallon de Guinea, se ha registrado en 20 países, todos ellos en África occidental y central (Figura 22). Ocupa la 20.<sup>a</sup> posición en cuanto a número de países donde se registra la raza. La Boran, una raza criada por los pastores Borana en Etiopía y mejorada por los ganaderos de Kenya (Homann *et al.*, 2006), se registra en 11 países (nueve en África oriental, central y meridional, además de Australia y México). La raza Africander es la raza nativa más popular de Sudáfrica: se registra en otros ocho países africanos, así como en Australia. La Tuli de Zimbabwe se encuentra en ocho países (cuatro en el África meridional, además de Argentina, México, Australia y los Estados Unidos de América).

Determinadas razas africanas se han cruzado con las europeas para producir nuevas razas como la Bonsmara (resultado del cruce Africander × Hereford y Shorthorn en Sudáfrica (véase la Figura 22–), Senepol (un cruce de N'dama × Red Poll, criado en las Islas Vírgenes [EE.UU.] e importado a los Estados Unidos de América) y Belmont Red (cruces Africander × Hereford y Shorthorn, criados en Australia). Como muestran los ejemplos, estos cruces han tenido lugar tanto en África (principalmente en Sudáfrica) como en otros lugares.

#### **Razas de otras regiones**

Muy pocas razas de otras partes del mundo se han difundido más allá de su ámbito original. El bovino de Asia central, oriental y sudoriental ha tenido poca repercusión en los rebaños mundiales.

### **3.2 Ovino**

El ganado ovino se encuentra entre las especies domésticas más ampliamente distribuidas. Son multifuncionales, adaptables y no existen restricciones religiosas sobre el uso de su carne (como mínimo entre las religiones dominantes). El ovino de cría se intercambia principalmente en

## PARTE 1

forma de animales vivos. La IA produce resultados menos satisfactorios en el ovino que en el bovino puesto que requiere sistemas de producción con un alto coeficiente de capital y es importante únicamente donde el uso de semen fresco resulta práctico, como en programas de cría de ovejas lecheras en España, Francia e Italia (Schäfer y Valle Zárate, 2006). Se registran unas 59 razas en cinco países o más. Las razas de mayor difusión son la Suffolk, Merino y Texel, seguidas de la Corriedale y Barbados Black Belly.

### **Razas con ancestros europeos**

Las razas de ovino europeas son las más difundidas en el mundo, pero no son tan dominantes como las de bovino. Suman cinco de las 10 razas principales del mundo, y 35 de las 59 razas registradas en 10 países o más (Figura 19). Las tres principales razas son de origen europeo: Suffolk (raza de carne y lana del este de Inglaterra, se encuentra en 40 países en todas las regiones), Texel (raza de carne de los Países Bajos, en 29 países) y Merino (raza de lana de España) (Figura 23). La raza merina seguramente pasaría a ser la primera si se agruparan muchas de sus razas derivadas: se ha cruzado y seleccionado ampliamente para producir una multitud de nuevas razas.

Ocho de las principales razas de origen europeo proceden del sur y el este de Inglaterra; tres se originaron en Francia, mientras que el resto provienen de Alemania, España, la Federación de Rusia, Finlandia y los Países Bajos. Al igual que con el bovino, muchas de estas razas son variedades locales tradicionales que se formalizaron como razas en el siglo XIX. Las razas de ovino europeo se han difundido a muchos otros países. Han arraigado satisfactoriamente en las zonas templadas de América del Norte y en el Pacífico sudoccidental. Las transferencias se iniciaron con los primeros asentamientos europeos en estas zonas y han continuado hasta la actualidad. Canadá es una parada frecuente de las razas europeas antes de que sean importadas a los Estados Unidos de América, posiblemente debido a los reglamentos de dicho país para evitar la propagación de enfermedades.

Los países de la EU15 son exportadores netos de ovino de pura raza, con España en cabeza. Portugal, Francia y Alemania también exportan pequeñas cantidades de ovino de cría (Schäfer y Valle Zárate, 2006). El intercambio se produce principalmente entre los países de la EU15, con Europa oriental como destino adicional importante.

América del Norte, Australia y Nueva Zelandia disponen de programas activos de cría de ovino. Tres razas producidas en estas zonas se han extendido ampliamente: la Corriedale, que es la cuarta raza más extendida; la Katahdin (basada en un cruce de razas africanas y europeas) y la Poll Dorset. Todas derivan, al menos en parte, de progenitores europeos.

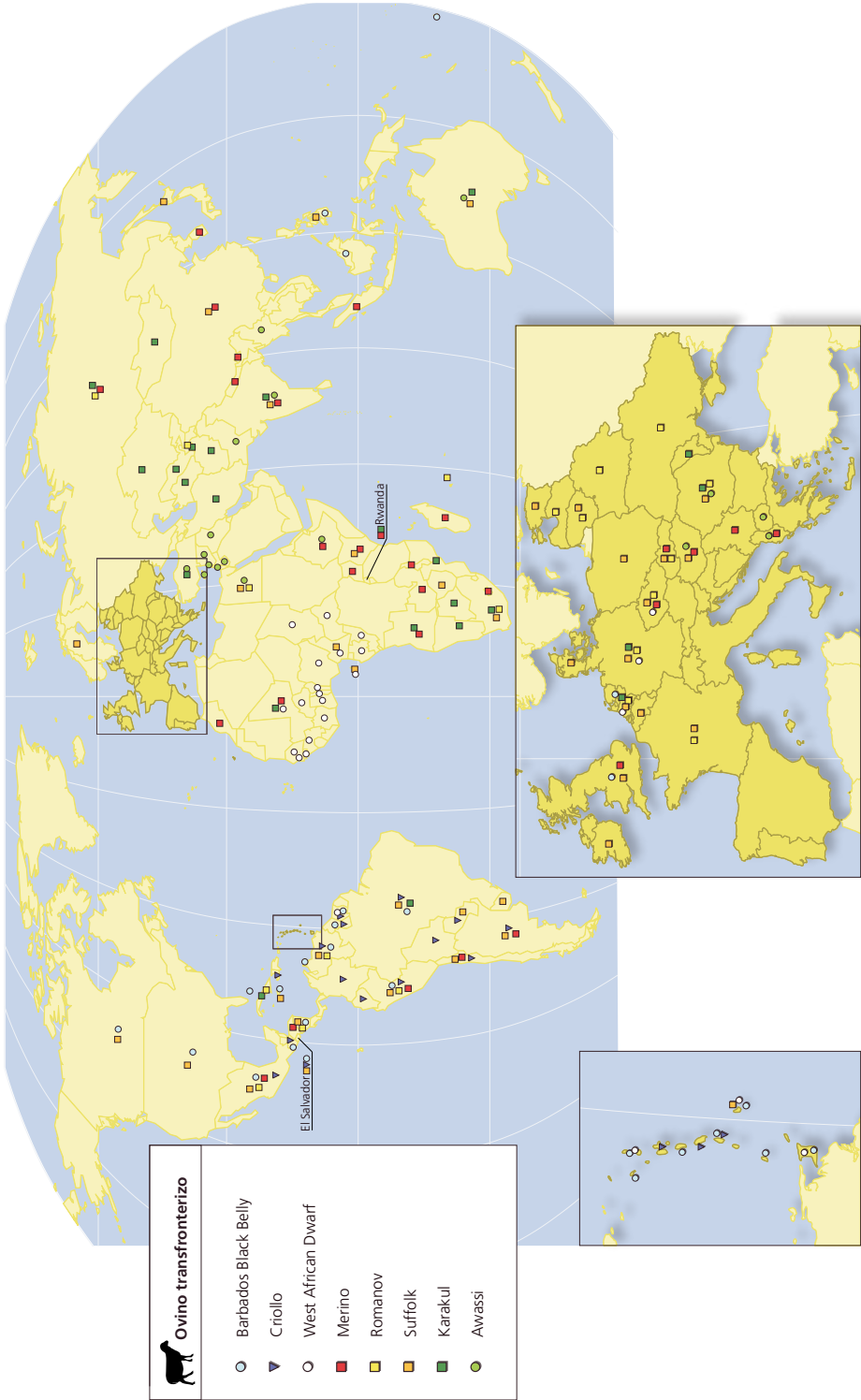
Las razas europeas se han exportado a sólo unos pocos países del Sur, principalmente la Merino (razas puras en 11 países de África, seis en Asia y cinco en América Latina y el Caribe) y la Suffolk (cinco países africanos, cuatro en Asia y 12 en América Latina y el Caribe). América Latina y el Caribe han sido el destino de más razas europeas que otras zonas del mundo en desarrollo. La raza Criollo, descendiente de las primeras importaciones europeas, está presente en casi todos los países de América Latina y el Caribe (Figura 23).

Las razas europeas han contribuido en muchas de las más de 440 razas híbridas que se han seleccionado durante los últimos tres o cuatro siglos en todo el mundo (Shrestha, 2005, citado en Schäfer y Valle Zárate, 2006). La Barbados Black Belly y la Dorper son ejemplos de razas muy extendidas con ascendencia mixta europea y no europea.

### **Razas africanas**

Las razas de ovino africanas han tenido un éxito relativo. Dichas razas (o sus descendientes) representan por lo menos 11 de las 29 razas que se encuentran en 10 países o más. La West African Dwarf se encuentra en 24 países: 17 en África, tres en Europa y cuatro en el Caribe (Figura 23). La Black Headed Persian, que proviene de

**FIGURA 23**  
Distribución de las razas ovinas transfronterizas



## PARTE 1

Somalia, se ha extendido a 18 países, 13 de los cuales en África. Desde Sudáfrica, se exportó al Caribe.

Las razas africanas también han contribuido a la aparición de nuevas razas en otros lugares del mundo. La de mayor éxito es la Barbados Black Belly, una raza de pelo que surgió en la isla caribeña de Barbados a mediados de 1600 y que ahora se halla en 26 países del Caribe y la América tropical, y que también se ha exportado a Europa, Malasia y Filipinas. La raza Dorper de Sudáfrica es la segunda más común en Sudáfrica y se ha extendido a 25 países, principalmente en África y América Latina. Su historia ilustra la compleja naturaleza de los flujos de genes (Recuadro 9). La Katahdin fue criada en los Estados Unidos de América a partir de los cruces entre ovinos de pelo de África occidental y Wiltshire Horn, y ha sido ampliamente exportada a América Latina. La St Croix descende de ovinos de pelo de África occidental (o posiblemente de un cruce Wiltshire Horn × Criollo). Se obtuvo en las Islas Vírgenes (EE.UU.) antes de exportarse a otros países de las Américas y al resto del mundo.

Otras razas africanas se han mantenido más o menos confinadas en el continente. Ejemplo de ello son la raza Fulani de África occidental (10 países), la Uda de alrededor del lago Chad (nueve países) y la Black Maure de Mauritania (seis países). Todas ellas son mantenidas por pastores, que migran largas distancias y comercian con ganado. Gracias a ellos, estas razas se han distribuido ampliamente en países contiguos.

### **Razas de Asia y Cercano y Medio Oriente**

En contraste con el bovino de Asia, muy pocas razas de ovino de estas regiones se han dispersado fuera de su ámbito de origen, a pesar de que Asia cuenta con alrededor del 40 % del ganado ovino del mundo. Excepciones de ello son las razas Karakul y Awassi. La Karakul, antigua raza de Turkmenistán y Uzbekistán, en la actualidad es numerosa en el África meridional y se ha difundido también a la India, Australia, Brasil, Europa y los Estados Unidos de América (Figura 23). La Awassi, raza originaria de Iraq, se

mejoró en Israel en la década de 1960 y desde entonces se ha extendido a 15 países de Europa meridional y oriental, Asia central, Australia y el Cercano y Medio Oriente (Figuras 23 y 24). La transferencia a los países tropicales de África y Asia ha tenido un éxito limitado (Rummel *et al.*, 2006).

### **3.3 Cabras**

Las cabras son de gran relevancia económica para los pequeños productores del Sur, especialmente en zonas ecológicamente marginales, como tierras de secano y montañas, donde no pueden mantenerse fácilmente otros animales domésticos. Su importancia es limitada en la agricultura del Norte, aunque se han obtenido algunas razas lecheras de alto rendimiento en Europa central a través de la actualización del ganado local con razas lecheras de origen suizo. El incremento de los niveles de vida en el Cercano y Medio Oriente y la migración de personas que prefieren la carne de cabra han ampliado la demanda de este producto y han fomentado la difusión de la cabra Boer a lo largo de las últimas décadas (Alandia Robles *et al.*, 2006).

Con la excepción de unas pocas razas ampliamente distribuidas, las razas de cabra se han extendido mucho menos que las de bovino u ovino. Las ocho razas principales (Saanen, Anglo-Nubienne, Boer, Toggenburg, Alpine, West African Dwarf, Angora y Creole) se distribuyen en 24 países o más así como en diversas regiones (Figura 19). Sin embargo, tras estas ocho primeras se produce una caída brusca: la siguiente raza más popular es la Sahelienne, que se encuentra en sólo 14 países, casi todos en África occidental, a excepción de uno. Con todo, un número menor de razas de cabra se ha dispersado fuera de sus lugares de origen. Sólo existen tres razas (Saanen, Anglo-Nubienne y Toggenburg) registradas en todas las regiones del mundo. En los países desarrollados, el número de razas de cabras se redujo drásticamente durante el siglo XX como resultado de la creciente importancia del bovino.

### Recuadro 9 Reformulación continua de genes – ovino Dorper

La historia de la raza Dorper demuestra la compleja naturaleza del flujo de genes y la continua recomposición de rasgos que los ganaderos llevan a cabo en respuesta a las cambiantes condiciones del mercado. El ovino Dorper se obtuvo en la década de 1930 en Sudáfrica con el cruce de las razas Black Headed Persian y Dorset Horn.

La raza Black Headed Persian en realidad no tiene nada que ver con Persia, sino que fue fruto de cuatro ejemplares procedentes de Somalia que llegaron a Sudáfrica en 1868 en un buque que zarpó de Persia, y que los transportó. Aunque uno de los cuatro ejemplares murió, los restantes formaron el núcleo de una población de Black Headed Persian que se registró en el libro genealógico de Sudáfrica en 1906.

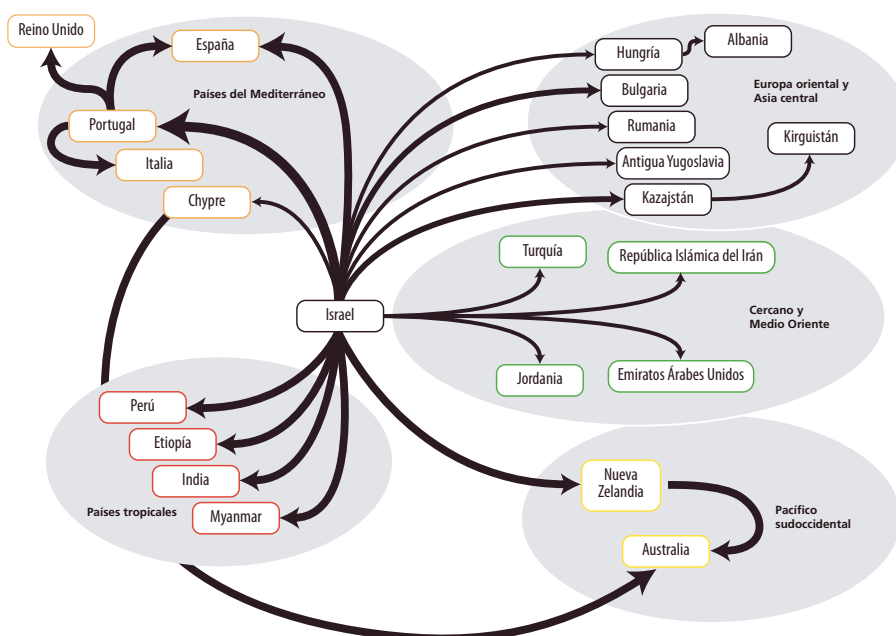
La raza Dorset Horn tuvo su origen en el cruce de ovinos españoles con ejemplares ingleses durante el siglo XVI y se caracterizaba por poder

reproducirse en cualquier época del año. Esta raza se conoció inicialmente como Portland, pero se mejoró posteriormente al aparearla con ejemplares de la raza Southdown.

En 1995 se importó la raza Dorper a Alemania, donde está ganando popularidad porque no requiere mano de obra intensiva de esquila en un momento en que el mercado de la lana ha disminuido. En la actualidad, los animales de cría Dorper de Australia se exportan a Viet Nam y la India. Además, la raza Dorper se ha cruzado con la Damara, una raza de cola gruesa sudafricana y se ha obtenido la raza Damerper. Los carneros Damerper se cruzan con ovejas Merino para producir animales de carne que se envían desde Australia hasta Medio Oriente para matanza.

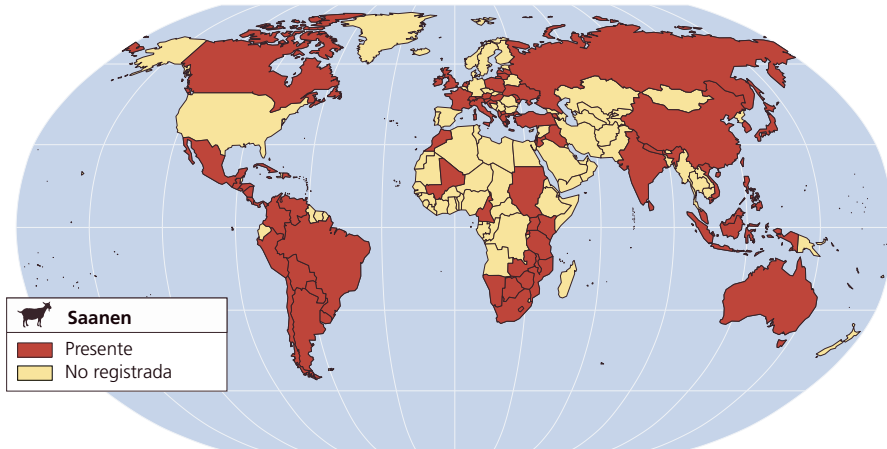
*Fuente:* Sistema de información sobre recursos genéticos de los animales domésticos (DAGRIS) <http://dagris.ilri.cgiar.org/> (2006).

**FIGURA 24**  
Flujo de genes de ovinos Awassi y Assaf mejorados de Israel

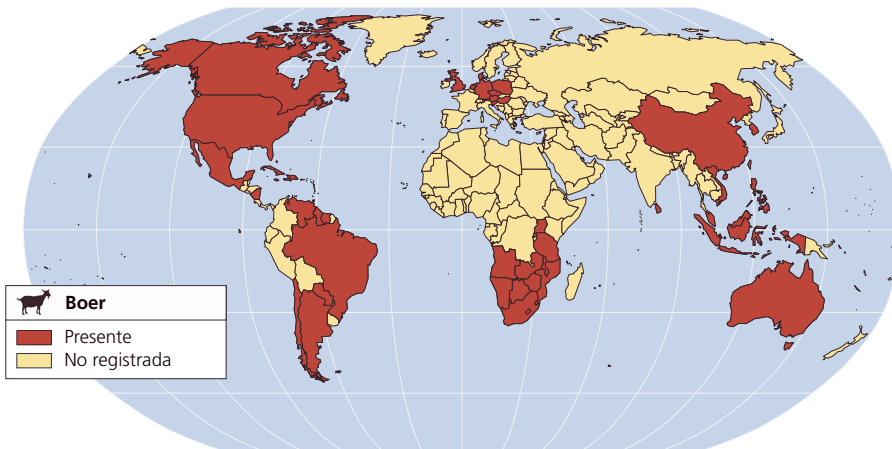


PARTE 1

**FIGURA 25**  
Distribución de cabras Saanen



**FIGURA 26**  
Distribución de cabras Boer



**Razas con ancestros europeos**

Las razas puramente europeas representan sólo seis de las 25 razas principales (aquellas distribuidas en cinco países o más). La mayoría tienen origen en los Alpes, o fueron mejoradas a partir de ganado procedente de esa zona (las

razas Saanen, Toggenburg y otras razas alpinas). También entre las razas principales (en el séptimo lugar) se halla la Angora, una raza mohair de la zona de Ankara, en la Turquía actual. Esta antigua raza pasó de moda cuando aumentó la disponibilidad de Merino para la producción de



lana, pero con el resurgimiento del interés por el mohair en la década de 1970, varios países empezaron a mejorar sus poblaciones de Angora (Alandia Robles *et al.*, 2006).

Las seis razas principales europeas también se encuentran fuera de Europa. La cabra lechera Saanen es la raza más difundida –se encuentra en 81 países y en todas las regiones del mundo (Figura 25)–. Las cabras europeas también han proporcionado material reproductivo para razas derivadas como la Anglo-Nubienne, la Boer (Figura 26), la Creole y la Criollo.

### **Razas africanas**

Las razas africanas suman siete de las 25 razas de cabras de mayor distribución. Se dividen en dos grupos: las híbridas (conseguidas por lo general a través de cruces con razas europeas), que están muy extendidas fuera de África; y las razas que han permanecido principalmente en dicho continente. En la primera categoría se encuentran la Anglo-Nubienne (surgida en el Reino Unido con el cruce de cabras británicas, africanas e indias, y ahora registrada en 56 países de todo el mundo), la Boer (criada en Sudáfrica a partir de animales autóctonos, europeos e indios, y que ahora se encuentra en 53 países), y la Criollo (raza caribeña con antepasados africanos y europeos). Las razas que han permanecido en gran medida limitadas a África incluyen la West African Dwarf (25 países), Sahelienne, Small East African y Tuareg. Cuando se han exportado a otros países, estas razas se han criado en pequeños rebaños experimentales o de propiedad de criadores aficionados.

### **Razas de Asia y Cercano y Medio Oriente**

Las montañas del Asia sudoccidental y central son el lugar de origen de las cabras, donde se siguen encontrando ejemplares silvestres de bezoar y markhor. Otras razas de esta región son la Cachemira, Damascus, Syrian Mountain, Russian Central Asian Local Coarse-Haired y su derivada Soviet Mohair. La Damascus se ha mejorado recientemente en Chipre y ha logrado reconocimiento internacional como

raza lechera destacada en las regiones tropicales y subtropicales. Si bien las cifras de población siguen siendo bajas, la raza se ha extendido alrededor de la cuenca mediterránea (Alandia Robles *et al.*, 2006).

En Asia meridional existen más de 200 millones de cabras, una cuarta parte de la población mundial. Sin embargo, las razas de Asia meridional están confinadas en gran medida a este continente, puesto que sólo tres se incluyen entre las 25 razas principales de todo el mundo: la Jamnapari, Beetal y Barbari. Asia oriental cuenta con otro cuarto de la población mundial de ganado caprino, pero no cuenta con ninguna de las 25 mejores razas del mundo (excepto la Cashmere, cuya distribución incluye parte de la subregión).

### **Otras razas**

Tres razas surgidas en las Américas entran dentro de las 25 principales: la Creole, la Criollo y La Mancha. Todas evolucionaron a partir de los animales importados por los colonizadores europeos.

## **3.4 Cerdos**

En el siglo XVIII se introdujeron en Europa los cerdos pequeños y de huesos ligeros de China y el Asia sudoriental. La combinación de material genético europeo y asiático sentó la base para la aparición de las razas modernas de cerdos europeos.

Tras 1945, empezaron a elaborarse programas de cría nacionales, regionales y comerciales en Europa y América del Norte. La atención se centró en los mercados locales, pero también se exportaron animales de pura raza para el cruce: Hampshire, Duroc y Yorkshire de los Estados Unidos de América a América Latina y Asia sudoriental; y Large White (Figura 27) y Swedish Landrace de el Reino Unido a Australia, Nueva Zelandia, Sudáfrica, Kenya y Zimbabwe (Musavaya *et al.*, 2006).

A finales de la década de 1970, las operaciones comerciales empezaron a producir cerdos de engorde mediante programas de mejoramiento de híbridos (Recuadro 10).

## PARTE 1

No existen datos públicos sobre la exportación de cerdos híbridos, pero es probable que supere el comercio de animales reproductores de pura raza registrado en las estadísticas de exportación. Predomina la transferencia de animales vivos. El uso de semen, embriones y otras biotecnologías está aumentando, pero sigue siendo una función menor. Los principales países productores de material de cría porcino son el Reino Unido, Países Bajos, Dinamarca, Suecia, Bélgica, Hungría y los Estados Unidos de América. También existen empresas de mejoramiento fuertes en el Sur, por ejemplo en Tailandia, Filipinas y China (Alandia Robles *et al.*, 2006).

### Razas europeas

La distribución mundial de cerdos está dominada únicamente por cinco razas, todas ellas procedentes de Europa y los Estados Unidos de América: Large White (117 países), Duroc (93 países), Landrace (91 países), Hampshire (54 países) y Piétrain (35 países). Las razas de Europa y los Estados Unidos de América también dominan por completo la lista de las 21 razas porcinas registradas en cinco países o más: 15 razas son europeas, todas del noroeste y centro de Europa (seis del Reino Unido, tres de Países Bajos, dos de Bélgica y otras dos de Dinamarca, una de Alemania y una que se originó en el antiguo Imperio Austrohúngaro). Cuatro de las razas restantes proceden de los Estados Unidos de América y, por último, una es una cepa comercial suministrada por PIC, un importante criador de cerdos británico (véase el Recuadro 10).

### Razas norteamericanas

La raza más difundida de los Estados Unidos de América es la Duroc (93 países, segunda raza en todo el mundo). Los orígenes de esta raza rojiza son desconocidos, pero pueden incluir animales de Guinea en África occidental, de España, Portugal y el Reino Unido. Las otras razas de los Estados Unidos de América entre las 21 principales de todo el mundo son la Hampshire (creada en New Hampshire a partir de animales británicos en

el siglo XIX, 54 países), la Poland China (de varias fuentes, 13 países) y la White Chester (a partir de animales británicos, seis países).

### Otras razas

La única raza diferente entre las 21 principales es la Pelon, miniatura de América Central que se encuentra en siete países. A pesar del gran número de cerdos existentes en el Asia oriental (más de la mitad de la población mundial total), esta región

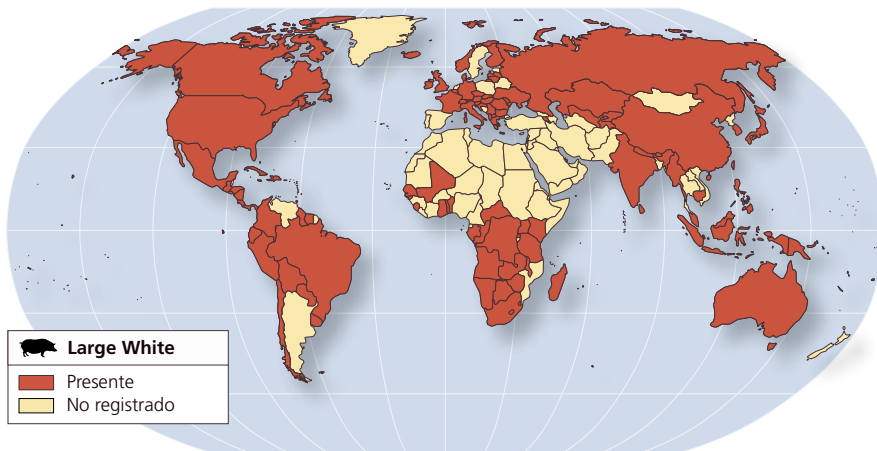
### Recuadro 10 Cerdos híbridos

Los programas de mejoramiento de híbridos emplean cruces entre sementales especializados y líneas de hembras obtenidas a través de una selección intensa de razas dentro de una misma línea que incluyen la German Landrace, Piétrain, German Large White y Leicoma (Mathias y Mundy, 2005). Se exportaron piaras de verracos y cerdas jóvenes como abuelos y bisabuelos para programas de cría en otros países y regiones –proceso llevado a cabo bajo la supervisión y, a menudo, la propiedad de la empresa exportadora–. Las empresas no suelen vender cerdos de raza pura sino es con contratos que prohíben o limitan la cría en pureza de raza. Además, los productores deben permitir que la compañía de mejoramiento examine sus sistemas de registro y pagar un «canon genético» cada vez que un nuevo animal de cría producido en la unidad de multiplicación se traslada a la de reproducción (Alandia Robles *et al.*, 2006).

Los mayores proveedores comerciales de cerdos de cría son la empresa británica PIC (actualmente Genus), que domina el mercado de los Estados Unidos de América, la JSR (también con sede en el Reino Unido) y las empresas Topigs y Hyporc de Países Bajos.

Por motivos de bioseguridad, algunas compañías mantienen núcleos de rebaños de cría en Canadá. PIC, por ejemplo, cuenta con una piara de este tipo en Saskatchewan. Muchas transferencias internacionales de cerdos se originan en esta piara, que acoge razas o líneas provenientes de todo el mundo (Alandia Robles *et al.*, 2006).

**FIGURA 27**  
Distribución de cerdos Large White



no aporta ninguna de las 21 razas principales. Los cerdos asiáticos, sin embargo, contribuyeron a las razas porcinas más dominantes del mundo, ya que muchas razas europeas parecen tener alguna ascendencia china.

### 3.5 Gallinas

La gallina es el tipo más antiguo de ave de corral. Sin embargo, las razas más importantes surgieron en la segunda mitad del siglo XIX, por ejemplo la White Leghorn, New Hampshire y Plymouth Rock. La raza White Leghorn proviene de gallinas del medio rural italiano que llegaron a los Estados Unidos de América en la década de 1820, donde fueron seleccionadas para la producción de huevos y se reimportaron a Europa tras la Primera Guerra Mundial.

Las razas de gallinas se dividen entre ponedoras (utilizadas principalmente para la producción de huevos), de engorde (para carne), las razas de doble propósito (carne y

huevos), las razas de lucha y las ornamentales. En el Norte, las cepas comerciales dominan la producción de carne y huevos, mientras que las razas locales se restringen a los aficionados. En el Sur, sin embargo, las razas locales siguen desempeñando una función relevante, puesto que en algunos países constituyen el 70-80 % de la población de gallinas (Guèye, 2005; y FAO, 2006). Las gallinas del sector aficionado son muy diferentes entre sí, pero eso no significa necesariamente que sean genéticamente muy diversas (Hoffmann *et al.*, 2004). Lo mismo puede ser cierto para las razas autóctonas de los países en desarrollo (FAO, 2006).

#### **Razas norteamericanas**

Las gallinas fueron introducidas a América del Norte por los españoles y, más adelante, por otros europeos a partir del año 1500. Estas aves se diversificaron gradualmente en razas distintas. Las de América del Norte representan ahora tres

## PARTE 1

de las cinco razas principales más ampliamente distribuidas en todo el mundo y siete de las 67 razas registradas en cinco países o más. Las tres principales son la Rhode Island Red, Plymouth Rock y New Hampshire. Todas ellas son razas de doble propósito, ponedoras y de engorde, creadas en el noreste de los Estados Unidos de América.

### **Razas europeas**

Las razas que se originaron en Europa suman 26 de las 67 razas de gallinas registradas en cinco países o más. La raza Leghorn mencionada anteriormente es la más difundida: se encuentra en 51 países y se clasifica en segundo lugar. También contribuye de forma destacada en las cepas comerciales. La segunda raza europea más común es la Sussex del Reino Unido, que se encuentra en 17 países (décima en la clasificación).

### **Cepas comerciales**

Las cepas comerciales dominan la distribución mundial de gallinas, con 19 de las 67 razas principales. Como las empresas interesadas mantienen en secreto la información sobre mejoramiento, no existen datos sobre la proveniencia de estas cepas. Sin embargo, parece que la mayoría derivan de la White Leghorn, Plymouth Rock, New Hampshire y White Cornish (Campbell y Lasley, 1985). Las cepas comerciales están controladas por un pequeño núcleo de empresas transnacionales con sede en los países del noroeste de Europa y los Estados Unidos de América. En los últimos años el sector ha continuado consolidándose. En la actualidad, únicamente dos compañías de mejoramiento destacadas (Erich Wesjohann, con sede en Alemania y Hendrix Genetics, de los Países Bajos) dominan el mercado internacional, y tres criadores principales (Erich Wesjohann, Hendrix Genetics y Tyson, de los Estados Unidos de América) controlan el mercado del pollo de engorde. Las empresas mantienen muchas líneas de cría independientes (Recuadro 11) y diferentes unidades dentro de una empresa

pueden competir entre sí por la cuota de mercado (Flock y Preisinger, 2002; sitios web de empresa).

### **Razas de otras regiones**

La raza más difundida no incluida en las categorías anteriores es la Aseel, procedente de la India, que se registra en 11 países y se encuentra en el 17.º puesto mundial. A continuación se hallan diferentes razas chinas: Brahma y Cochin (que evolucionaron ulteriormente en los Estados Unidos de América) y Silkie (raza de plumas parecidas al pelaje). Otras razas asiáticas se consideran «ornamentales» en Occidente: Sumatra (de Indonesia, ocho países), Malay Game y Onagadori (raza de cola larga de Japón). También cabe mencionar la raza Jungle Fowl (cinco países) de Asia sudoriental, que es el ancestro del ave de corral moderna.

La única raza australiana entre las 67 principales es la Australorp, derivada de la Black Orpington, una raza británica. Registrada en 16 países, esta raza es la 12.ª en cuanto a distribución mundial. Es famosa porque cuenta con el récord mundial de puesta: una gallina puso 364 huevos en 365 días.

### **3.6 Otras especies**

El flujo de genes también ha sido significativo en otras especies de ganado. Entre los caballos, por ejemplo, la raza árabe es la más difundida a escala mundial. Ha tenido una influencia única en las razas de caballos en toda Europa y se ha expandido a 52 países. La raza de pato Pekin se originó en la década de 1870 en los Estados Unidos de América, a partir de una población china. Ahora es la raza de pato más extendida, registrada en 35 países de todo el mundo. En el siglo XIX, los dromedarios se exportaron a Australia, América del Norte, África meridional, Brasil e incluso a Java. Si bien en Java murieron inmediatamente a causa de enfermedades, los desiertos australianos resultaron un entorno propicio, de modo que se establecieron grandes rebaños asilvestrados. Desde su centro de origen en Asia, el yak también se

### Recuadro 11 El sector de cría de gallinas

Las compañías de mejoramiento han obtenido una serie de líneas, cada una con un conjunto de características deseables, como la capacidad ponedora o una elevada tasa de crecimiento. Estas líneas se cruzan entre sí, y posteriormente con otras líneas, para dar lugar a ejemplares híbridos que ponen huevos o a pollos de engorde que llegan a las mesas de los consumidores. Las empresas protegen celosamente su ganado de cría de línea pura. La estructura del sector se ilustra en la Figura 48 (en la Parte 4 - Sección D). El mejoramiento de líneas puras con las características deseadas es costoso y lento. Como consecuencia, los nuevos aspirantes del sector deben invertir grandes sumas para entrar en el mercado y, por lo tanto, resulta más económico confiar en los proveedores de ganado existentes. Las grandes compañías de mejoramiento carecen de presencia y experiencia local para penetrar en nuevos mercados; así, con frecuencia ofrecen licencias a empresas locales para que ejerzan de distribuidores de su material a pequeños ganaderos.

*Fuente: Mathias y Mundy (2005).*

ha introducido en el Cáucaso, América del Norte (3 000 animales) y muchos países de Europa. Se importaron a Europa principalmente como curiosidad, pero han demostrado tener determinadas ventajas para los sistemas de explotación ganadera de las montañas puesto que prácticamente no requieren insumos. Su carne se puede comercializar y, además, tienen valor turístico. Desde los Estados Unidos de América se dispersaron hacia Argentina. El reno domesticado de Siberia se introdujo en Alaska en 1891 y, desde allí, a Canadá. Se introdujo a Islandia entre 1771 y 1787 y, posteriormente, se asilvestró. En 1952 se introdujo de Noruega a Groenlandia (Benecke, 1994).

## 4 Repercusión de los flujos de genes en la diversidad

Los flujos de genes pueden tanto aumentar como reducir la diversidad. El tipo de repercusión depende de diferentes factores, como la adecuación medioambiental del país receptor, además de las estructuras organizativas tanto del país receptor como del emisor (Mathias y Mundy, 2005). Es importante tener en cuenta que la cantidad de material transferido no es indicativa de su repercusión. Existen casos en que la importación de unos pocos animales ha tenido un efecto enorme en el mejoramiento de la raza. En otros casos, en cambio, se importó un gran número de animales con pocas consecuencias.

Durante las primeras dos fases del flujo de genes descritas anteriormente, que abarcan el período desde el inicio de la cría de ganado en la prehistoria hasta mediados del siglo XX, el flujo de genes generalmente aumentaba la diversidad. Sin embargo, durante las últimas cuatro o cinco décadas, la evolución y la expansión de la producción de ganado intensiva y la exportación de sistemas de producción completos han conducido a la reducción de la diversidad mediante la sustitución a gran escala de las razas locales por una pequeña cantidad de razas prósperas mundialmente.

Este proceso ya ha hecho su curso en América del Norte y Europa, donde el 50 % de las razas documentadas se clasifican como extintas, en situación crítica o en peligro. El mismo proceso se está reviviendo ahora en los países en desarrollo como China, que da prioridad a los sistemas de producción intensiva y dispone de los recursos para implantarlos.

### 4.1 Flujo de genes que aumenta la diversidad

A lo largo de la historia, los flujos de genes han sido cruciales para el aumento de la diversidad, que a su vez permitió que los ganaderos se adaptaran a nuevas situaciones y requisitos.

## PARTE 1

Los flujos de genes aumentan la diversidad en las situaciones siguientes:

- **Las razas o animales importados se adaptan al entorno local y se obtiene una variedad local a partir de la raza importada.** Ejemplo de ello es la introducción de razas españolas y portuguesas en América del Sur, que en algunos casos dieron lugar a las razas Criollo, de carácter resistente. Otro ejemplo es la difusión del ovino Merino a gran parte de Europa y a muchos países del resto del mundo.
- **Las razas o animales importados se cruzan con razas locales y se crean razas sintéticas con las características de ambas razas progenitoras.** Por ejemplo, el cruce de cerdos chinos y del sudeste de Asia con animales europeos dio lugar a razas de cerdos precoces de crecimiento rápido en la década de 1880. En América del Sur, el sector de la carne de bovino se expandió tras la importación de razas como Ongole y Gir y su cruce con la raza Criollo local. Los programas de cruce estructurado también pueden emplearse para reducir la pérdida de diversidad si crean una justificación para el mantenimiento de poblaciones de raza pura de razas locales que de otro modo menguarían.
- **Uso selectivo de «sangre fresca» en las razas de los libros genealógicos.** Los criadores han aprovechado con frecuencia la introducción racional de «sangre fresca» mediante el uso discriminado de sementales de diferentes razas con el fin de mantener la vitalidad del acervo génico que, de otro modo, se habría estancado. Ejemplo de ello es la introducción ocasional de sementales ingleses o árabes de pura sangre en las razas equinas alemanas.
- **Transferencia selectiva de genes que contienen el código de características específicas.** Esta técnica se ha hecho realidad gracias a los avances en estadística y biotecnología. Ejemplo de ello es la

introducción del gen Booroola que determina el tamaño de la camada en los ovinos Awassi mejorados de Israel para crear la raza Afec Awassi. El gen puede localizarse en un rebaño de ovinos Indian Bengal importado a Australia a finales del siglo XVIII. En 1993, el descubrimiento de un marcador genético para este gen hizo posible la identificación de los portadores. Desde entonces, el gen y su marcador están patentados (Mathias y Mundy, 2005; y Rummel *et al.*, 2006).

La cita siguiente, extraída de Cemal y Karaca (2005), muestra diversos ejemplos de tales «genes mayores» (junto con referencias pertinentes para ampliar la lectura):

*«[en los ovinos, el] gen Inverdale que regula la tasa de ovulación (Piper y Bindon, 1982; y Davis et al., 1988) y el gen culón que regula la producción de carne (Cockett et al., 1993); en el bovino, el gen de la grupa doble que regula la producción de carne (Hanset y Michaux, 1985a,b); en cerdos, los genes del halotano y el RN que regulan la calidad de la carne (Archibald e Imlah, 1985), y el locus receptor de estrógeno que regula el tamaño de la camada (Rothschild et al., 1996); y, en las aves de corral, el gen del cuello desnudo que regula la tolerancia al calor y el gen del enanismo que regula el tamaño corporal (Merat, 1990).»*

Los marcadores de genes responsables de los rasgos deseables permiten seleccionar los portadores del rasgo en cuestión y su empleo para la reproducción en programas de introgresión asistida por marcadores. Las experiencias de los pocos programas existentes indican que el método podría generar beneficios económicos en los países en desarrollo. Sin embargo, el uso de esta tecnología debe decidirse caso por caso, y sólo funcionará en el marco de un sólido programa de reproducción existente y un registro de datos intensivo (FAO, 2007).

## 4.2 Flujo de genes que reduce la diversidad

**La sustitución de las razas locales.** El flujo de genes reduce la diversidad cuando las razas de alto rendimiento y los sistemas de producción intensiva reemplazan a las razas y los sistemas de producción locales. Desde mediados del siglo XX, un conjunto reducido de razas de alto rendimiento se ha diseminado en todo el mundo y, con frecuencia, ha desplazado a las razas tradicionales. Dichas razas suelen ser de origen europeo e incluyen las vacas Holstein-frisonas y Jersey, los cerdos Large White, Duroc y Landrace, las cabras Saanen y las gallinas Rhode Island Red y Leghorn. Este proceso se encuentra en un estado avanzado en Europa y América del Norte, pero ahora se está repitiendo en muchos países en desarrollo que hasta el momento habían conservado un gran número de razas autóctonas. Es difícil cuantificar las repercusiones de este proceso porque no se han recopilado los datos necesarios y porque existen otros factores que también han contribuido a la erosión de la diversidad. Sin embargo, no es exagerado decir que el Sur será el punto crítico de la pérdida de la diversidad de razas en el siglo XXI (Mathias y Mundy, 2005).

- En Viet Nam, el porcentaje de las cerdas de cría autóctonas descendió desde el 72 % del total de la población en 1994 hasta el 26 % en 2002. De sus 14 razas locales, cinco son vulnerables, dos se encuentran en estado crítico y tres en peligro de extinción (Huyen *et al.*, 2006).
- En Kenya, la introducción de los ovinos Dorper ha provocado la casi completa extinción del ovino rojo de los Maasai de raza pura (véase el Recuadro 95 de la Parte 4 – Sección F).

**Dilución y desintegración de las razas locales.** Con frecuencia las razas locales se han diluido por el cruce indiscriminado con ganado importado, a menudo sin un aumento significativo en los niveles de producción u otras características deseables. En la India, por ejemplo, el gobierno ha apoyado los cruces con Holstein-frisona,

Danish Red, Jersey y Pardo suizo durante muchas décadas. Esta práctica ha conllevado la dilución de las razas locales, pero a menudo no ha tenido muchas repercusiones sobre los niveles de producción. El incremento de la producción lechera en la India se puede atribuir en gran parte a la mayor utilización de búfalos y a los cambios estructurales en el sector lechero (Mathias y Mundy, 2005). La promoción indiscriminada del cruzamiento con razas exóticas puede dar lugar a la desintegración total de las razas locales. El mejoramiento de las razas de ganado *Bos indicus* con las razas *Bos taurus* septentrionales con frecuencia afecta negativamente sobre la fertilidad.

## 4.3 Flujo de genes sin repercusiones para la diversidad

El flujo de las razas y los genes con frecuencia no afecta de forma sostenida a la biodiversidad local del país receptor. Muchos esfuerzos para introducir razas en un nuevo país han fracasado, lo cual ha sido más evidente en el caso de la importación de razas europeas en las zonas tropicales húmedas: se han invertido grandes sumas de dinero en el transporte de animales alrededor del mundo, pero muchos no han logrado arraigar en sus nuevos hogares.

## 4.4 El futuro

El modo en que el flujo de genes afectará a la diversidad en el futuro dependerá fundamentalmente de los marcos político y legislativo que están ahora en proceso de desarrollo. En el contexto de la «revolución ganadera» en curso, parece probable que la transferencia de sistemas de cría porcino y bovino continuará e incluso se incrementará en los países en rápido desarrollo del Sur. Por lo tanto, la progresiva sustitución de las razas autóctonas se acelerará en muchos países en desarrollo a menos que se tomen medidas especiales para su conservación, proporcionando a los criadores de ganado el apoyo adecuado.

Sin embargo, los países están cada vez más preocupados por las repercusiones de las



## PARTE 1

importaciones indiscriminadas sobre sus razas autóctonas. Por ejemplo, Japón ha anunciado recientemente su intención de proteger al ganado de la raza Wagyu con el establecimiento de «indicaciones geográficas» (similares a las denominaciones de origen) para los productos procedentes de animales de pura raza Wagyu. Si bien durante décadas los gobiernos de los países en desarrollo dieron preferencia a las razas exóticas, ahora se observa un giro en la dirección opuesta, con llamadas a prohibir a los agricultores el uso de dichas especies (que pueden provocar consecuencias negativas en los medios de vida de las personas que se beneficiarían del uso de estas razas).

Los posibles peligros para el libre intercambio de recursos genéticos yacen en la adopción generalizada del concepto de acceso y distribución de los beneficios, ya que requeriría negociaciones bilaterales a escala gubernamental a fin de determinar los detalles de una posible repartición de los beneficios cada vez que se transfiriera ganado entre las fronteras nacionales. Cabe esperar que esto prolongaría el proceso burocrático y dificultaría todavía más o, en algunos casos, imposibilitaría, el intercambio de material genético. La (todavía limitada) experiencia de los recursos fitogenéticos ha demostrado que los gobiernos, más que los agricultores, pueden sacar partido de los regímenes de acceso y distribución de los beneficios.

La aplicación de estos conceptos significaría que los gobiernos tendrían que permitir todas las transferencias de material genético a través de las fronteras nacionales y establecer las condiciones en que estas tienen lugar. De este modo se reduciría la capacidad de seleccionar nuevas razas y de perjudicar al sector ganadero, además de reducir los daños de las economías agrícolas. Debido al temor de la biopiratería, los países podrían ser reticentes a permitir el acceso oficial a sus recursos genéticos.

El mayor uso de la normativa sobre derechos de propiedad intelectual (DPI) también puede restringir el intercambio de recursos zoogenéticos. Los secretos comerciales y los acuerdos de concesión de licencias ya rigen el sector de cría

de porcino y de aves de corral, lo que limita el control de los genes dentro de un concentrado sector privado. El uso del sistema de patentes para obtener el control sobre los procesos de cría podría concentrar todavía más la cría de animales en unas pocas manos.

## Referencias

- Alandia Robles, E., Gall, C. y Valle Zárate, A. 2006. Global gene flow in goats. En A. Valle Zárate, K. Musavaya y C. Schäfer, eds. *Gene flow in animal genetic resources: a study on status, impact and trends*, págs. 229–240. GTZ, BMZ.
- Archibald, A.L. y Imlah, P. 1985. The halothane sensitivity locus and its linkage relationships. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics*, 16: 253–263.
- Benecke, N. 1994. *Der Mensch und seine Haustiere*. Stuttgart. Theiss Verlag.
- Campbell, J.R. y Lasley, J.F. 1985. *The science of animals that serve humanity*. Nueva York, EE.UU. McGraw-Hill.
- Cemal, i. y Karaca, O. 2005. Power of some statistical tests for the detection of major genes in quantitative traits: I. Tests of variance homogeneity. *Hayvansal Üretim*, 46(2): 4046 (disponible en [http://web.adu.edu.tr/akademik/icemal/Papers/34\\_HayvansalUretim-MajorGen-I.pdf](http://web.adu.edu.tr/akademik/icemal/Papers/34_HayvansalUretim-MajorGen-I.pdf) [último acceso: 22 de mayo de 2006]).
- Chupin, D. y Thibier, M. 1995. Survey of the present status of the use of artificial insemination in developed countries. *World Animal Review*, 82: 58–68.
- Clutton-Brock, J. 1999. *A natural history of domesticated mammals*. 2.<sup>a</sup> edición. Cambridge, Reino Unido. Cambridge University Press.



- Cockett, N.E., Jackson, S.P., Green, R.D., Shay, T.L. y George, M. 1993. Identification of genetic markers for and the location of a gene (callipyge) causing muscle hypertrophy in sheep. *Proc. Texas Tech. Univ. Agric. Rep.*, N.º T-5-327: 4–6.
- Crosby, A. 1986. *Ecological imperialism*. Cambridge, Reino Unido. Cambridge University Press.
- DAD-IS. 2006. *Sistema de información sobre la diversidad de los animales domésticos (DAD-IS)*. FAO (disponible en <http://www.fao.org/dad-is/>).
- DAGRIS. 2006. *Sistema de información sobre recursos genéticos de los animales domésticos*. International Livestock Research Institute (disponible en <http://www.dagris.ilri.cgiar.org>).
- Davis, G.H., Shackell, G.H., Kyle, S.E., Farquhar, P.A., McEwan, J.C. y Fennessy, P.F. 1988. *High prolificacy in screened Romney family line*. *Proceedings of the Australian Association for Animal Breeding and Genetics*, 7: 406–409.
- FAO. 1999. *Asian livestock to the year 2000 and beyond*, por D. Hoffman. Bangkok.
- FAO. 2006. *Poultry gene flow study: the relative contribution of indigenous chicken breeds to poultry meat and egg production and consumption in the developing countries of Africa and Asia*, por R.A.E. Pym. Borrador elaborado para la FAO. Roma.
- FAO. 2007. Marker assisted selection in sheep and goats, por J.H.J. van der Werf. En E.P. Guimaraes, J. Ruane, B.D. Scherf, A.R. Sonnino y J.D. Dargie, eds. *Marker-assisted selection: current status and future perspectives in crops, livestock, forestry and fish*. Roma.
- Flock, D.K. y Preisinger, R. 2002. Breeding plans for poultry with emphasis on sustainability. En *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 19–23 de agosto de 2002. Montpellier, Francia.
- Guèye, E.F. 2005. Editorial: Family poultry must no longer be a 'hidden harvest'. *INFPD Newsletter*, 15(1):1.
- Hanset, R. y Michaux, C. 1985a. On the genetic determinism of muscular hypertrophy in the Belgian White and Blue cattle breed. I – Experimental data. *Genetics Selection Evolution*, 17:359–368.
- Hanset, R. y Michaux, C. 1985b. On the genetic determinism of muscular hypertrophy in the Belgian White and Blue cattle breed. II - Population data. *Genetics Selection Evolution*, 17: 369-386.
- Hoffmann, I., Siewerdt, F. y Manzella, D. 2004. *Research and investment: challenges and options for sustainable use of poultry genetic resources*. Documento presentado en el XXII Congreso Mundial Avícola, Estambul, 8–13 de agosto de 2004.
- Homann, S., Maritz, J.H., Hülsebusch, C.G., Meyn, K. y Valle Zárate, A. 2006. Boran and Tuli cattle breeds – origin, worldwide transfer, utilisation and the issue of access and benefit sharing. En A.Valle Zárate, K. Musavaya y C. Schäfer, eds. *Gene flow in animal genetic resources: a study on status, impact and trends*, págs. 395–458. GTZ, BMZ.
- Huyen, L.T.T., Roessler, R. Lemke, U. y Valle Zárate, A. 2006. Impact of the use of exotic compared to local pig breeds on socio-economic development and biodiversity in Viet Nam. En A.Valle Zárate, K. Musavaya y C. Schäfer, eds. *Gene flow in animal genetic resources: a study on status, impact and trends*, págs. 459–508. GTZ, BMZ.
- Mathias, E. y Mundy, P. 2005. *Herd movements*. Ober-Ramstadt, Alemania. League for Pastoral Peoples and Endogenous Livestock Development.
- Merat. P. 1990 Genes majeurs chez la poule (*Gallus gallus*): autres genes que ceux affectant la taille. *Productions Animales*, 3(5): 355–368.

## PARTE 1

- Mergenthaler, M., Momm, H. y Valle Zárate, A.** 2006. Global gene flow in cattle. *En* A. Valle Zárate, K. Musavaya y C. Schäfer, eds. *Gene flow in animal genetic resources: a study on status, impact and trends*, págs. 241–280. GTZ, BMZ.
- Musavaya, K., Mergenthaler, M. y Valle Zárate, A.** 2006. Global gene flow of pigs. *En* A. Valle Zárate, K. Musavaya y C. Schäfer, eds. *Gene flow in animal genetic resources: a study on status, impact and trends*, págs. 281–304. GTZ, BMZ.
- Peters, K.J. y Meyn, K.** 2005. Herausforderungen des internationalen Marktes für Tiergenetik. *Züchtungskunde*, 77(6): 436–356.
- Piper, L.R. y Bindon, B.M.** 1982. Genetic segregation for fecundity in Booroola Merino sheep. *En* R.A. Barton y D.W. Robinson, eds. *Proceedings of the World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding*, Vol. 1, págs. 395–400. Palmerston North, Nueva Zelanda. The Dunmore Press Ltd.
- Rothschild, M., Jacobson, C., Vaske, D., Tuggle, C., Wang, L., Short, T., Eckardt, G., Sasaki, S., Vincent, A., McLaren, D., Southwood, O., van der Steen, H., Mileham, A. y Plastow, G.** 1996. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 93: 201–205.
- Rummel, T., Valle Zárate, A. y Gootwine, E.** 2006. The worldwide gene flow of the improved Awassi and Assaf sheep breeds from Israel. *En* A. Valle Zárate, K. Musavaya y C. Schäfer, eds. *Gene flow in animal genetic resources: a study on status, impact and trends*, págs. 305–358. GTZ, BMZ.
- Schäfer, C. y Valle Zárate, A.** 2006. Gene flow of sheep. *En* A. Valle Zárate, K. Musavaya y C. Schäfer, eds. *Gene flow in animal genetic resources: a study on status, impact and trends*, págs. 189–228. GTZ, BMZ.
- Shrestha, J.N.B.** 2005. Conserving domestic animal diversity among composite populations. *Small Ruminant Research*, 56: 3–20.
- Thibier, M. y Wagner, H.G.** 2002. World statistics for artificial insemination in cattle. *Livestock Production Science*, 74: 203–212.
- Valle Zárate, A., Musavaya, K. y Schäfer, C.** 2006. *Gene flow in animal genetic resources: a study on status, impact and trends*. GTZ, BMZ.
- Willis, M.** 1998. *Dalton's introduction to practical animal breeding*. 4.ª edición. Oxford, Reino Unido. Blackwell Science.