

## Sección D

# Biotecnología reproductiva y molecular

## 1 Introducción

En los últimos años las biotecnologías han progresado considerablemente en los ámbitos de la cría, la reproducción y la genética molecular. Entre las tecnologías reproductivas, la inseminación artificial (IA) y la ovulación múltiple y trasplante de embriones (OMTE) ya han tenido un impacto notable en los programas de mejoramiento del ganado en los países desarrollados. Estas tecnologías aceleran el progreso genético, reducen el riesgo de transmisión de enfermedades e incrementan el número de animales que pueden criarse a partir de un progenitor superior. El ámbito de la genética molecular también está avanzando rápidamente; la caracterización basada en marcadores moleculares y la selección con ayuda de marcadores ofrecen nuevas oportunidades en la ordenación de los recursos zoogenéticos

(FAO, 2004). No obstante, la medida en la que se emplean las tecnologías varía considerablemente en función del país y de la región. En los siguientes capítulos se presenta una panorámica general de la información incluida en los Informes nacionales sobre la utilización de las biotecnologías.

## 2 Panorama mundial

En el Cuadro 86 se presenta un resumen por regiones de la proporción de países que, según sus informes, emplean diferentes clases de biotecnología. Puede observarse que la IA es, con mucho, la biotecnología más empleada. Sin embargo, especialmente en las regiones de África y el Pacífico sudoccidental, existen numerosos países en los que todavía no está disponible.

**CUADRO 86**

Uso de biotecnologías por región

Región	N.º de IN	Inseminación artificial		Trasplante de embriones		Tecnología genética molecular	
		N.º de países que proporcionan información	Proporción de países que emplean la tecnología	N.º de países que proporcionan información	Proporción de países que emplean la tecnología	N.º de países que proporcionan información	Proporción de países que emplean la tecnología
Europa y el Cáucaso	39	39	97%	25	64%	29	83%
África	42	42	74%	30	17%	29	14%
Asia	25	22	86%	17	47%	16	50%
América Latina y el Caribe	22	22	95%	14	86%	15	73%
Pacífico sudoccidental	11	11	55%	10	10%	9	11%
América del Norte	2	2	100%	2	100%	2	100%
Cercano y Medio Oriente	7	6	100%	3	33%	5	40%

## PARTE 3

CUADRO 87

Uso de biotecnologías por especie

Región	Inseminación artificial			Trasplante de embriones			Tecnología genética molecular		
	IN con información sobre especies	Proporción de países que emplean la tecnología:		IN con información sobre especies	Proporción de países que emplean la tecnología:		IN con información sobre especies	Proporción de países que emplean la tecnología:	
		En el ganado bovino	En otras especies		En el ganado bovino	En otras especies		En el ganado bovino	En otras especies
Europa y el Cáucaso	38	100%	66%	11	100%	36%	18	89%	100%
África	31	100%	10%	4	100%	0%	3	100%	33%
Asia	18	94%	56%	6	100%	50%	7	86%	100%
América Latina y el Caribe	21	100%	71%	12	100%	33%	9	78%	89%
Pacífico sudoccidental	5	100%	80%	2	100%	0%	0	-	-
América del Norte	2	100%	50%	0	-	-	1	100%	100%
Cercano y Medio Oriente	6	100%	33%	1	0%	100%	2	0%	100%

En el caso del trasplante de embriones (TE) y las técnicas moleculares, la diferencia entre las regiones desarrolladas y las regiones en desarrollo es aún mayor. Como ilustra el Cuadro 87, el uso de las biotecnologías suele ser mucho mayor en el ganado bovino. En dicho cuadro también se muestra que esta predisposición es mayor en lo que respecta al TE, pero también se puede apreciar que en la mayoría de las regiones el uso de IA también está dominado por el sector bovino. En la región de África, concretamente, pocos países han empleado la IA en otras especies. Tal predisposición hacia el ganado bovino es menos clara en el caso de la tecnología genética molecular. El número de países que, de acuerdo con sus informes, emplean esta tecnología es bastante reducido. No obstante, un número relativamente elevado de ellos han realizado estudios de características moleculares en, al menos, una especie distinta del ganado bovino. A pesar de ello, este sigue siendo la especie dominante en la mayoría de las regiones,

particularmente en lo relativo a las aplicaciones comerciales de la tecnología molecular. En las siguientes descripciones regionales se incluyen una información adicional sobre la distribución del uso de biotecnologías y de las especies a las que estas se aplican.

### 3 África

Los Informes nacionales indican que la IA es la biotecnología reproductiva más empleada en la ordenación de los recursos zoológicos en África. Los informes suelen expresar la ambición de hacer un mayor uso de la tecnología con el fin principal de facilitar los programas de cría y la introducción de germoplasma exótico. Esta ambición corresponde al objetivo general expresado en la mayoría de los Informes nacionales africanos de promover la seguridad alimentaria mediante el aumento de la producción pecuaria. En muchos casos el deseo de hacer un mayor uso de la IA se

ve atenuado por la preocupación acerca de las implicaciones para la diversidad genética de su uso inadecuado o incontrolado. Diversos Informes nacionales de esta región también mencionan el posible uso de las instalaciones de la IA para la críoconservación.

En 31 de los 42 informes se registra el uso de IA. Un número adicional de países informan de que en el pasado se empleó la IA de manera experimental, pero nunca de modo sistemático, o que los antiguos programas de IA se han abandonado a causa de la carencia de recursos económicos u otras limitaciones. El uso de IA en África se centra principalmente en el ganado bovino. En los 31 informes en los que se indica el uso de IA se menciona que la tecnología se emplea en el ganado bovino. Dos países emplean la IA en el ganado ovino, uno en el caprino, uno en el equino y uno en el porcino. El semen empleado en la IA suele pertenecer a razas exóticas y no a razas locales. En 19 países la IA se lleva a cabo empleando semen de razas de ganado bovino exóticas, en dos se emplea semen de razas locales y en seis se utiliza semen tanto local como exótico. En los casos en que se proporcionan detalles de los programas el objetivo es, con frecuencia, mejorar el ganado autóctono empleando semen de razas exóticas, principalmente de ganado lechero. En algunos países también se emplea semen de razas exóticas de ganado bovino de carne.

En algunos informes de países de África occidental se menciona el uso de semen exótico en el cruce con razas de ganado bovino tripanotolerantes (IN de Guinea, 2003 e IN de Côte d'Ivoire, 2003). En un número reducido de programas de IA se emplea semen de animales autóctonos, y en un país se emplea semen de ganado bovino tripanotolerante (IN de Côte d'Ivoire, 2003). En el informe de Madagascar (2003) se hace notar el uso de la IA en programas de conservación *in situ* para la raza de ganado bovino Renitelo, en peligro de extinción. No obstante, incluso en los países en que se emplean razas autóctonas en los programas de IA, el balance parece favorecer a las razas exóticas.

En el informe de Botswana (2003) se indica que, en el 94,1 % de los servicios de IA llevados a cabo entre 1987 y 1995, se empleó semen de razas exóticas. El empleo de IA por parte de pequeños productores se limita principalmente a los productores de lácteos y se concentra en las zonas periurbanas. En un número reducido de Informes nacionales se menciona la realización de esfuerzos para promover una mayor difusión de la tecnología, incluso en zonas menos accesibles. En el informe del Senegal (2003) se menciona un uso considerable de la IA con el fin de introducir germoplasma exótico para la cría de caballos de carreras.

Existen diferencias sustanciales en función del país en lo relativo a la mejora de las instalaciones y los recursos humanos para la aplicación de programas de IA, a la disponibilidad de servicios para los ganaderos y a los proveedores de servicios. El sector público es el proveedor de servicios de IA más notable de la región. De los 27 Informes nacionales en los que se incluye información sobre los proveedores de servicios, 26 mencionan el sector público y 12 mencionan empresas privadas. En ocho informes se mencionan las ONG como proveedoras de servicios de IA, mientras que en dos se mencionan las organizaciones de criadores (IN de Burkina Faso, 2003 e IN de Madagascar, 2003). En el informe del Níger (2003) se menciona la colaboración entre dos universidades italianas, una universidad local y un instituto de investigación local en la creación de un programa de IA para el ganado bovino. En el informe de Zambia (2003) se indica que los ganaderos de carácter privado han importado semen exótico para mejorar sus rebaños de ganado bovino. Algunos países cuentan con programas de IA bastante extensivos. Botswana, por ejemplo, en el contexto de su política para mejorar la cabaña, cuenta con diversos campos de IA en el país y subvenciona el suministro de semen a los ganaderos tradicionales (IN de Botswana, 2003).

Diversos países informan de que los problemas relativos a la financiación de los servicios

## PARTE 3

gubernamentales constituyen un obstáculo para la provisión de IA. En varios informes se establece como objetivo una participación creciente del sector privado. Un número reducido de países han conseguido realizar notables avances en este sentido (p. ej., IN de Kenya, 2004 e IN de Zambia, 2003). En el informe de Zambia (2003) se hace notar que el sector privado ha tomado la iniciativa en la provisión de semen importado, mientras que el gobierno forma y supervisa a los técnicos en IA. Sin embargo, como indican las cifras presentadas anteriormente, el papel del sector privado parece ser limitado o inexistente en la mayoría de los países. En pocos Informes nacionales se analizan en detalle los obstáculos a que se enfrenta el sector privado. No obstante, en el informe de Côte d'Ivoire (2003) se menciona que el único agente privado del país ha suspendido sus actividades a causa de sus dificultades financieras.

En los informes de cinco países (Côte d'Ivoire, 2003; Kenya, 2004; Madagascar, 2003; Zambia, 2003 y Zimbabwe, 2004) se menciona el uso de tecnologías de TE, si bien tal uso parece ser limitado. En uno de los países la tecnología se ha empleado únicamente en el ganado bovino de la raza Holstein-frisona (IN de Madagascar, 2003). En el informe de Côte d'Ivoire (2003) se hace notar que algunos propietarios individuales de ganado bovino han introducido material genético de cebú brasileño mediante la importación de embriones congelados. En Zimbabwe la tecnología está disponible a través de dos empresas privadas de cría (IN de Zimbabwe, 2004). En varios informes de países se afirma que uno de los objetivos es la introducción del TE. Sin embargo, el papel específico que la tecnología podría desempeñar en la ordenación de los recursos zoológicos en los sistemas de producción locales casi nunca se aclara. Los debates acerca de cómo se podría integrar en los programas de cría organizados son escasos. No obstante, el uso potencial de la tecnología para la críoconservación se hace notar en diversos informes de países. Los estudios basados en el uso de marcadores moleculares se mencionan solamente en cuatro de los Informes nacionales africanos.

## 4 Asia

De los 22 países asiáticos que proporcionaron información, 19 indican que utilizan IA. De los 18 países que proporcionan detalles acerca de las especies inseminadas, 17 mencionan el ganado bovino, ocho el ganado porcino, cinco los búfalos, cuatro las ovejas, tres la gallina, dos los caballos, uno los camellos y uno los patos. Los detalles acerca de las razas empleadas en la obtención de semen son limitados. No obstante, en el caso del ganado bovino, en ocho informes se indica que se emplea semen de razas tanto locales como exóticas, cuatro mencionan únicamente razas exóticas y dos mencionan solamente razas locales. La prestación de servicios de IA parece estar dominada por el sector público. La totalidad de los 17 Informes nacionales en los que se aporta información sobre los proveedores de servicios mencionan el sector público, seis mencionan el sector privado, cinco mencionan las organizaciones de criadores, cuatro mencionan las ONG y uno de ellos menciona las universidades. En función del país existen grandes diferencias en la medida en que se emplea la IA. En un país industrializado como el Japón, prácticamente la totalidad de la cría de ganado bovino (el 99,4 % en los rebaños de ganado lechero y el 97,8 % en los rebaños de ganado de carne) se lleva a cabo empleando IA (IN de Japón, 2003). En la mayoría del resto de los países asiáticos, los servicios son mucho más limitados y tienden a estar centrados en el sector lácteo y los sistemas de producción periurbanos. Varios informes indican que la cobertura del servicio se ve obstaculizada por las limitaciones económicas y técnicas. Así, en algunos de ellos se registra una disminución del uso de tecnología.

El deseo de crear unos servicios de IA o de incrementar su disponibilidad constituye un objetivo en múltiples informes. En algunos países la IA ha servido como medio para introducir germoplasma exótico para el cruce con razas locales. La tecnología se ha empleado en el desarrollo de razas sintéticas mediante la incorporación de genes tanto exóticos como

autóctonos; un ejemplo de ello es la cabra Jermasia (IN de Malasia, 2003). En algunos casos también se ha empleado la IA para retrotraer las razas cruzadas a las razas indígenas mediante el retrocruzamiento con el fin de fomentar su resistencia a condiciones adversas. Este enfoque se ha aplicado, por ejemplo, empleando semen Kedah-Kelantan en rebaños introducidos en plantaciones de árboles (*ibid.*). En algunos casos los servicios de IA suministran semen de razas autóctonas. Según su IN (2003), en Pakistán se emplea el semen de ganado bovino Sahiwal. No obstante, en el mismo IN se indica que la recogida de semen de otras razas autóctonas de ganado se suspendió debido a la falta de demanda.

Ocho de los 17 países asiáticos que proporcionan información sobre la materia indican cierto uso de la tecnología de TE. La totalidad de los seis países que aportan detalles acerca de las especies en las que se aplica esta tecnología mencionan el ganado bovino, dos de ellos los búfalos, uno los caballos y uno las cabras. Las razas involucradas no se suelen indicar, pero en uno de los informes se menciona el trasplante de embriones de razas de ganado bovino autóctonas y uno menciona las razas exóticas. En la mayoría de los países el TE se emplea en una escala muy reducida y suele limitarse a la investigación. En el informe de Myanmar (2004) se indica que un proyecto de TE iniciado en el país tuvo cierto éxito al principio, pero pronto disminuyó debido a la carencia de fondos. En el informe de Malasia (2003) se menciona que se empleó la tecnología de TE en la mejora de la raza de ganado bovino Mafriwal. En varios Informes nacionales se hace notar, de nuevo, el posible papel de la tecnología en los programas de crioconservación.

Ocho de los 16 países asiáticos que proporcionan información sobre la materia indican el uso de técnicas moleculares. De estos países, seis realizan estudios de la distancia genética y dos llevan a cabo la selección con ayuda de marcadores. De los siete países que aportan detalles sobre las especies involucradas en los estudios de caracterización molecular, seis mencionan el ganado bovino,

cinco la gallina, cuatro el ovino, cuatro el caprino, cuatro el porcino, tres los búfalos, dos los patos, dos los caballos, uno los camellos, uno el ciervo, uno las codornices y uno las pintadas. En el caso de los estudios de la distancia, de los cinco países que proporcionan información sobre las especies involucradas, cuatro mencionan la gallina, tres el ganado bovino, tres el ovino, tres el caprino, tres el porcino, dos los búfalos, dos los caballos, uno los patos y uno el ciervo. En lo concerniente a las razas involucradas, la Sociedad para la Investigación del Ganado Autóctono del Japón está llevando a cabo estudios sistematizados de las razas asiáticas, incluido un análisis a partir de las relaciones genéticas basadas en polimorfismos de ADN mitocondrial y otros marcadores de ADN (IN de Japón, 2003). Las razas autóctonas japonesas cubiertas por los estudios incluyen el ganado bovino Mishima y el ganado bovino asilvestrado Kuchinoshima (*ibid.*).

Otras biotecnologías están restringidas en gran medida a los países más industrializados de la región. El uso de la fertilización *in vitro* se menciona en los informes del Japón (2003) y de Malasia (2003). En el informe del Japón (2003) se indica que se han empleado de modo experimental diversas tecnologías reproductivas adicionales que podrían utilizarse en la reproducción de razas escasas, así como en aplicaciones comerciales. Estas tecnologías son la microinyección de esperma para fertilizar óvulos, aplicada en el ganado porcino, las técnicas relativas a las células germinales primordiales (CGP) y la línea germinal de las quimeras, aplicadas en la gallina, y las tecnologías de la clonación, empleadas en el ganado bovino, porcino y caprino (*ibid.*).

## 5 Europa y el Cáucaso

En esta región, 38 de 39 países emplean la IA, según sus informes. La totalidad de estos 38 países mencionan el uso de la tecnología en el ganado bovino, 23 en el ganado porcino, 16 en el ovino, nueve en el equino, ocho en el caprino, dos

## PARTE 3

en los conejos y uno en las gallinas. La mayoría de los países que aportan detalles emplean semen de razas tanto locales como importadas de ganado bovino, porcino y ovino. Mientras que casi todos los países informan acerca de la existencia de alguna disposición relativa a la IA, existen grandes diferencias en la medida en que se utiliza la tecnología. En múltiples países, especialmente de Europa occidental, la IA está ampliamente disponible y se emplea en todo el sector pecuario, particularmente en el ganado lechero. Sin embargo, diversos informes de países de la zona oriental de la región, donde el sector pecuario se ha enfrentado a menudo a problemas importantes, indican que la capacidad de prestar servicios de IA está gravemente limitada como resultado de la desintegración de la infraestructura existente previamente.

Existen diversos agentes encargados de la prestación de servicios de IA. De los 32 países que ofrecen detalles sobre los proveedores, 24 mencionan el sector privado, 20 mencionan el sector público, 19 mencionan las organizaciones de criadores y tres mencionan las universidades. En los países de la zona oriental de la región es más común que los servicios sean prestados por el sector público. A la inversa, en el resto de la región el sector privado y las organizaciones de ganaderos son los proveedores de servicios mencionados más frecuentemente, aunque en muchos países el sector público sigue participando o prestando apoyo de modo considerable. En el informe de Turquía (2004), por ejemplo, se menciona la concesión de subvenciones a los proveedores de IA del sector privado. La transferencia de servicios al sector privado no siempre se ha llevado a cabo sin problemas. En el informe de Rumania (2003), por ejemplo, se pone de manifiesto que la reorganización y la mayor independencia de las instituciones de IA, junto con la introducción del pago por los servicios, dieron lugar a la reducción del empleo de la tecnología.

En algunos países la IA con semen importado se ha utilizado ampliamente para aumentar la producción obtenida a partir de las razas locales. Sin embargo, en los Informes nacionales se

incluyen algunas preocupaciones. Los intentos de mejorar el ganado local empleando semen exótico han fracasado en ocasiones debido a que los animales cruzados resultantes se adaptaron mal a las condiciones locales. También existe una posible amenaza de la diversidad de los recursos genéticos. De acuerdo con el informe de Grecia (2004), el uso inadecuado y sin planificar de la IA contribuyó de manera notable a la pérdida de algunas razas autóctonas.

De los 25 países que aportan información sobre la materia, 16 emplean el TE. La totalidad de los 11 países que ofrecen detalles de las especies involucradas mencionan el ganado bovino, tres de ellos el ganado ovino, dos de ellos el caprino, uno el equino y uno los conejos. En los casos en que se especifica, el TE se lleva a cabo empleando embriones de razas de ganado bovino tanto locales como importadas. De nuevo, el principal usuario del TE es el sector de los productos lácteos. La tecnología ha ayudado significativamente a aumentar la contribución de la cría selectiva al incremento de la producción pecuaria. Sin embargo, como resultado de los costos derivados de la aplicación de la tecnología, el TE se emplea menos que la IA, y en algunos países los programas de TE se han suspendido a causa de ello. En el caso del TE, de los ocho países que proporcionan detalles acerca de los proveedores de servicios, cuatro mencionan el sector privado, cuatro mencionan el sector público, cuatro mencionan las organizaciones de criadores y tres mencionan las universidades. Otras tecnologías reproductivas como el sexaje de embriones, la clonación y la transgénica se mencionan en un número muy reducido de Informes nacionales como materias de investigación.

De los 29 países de la región que proporcionan información sobre la materia, 24 indican el uso de técnicas moleculares. En diversos países europeos se emplea la selección con ayuda de marcadores en la producción animal comercial.

En un informe se señala la importancia de garantizar que los ganaderos y las organizaciones de criadores dispongan de información sobre la biotecnología molecular, incluidos sus beneficios

económicos (IN de Hungría, 2003). En otro Informe nacional se pone de manifiesto la posibilidad de que los métodos biológicos moleculares faciliten el descubrimiento de genes correspondientes a rasgos económicamente importantes en razas adaptadas localmente y se mejore así su valor en los programas de mejoramiento (IN de Alemania, 2003). Sin embargo, en este mismo informe se expresa la preocupación de que el uso de tecnologías moleculares en el contexto de los intentos motivados por el mercado de incrementar la producción pueda exacerbar la tendencia hacia la consanguinidad y la pérdida de diversidad genética en las poblaciones de ganado. Un número reducido de países expresan preocupaciones similares. Los estudios de la distancia genética se consideran importantes desde el punto de vista de la planificación y el establecimiento de prioridades de los esfuerzos dirigidos a la conservación. No obstante, en un informe se hace notar que los avances en este sentido han sido limitados porque el interés en esta cuestión se reduce principalmente a las universidades, y la financiación es reducida (IN de Bélgica, 2005). Otro informe presenta un posible papel para tales técnicas en relación con la comercialización especializada de razas de ganado sobre la base de su asociación estrecha con un lugar geográfico determinado (IN de Francia, 2004).

De los Informes nacionales en los que se ofrecen detalles acerca del uso de tecnologías moleculares, 11 especifican la aplicación de estudios de la distancia genética molecular y siete mencionan el uso de selección con ayuda de marcadores. De los 17 países que proporcionan información sobre la especie involucrada en los estudios de caracterización molecular, 14 mencionan el ganado bovino, 13 el ovino, 11 el porcino, ocho el equino, cinco el caprino, tres las gallinas, uno los burros, uno los pavos, uno el ciervo y uno los gansos. De los 12 países que aportan información sobre las especies involucradas en los estudios de la distancia, 11 mencionan el ganado ovino, nueve el bovino, cinco el equino, cuatro el porcino, tres las gallinas, tres el caprino, dos los gansos, uno

los patos, uno los burros, uno los conejos y uno el ciervo. La totalidad de los cuatro países que proporcionan información sobre las especies en las que se practica la selección con ayuda de marcadores mencionan el ganado bovino y el porcino, uno las gallinas y uno el equino. Los detalles de los informes de países sobre las razas específicas en las que se han aplicado las tecnologías son bastante limitados. Entre las razas locales mencionadas en los Informes nacionales al respecto de la caracterización molecular o los estudios de la distancia se encuentran los cerdos Turoplje y Black Slavonian, las ovejas Ruda y de las islas Rab, Pag y KrK (IN de Croacia, 2003), las ovejas Wallachian y Sumava, las cabras Brown y White (IN de República Checa, 2003) y las ovejas Karakachanska (IN de ex República Yugoslava de Macedonia, 2003).

## 6 América Latina y el Caribe

La IA se practica extensamente en los países de esta región. En 21 de los 22 Informes nacionales se menciona el uso de esta tecnología. Los 21 países emplean la IA en ganado bovino, 13 en el ganado porcino, ocho en el ovino, ocho en el caprino, cinco en el equino, uno en conejos, uno en búfalos, uno en burros, uno en llamas, uno en alpacas y uno en pavos. Con respecto a las razas de ganado bovino que proporcionan el semen empleado en la IA, en 13 informes de países se mencionan únicamente razas exóticas mientras que en cuatro se mencionan razas tanto autóctonas como exóticas. En el caso del ganado ovino, en cinco informes se mencionan razas exóticas y en uno se mencionan razas tanto exóticas como locales. En cuanto al ganado porcino, en nueve informes se mencionan únicamente razas exóticas y en uno se mencionan razas tanto exóticas como locales.

Resulta obvio que el objetivo predominante es incrementar el mérito genético de las poblaciones de ganado empleando semen de razas exóticas. En numerosos países el semen se importa de ultramar. El uso de esta tecnología es más común en el sector lácteo. En algunos casos también

## PARTE 3

es empleada en una escala considerable por los productores comerciales de ganado bovino de carne, ganado porcino y pequeños rumiantes. Sin embargo, existen marcadas diferencias en función del país y del sistema de producción en cuanto a la medida en que se emplea la IA. En numerosos sistemas en pequeña escala o de bajos insumos externos el uso de tecnología es muy limitado. Diversos países indican que la mejora de la prestación de servicios de IA constituye un objetivo importante. No obstante, en un número reducido de informes de países se menciona la preocupación acerca de la reducción de la diversidad genética causada por el uso inadecuado de la IA. En lo concerniente a los proveedores de servicios de IA, el sector privado desempeña una función importante en esta región. De los 17 informes en los que se incluyen detalles de los proveedores de servicios, en 11 se menciona al sector público, en nueve se menciona al sector privado y en cinco se mencionan las organizaciones de criadores. En el informe de Barbados (2005) se menciona la provisión de subvenciones a las organizaciones de ganaderos para la adquisición de semen para la IA.

En diversos países de la región los productores pecuarios comerciales emplean cada vez más la tecnología de TE. De los 14 informes de países que proporcionan información al respecto, en 12 se menciona el uso de TE. Los 12 mencionan el uso de esta tecnología en el ganado bovino, tres en el equino, dos en el caprino, dos en el ovino, uno en las llamas, uno en las alpacas y uno en los burros. Los embriones trasplantados proceden principalmente de razas exóticas: los seis países que aportaron detalles de las razas de ganado bovino empleadas indicaron que usan embriones únicamente de razas exóticas. Al igual que en el caso de la IA, aunque en una escala más limitada, el uso de la tecnología de TE está dominada por la industria láctea, y su uso en otros tipos de producción pecuaria comercial es reducido. En algunos informes de países se señala que los embriones se importan de ultramar. La información sobre los proveedores de servicios de TE es limitada. Sin embargo, en los informes

del Brasil (2004) y de Chile (2003) se menciona que existen organizaciones del sector privado involucradas en la provisión de esta tecnología. Además, en dos informes se hace referencia a cierto uso comercial de la fertilización *in vitro*, mientras que en uno se menciona el desarrollo de tecnologías de sexaje y clonación de embriones.

De los 15 países que proporcionan información, 11 indican un cierto uso de técnicas moleculares. En lo tocante a los estudios de caracterización molecular, de los nueve países que aportan información sobre las razas involucradas, siete mencionan el ganado bovino, tres el ovino, tres el porcino, dos las gallinas, dos el equino, uno el caprino, uno los búfalos, uno las llamas, uno las alpacas, uno las vicuñas, uno los guanacos y dos camélidos sin especificar ulteriormente. Diversos países indican que se han incluido razas adaptadas localmente en tales estudios. En el informe de Perú (2004) se mencionan investigaciones moleculares de la distancia genética existente entre las especies sudamericanas de camélidos. No obstante, en pocos informes se indica que las tecnologías moleculares se hayan incorporado en los programas de mejoramiento. En el informe de Colombia (2003) se hace notar la importancia potencial de los programas de selección con ayuda de marcadores en los que se emplean los genes de la raza de ganado bovino Blanco Orejinegro la cual, según los informes, presenta resistencia a la brucelosis, y ha sido objeto de estudios de caracterización molecular.

### 7 Cercano y Medio Oriente

En esta región, los seis países que proporcionan información al respecto informan del uso de IA. Con respecto a las especies involucradas, los seis mencionan el ganado bovino, uno los camellos y uno los conejos. En uno de los informes (IN de Omán, 2004) se menciona la utilización de TE en camellos. El semen empleado en los programas de IA se obtiene principalmente a partir de razas exóticas procedentes de poblaciones locales o importadas. Diversos informes indican que el



uso de la IA ha tenido un efecto adverso en la diversidad genética y ha contribuido al declive de las razas pecuarias locales. En un informe (IN de República Árabe Siria, 2003) se menciona un cierto uso de semen de una raza de ganado bovino local (Shami). En varios informes se hace referencia a que la creación de programas de IA dirigidos a razas locales de ovejas, cabras y búfalos constituye una prioridad. En el informe de la República Árabe Siria (2003), por ejemplo, se indica que las ovejas Awassi y las cabras Shami, pertenecientes al ámbito local, son objeto de una gran demanda en los países adyacentes para su cría y que se están elaborando planes para desarrollar programas de IA y TE que permitan satisfacer la demanda. De los seis países que aportan información sobre los proveedores de servicios, cinco mencionan el sector público, cuatro el sector privado y dos las organizaciones de criadores. Sin embargo, algunos informes de países mencionan ciertas limitaciones que afectan a la provisión de IA, tales como la falta de personal capacitado. En diversos informes se hace notar el posible uso de las tecnologías de IA y TE en la críoconservación. El uso de otras biotecnologías es limitado. En un informe (IN de Jordania, 2003) se hace referencia a la caracterización molecular y los estudios de la distancia genética en cabras autóctonas, mientras que en otro (IN de Egipto, 2003) se indica que recientemente se han iniciado estudios de la genética molecular de los búfalos, las ovejas y las cabras con la ayuda de organizaciones regionales e internacionales.

## 8 América del Norte

En los Estados Unidos de América y en el Canadá las biotecnologías reproductivas se encuentran ampliamente disponibles. La IA está extendida en las industrias láctea y porcina y se emplea en menor medida en otros sectores como el ganado bovino de carne y los pequeños rumiantes. Se ha expresado cierta preocupación acerca de la contribución de la IA a la reducción del tamaño de la población de algunas razas de ganado

bovino lechero. En los Informes nacionales de esta región los detalles sobre la utilización de otras biotecnologías son limitados. En los Estados Unidos de América la industria y las instituciones del sector público han llevado a cabo estudios de caracterización molecular de las razas más empleadas de ganado bovino lechero y porcino, así como de diversas razas de ganado bovino de carne (IN de Estados Unidos de América, 2003). Los marcadores moleculares se emplean sobre todo en la identificación de defectos recesivos en toros utilizados en la IA. En la planificación de programas de conservación de los recursos zoogenéticos el Programa nacional de germoplasma animal (NAGP) también emplea estudios moleculares que proporcionan datos sobre la diversidad genética de cada raza y entre distintas razas.

## 9 Pacífico sudoccidental

Las biotecnologías no se emplean de manera generalizada en esta región. En seis de los 11 Informes nacionales se indica el uso de IA. De los cinco países que indican las especies involucradas en los programas de IA, cinco mencionan el ganado bovino, cuatro el porcino, uno el ovino y uno el caprino. Por lo que respecta a los proveedores de servicios de IA, en dos informes se menciona al sector público, en dos al sector privado y en uno se menciona a un voluntario de un país desarrollado. En diversos informes de pequeños Estados insulares se hace notar el potencial de la IA como medio para introducir germoplasma exótico, pero el uso de la tecnología parece ser limitado. En algunos países existe un número reducido de productores pecuarios de carácter privado que participan en la importación de semen para llevar a cabo la IA en sus rebaños. En dos informes de países (IN de Australia, 2004 e IN de Vanuatu, 2003) se indica el uso de la tecnología de TE, en ambos casos en el ganado bovino. Además, en el informe de Samoa (2004) se menciona el uso de la tecnología para la introducción de ganado bovino Piedmontese

## PARTE 3

durante la década de 1980. La capacidad para emplear las biotecnologías está ampliamente desarrollada en Australia, el único país de la región que emplea tecnologías moleculares para respaldar los esfuerzos de caracterización y selección<sup>10</sup>.

### 10 Conclusiones

No es de extrañar que la información proporcionada en los Informes nacionales indique que existen grandes diferencias entre los países desarrollados y los países en desarrollo en cuanto a la capacidad para emplear biotecnologías en la ordenación y el desarrollo de los recursos zoogenéticos. Las biotecnologías, especialmente las reproductivas, se emplean principalmente en el ganado bovino, y su aplicación en el uso, desarrollo y conservación de razas adaptadas localmente suele ser limitada. Su provisión está limitada por la falta de recursos financieros, humanos y técnicos, así como por problemas relativos al acceso, la asequibilidad y la aceptabilidad existentes en diversos sistemas de producción local.

En algunas regiones las partes interesadas que prestan servicios son cada vez más diversas y cada vez están más involucrados el sector privado y las organizaciones de criadores. Tales avances podrán ayudar a superar las limitaciones de la utilización de biotecnologías en los países en desarrollo, pero resulta evidente a partir de los informes que el progreso en este sentido suele ser muy limitado.

Otra preocupación indicada en múltiples informes es el uso inadecuado de la IA. Esta preocupación tiene que ver, principalmente, con el uso sin planificar de la tecnología para introducir germoplasma exótico, lo que podría suponer una amenaza para la existencia de los recursos genéticos autóctonos. En lo concerniente a las razas de alto rendimiento mantenidas en

condiciones de altos insumos externos, también existe cierta preocupación sobre la reducción de la diversidad genética de cada raza. Para que la aplicación de tecnologías como la selección con ayuda de marcadores tenga éxito hace falta una gran cantidad de insumos en lo tocante a los recursos económicos, humanos y técnicos. Por ello, la rentabilidad de las estrategias basadas en el uso de tales tecnologías debe ser evaluada cuidadosamente. También deberían considerarse las implicaciones para la diversidad genética. La introducción con éxito de la selección con ayuda de marcadores tenderá a favorecer la utilización de un número limitado de razas en perjuicio de otras, y también supondrá una amenaza para la diversidad de cada raza.

### Referencias

- FAO. 2004. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2003-04. La biotecnología agrícola: ¿una respuesta a las necesidades de los pobres?* Roma.
- IN (nombre del país). Año. *Informe nacional sobre la situación de los recursos zoogenéticos* (disponible en la biblioteca DAD-IS en <http://www.fao.org/dad-is/>).

<sup>10</sup> Nueva Zelandia, un país con un sector biotecnológico ampliamente desarrollado, no presentó su informe correspondiente y, por lo tanto, no se incluye en este análisis.