

Septiembre 2000



منظمة الأغذية
والزراعة
للأمم المتحدة

联合国
粮食及
农业组织

Food
and
Agriculture
Organization
of
the
United
Nations

Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación

Tema 4 del programa principal

COMISIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

GRUPO TÉCNICO INTERGUBERNAMENTAL DE TRABAJO SOBRE RECURSOS ZOOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

Segunda reunión

Roma, 4–6 de septiembre de 2000

LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA Y LA ORDENACIÓN DE LOS RECURSOS ZOOGENÉTICOS: CUESTIONES DE POLÍTICA

ÍNDICE

	<i>Párrafos</i>
I. Introducción	1-2
II. La revolución ganadera	3-10
III. Biotecnologías para la ordenación de los recursos zoológicos	11-35
IV. Marco político y reglamentario	36-48
V. Conclusiones y cuestiones para su examen por el Grupo de Trabajo	49-61

LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA Y LA ORDENACIÓN DE LOS RECURSOS ZOOGENÉTICOS: CUESTIONES DE POLÍTICA

I. INTRODUCCIÓN

1. La Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGAA), en su octava reunión ordinaria, acordó que la FAO siguiese perfilando más claramente el marco de la Estrategia Mundial para la Ordenación de los Recursos Genéticos de Animales de Granja, y elaborando sus elementos constitutivos, en consulta con los países. Acordó también que el Grupo Técnico Intergubernamental de Trabajo sobre Recursos Zoogenéticos, en su reunión actual, clarificase el marco y definiese mejor los elementos constitutivos de la Estrategia Mundial y fijase sus prioridades. Observando que se estaba produciendo una erosión de los recursos zoogenéticos, lo que constituía una amenaza para la seguridad alimentaria mundial, la Comisión acordó asimismo que el Grupo de Trabajo investigase los modos y maneras de aumentar la cooperación y la colaboración internacional para afrontar la pérdida de recursos zoogenéticos y para su mejor aprovechamiento y desarrollo.

2. En este documento se ofrece información básica que tal vez quiera tener en cuenta el Grupo de Trabajo para desarrollar su labor, sobre todo la demanda rápidamente creciente a nivel mundial de productos pecuarios, las consecuencias de las biotecnologías modernas para la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos zoogenéticos, y a la vista de la Estrategia B para toda la Organización del Marco Estratégico de la FAO, *Promover, elaborar y reforzar marcos reglamentarios y de políticas para la alimentación, la agricultura, la pesca y la silvicultura*, se da también información resumida sobre el correspondiente marco normativo y reglamentario internacional.

II. LA REVOLUCIÓN GANADERA

3. El crecimiento de la población humana, la urbanización cada vez mayor y el incremento de los ingresos están alimentando un aumento masivo de la demanda de leche, carne y huevos en los países en desarrollo, donde, por ejemplo, el consumo de carne por persona se duplicará previsiblemente entre 1993 y 2020, en que un 82 por ciento aproximadamente de toda la producción alimentaria y agrícola tendrá lugar en lo que ahora son países en desarrollo. La producción ganadera mundial está creciendo con más rapidez que cualquier otro sector agrario, lo que, según se pronostica, hará que en el año 2000 sea el sector más importante, en cuanto a valor añadido. A este proceso se le ha denominado la "revolución ganadera", que encierra:

- un cambio en la producción ganadera, que está pasando de zonas templadas y áridas a entornos más cálidos y más húmedos;
- un cambio en la zootecnia, que de ser una actividad familiar se está convirtiendo en una producción cada vez más integrada y orientada al mercado;
- una presión creciente sobre los recursos de pastizales;
- unas unidades de producción industrial a escala más amplia, ubicadas cerca de los centros urbanos;
- una importancia decreciente de las especies rumiantes respecto de las monogástricas, tanto cerdos como aves de corral; y
- un aumento rápido en el empleo de piensos a base de cereales.

Producción y consumo

4. El creciente ritmo de los ingresos y de la urbanización en los países en desarrollo están impulsando la demanda de productos animales y de cereales-pienso, especialmente en el caso de la producción de aves de corral, ganado porcino y lechero, sectores en los que los productos pecuarios aportan actualmente un 20 por ciento de la proteína disponible metabólicamente en la alimentación humana. Proteínas animales de gran calidad contribuyen también a mejorar el valor nutricional de los cereales para alimentación humana corrigiendo así las carencias de aminoácidos. Esta demanda se cubre con la producción interna y las importaciones. Los países en desarrollo son actualmente importadores netos anuales de unos 88 millones de toneladas de cereales, cuyo coste es de unos 15 mil millones de dólares EE.UU., y se están convirtiendo cada vez más en grandes importadores netos de leche y carne (con excepción de la carne de cerdo). Las importaciones de leche se han triplicado desde 1970.

5. Para los pronósticos sobre la demanda futura de productos vegetales y animales en los países en desarrollo hay que tener en cuenta los cambios registrados en el consumo tanto de cereales como de productos ganaderos, el empleo de cereales como piensos, y el equilibrio entre la producción y la importación de productos vegetales y animales.

Desarrollo económico sostenible

6. La producción ganadera contribuye considerablemente a la productividad agrícola, y por consiguiente al crecimiento económico. Los productos pecuarios primarios (carne, leche, huevos, lana, cueros, pieles) representan un 22 por ciento aproximadamente del PIB agrícola de las regiones en desarrollo de Asia, un 25 por ciento en el África subsahariana, un 31 por ciento en el Asia occidental y África del Norte, un 38 por ciento en América Latina y un 41 por ciento en América central. El ganado contribuye como promedio al 4-7 por ciento del PIB de los países en desarrollo, sin tener en cuenta el cuantioso valor de la energía de tiro y del estiércol, o los beneficios indirectos de la agricultura animal, que no están tradicionalmente incluidos en la contabilidad de los ingresos nacionales, como la función del ganado en la transformación de los piensos y los forrajes en productos alimenticios comerciables, agregando valor a las empresas agrícolas, proporcionando empleo todo el año, ofreciendo un seguro contra el riesgo y potenciando la viabilidad biofísica y económica de la agricultura en su conjunto.

7. Existe margen para grandes mejoras de la producción animal en los países en desarrollo, lo que ofrece una oportunidad singular para aumentar el crecimiento económico y reducir la pobreza y la malnutrición, a menudo con beneficios importantes para los grupos marginales y las mujeres, que, por ejemplo, poseen o gestionan, según estimaciones, la mitad de los recursos ganaderos nacionales del África subsahariana. Los países industrializados han logrado en estos últimos años grandes aumentos de la productividad ganadera, fundamentalmente mediante el fomento y la utilización de un mejoramiento de las tecnologías genéticas, sanitarias, nutricionales y de gestión, impulsado por las elevadas inversiones del sector privado y, en el caso de algunos productos y regiones, también por unos subsidios públicos excesivos a la producción.

8. Estos adelantos de base tecnológica en los países industrializados han tenido escaso impacto en los países en desarrollo, salvo algunas notables excepciones en la producción de leche, aves de corral y carne de cerdo, impulsada por un aumento de la demanda de esos productos y unas mayores inversiones de los sectores tanto público como privado. Se han conseguido también unas productividades mayores empleando genotipos mejorados en sistemas de producción de alto nivel de insumos, donde se atenúan los efectos ecológicos y alimentarios y se han frenado las grandes zoonosis mediante medidas de orden profiláctico, quimioterapéutico y sanitario. El control de enfermedades contagiosas del ganado que tienen efectos paralizantes desde el punto de vista económico, como la enfermedad de Newcastle, han dado lugar también a notables aumentos en zootecnia. Ahora bien, pese a los éxitos conseguidos para aumentar la producción de huevos y

leche, en África la producción anual de huevos por gallina¹ y la producción de leche por vaca, es sólo un 10 y un 43 por ciento, respectivamente, de la media del mundo industrializado, en Asia, un 24 y 98 por ciento; y en América Latina un 28 y un 51 por ciento.

Necesidades futuras

9. El rápido aumento previsto de la demanda de productos pecuarios en los países en desarrollo, especialmente de carne y leche, requerirá una mayor eficiencia de la producción con objeto de conseguir aumentos sostenidos de la productividad, al propio tiempo que se reducen al mínimo los efectos ecológicos desfavorables. Para inversiones se podrá disponer de diversas mejoras tecnológicas, pero para elevar al máximo la producción reduciendo al mínimo al mismo tiempo el riesgo ecológico haría falta equilibrar la gestión de los recursos naturales con consideraciones de orden medioambiental.

10. Unas biotecnologías modernas adecuadas pueden proporcionar a los países en desarrollo nuevos instrumentos para gestionar mejor los recursos zoogenéticos, sostener los aumentos de producción y de productividad sobre la base de mejorar la caracterización, la conservación y la utilización de los recursos zoogenéticos, en sistemas de producción sostenibles. El sector público tendrá que desempeñar una función constante y mayor para:

- aumentar el acceso de los sectores más pobres de la sociedad a proteínas y productos animales asequibles;
- ofrecer un entorno propicio para aumentos sostenibles de la producción, especialmente por parte de pequeños productores;
- identificar las limitaciones y las oportunidades de producción ganadera, en entornos particulares, y con especies o razas particulares;
- invertir en investigación y desarrollo para obtener bienes públicos accesibles y asequibles, especialmente por parte de los pequeños ganaderos; y
- gestionar mejor los recursos zoogenéticos mejorando la conservación, la caracterización y la utilización, dentro de unos sistemas sostenibles de producción.

III. BIOTECNOLOGÍAS PARA LA ORDENACIÓN DE LOS RECURSOS ZOOGENÉTICOS

Biotechnologías zootécnicas en los países en desarrollo

11. En esta parte se analizan las biotecnologías que se aplican actualmente o que probablemente entrarán pronto en uso en la agricultura animal, y se estudian su pertenencia e idoneidad para potenciar la producción y la sanidad animal en los países en desarrollo, así como los factores que determinan su adopción y que los gobiernos tal vez quieran tener en cuenta en el ulterior desarrollo de la Estrategia Mundial.

12. Las nuevas tecnologías moleculares y de cultivo *in vitro* han sido las responsables del gran avance que se ha verificado en investigación sobre genética, fisiología y sanidad ganaderas en el marco de una mejora de la eficiencia productiva. Esto deriva en gran parte de que se realicen grandes inversiones tanto por parte del sector público como del privado en investigación biológica básica. Los rápidos avances conseguidos en biología molecular y en biología reproductiva constituyen nuevos instrumentos poderosos para una ulterior innovación, pero cada vez esos avances son más bien obra de grandes compañías que se orientan miran a los mercados de los

¹Sobre la base sólo de la producción comercial, ya que no se dispone de datos sobre la producción campesina de pollos.

países desarrollados, y no a las necesidades de los pequeños agricultores de las regiones tropicales.

13. Aunque los países en desarrollo poseen una mayoría creciente de la población mundial, de los agricultores y de la población pecuaria, la investigación y el desarrollo biotecnológico corren el riesgo de hacer caso omiso de sus necesidades y hasta ahora ha sido poco el apoyo internacional que se ha dado para aplicar las biotecnologías modernas al aumento de la productividad ganadera en los países en desarrollo. Se ha tenido poco éxito en explotar el potencial genético de razas autóctonas resistentes a enfermedades y tensiones ambientales y en utilizar mejor los recursos forrajeros naturales a disposición, o incluso asegurar la conservación fiable a largo plazo de los múltiples recursos zoogenéticos que corren riesgo de extinción. La aplicación de una nueva genómica y nuevas estrategias reproductivas a las razas que interesan a la pequeña producción en los países en desarrollo es actualmente improbable, debido a la carencia de fondos seguros a la larga, a la insuficiencia de la capacidad técnica y operativa, al bajo valor comercial de esas razas, a la falta de suficientes estructuras convencionales de reproducción y a la necesidad de selección en los entornos productivos correspondientes.

14. Esto vale también para la elaboración de medidas mejoradas y sostenibles de control de las enfermedades tropicales del ganado. No obstante los éxitos que aisladamente se han ido consiguiendo, como en el caso de la peste bovina, el control de los principales patógenos transmitidos por vectores sigue estribando en la quimioterapia, la lucha contra vectores y el empleo de vacunas vivas.

15. Una cuestión que tal vez quiera estudiar el Grupo de Trabajo para desarrollar ulteriormente la Estrategia Mundial es por qué está tan infrautilizado el potencial de las nuevas biotecnologías en los países en desarrollo. ¿Hasta qué punto la transferencia de tecnologías, su adaptación y adopción está influida, por ejemplo, por:

- la falta de políticas nacionales claras de fomento pecuario que propicien la introducción de nuevas tecnologías ya comprobadas;
- la falta de adaptación de la tecnología a las condiciones nacionales y regionales;
- la insuficiente información de que disponen los encargados de tomar las decisiones;
- los factores de costo, los derechos de propiedad intelectual, la presencia o ausencia de respaldo después de la introducción de nuevas biotecnologías, que limitan el acceso de los agricultores a las mismas;
- un reconocimiento insuficiente del proceso de toma de decisiones del ganadero o del agricultor por lo que respecta a las inversiones en producción y sanidad animal; y
- una expresión poco firme de la demanda tecnológica?

Biotecnologías reproductivas

16. Las biotecnologías reproductivas pretenden aumentar la eficiencia reproductiva y los índices de mejoramiento genético. Ofrecen posibilidades de ampliar considerablemente la multiplicación y el transporte de material genético, conservar recursos genéticos únicos en formas razonablemente disponibles para su posible uso en el futuro y como vector para la ampliación del desarrollo y la aplicación de algunas tecnologías moleculares. En los 30-50 años últimos, la inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE) (incluida la sincronización del estro y la ovulación múltiple) han sido las técnicas que han tenido mayores efectos.

Inseminación artificial (IA)

17. La IA ha acelerado ya los avances reproductivos en los programas de mejoramiento del ganado vacuno, ovino, caprino, porcino, así como de pavos y pollos en los países desarrollados, aumentando fundamentalmente la intensidad de la selección de machos y difundiendo los progresos genéticos, al principio con semen fresco y más tarde con semen congelado, dando lugar a un transporte rápido a nivel mundial de material genético masculino. En todo el mundo, se han llevado a cabo anualmente inseminaciones artificiales en más de 100 millones de cabezas de ganado vacuno, 40 de ganado porcino, 3,3 de ganado ovino y 0,5 de caprino. Sin embargo, en sólo contadísimos países en desarrollo la IA ha tenido un impacto sustancial en la producción ganadera. ¿Cuáles son las razones de que esa tecnología tan prometedora no se haya adoptado más ampliamente en los países en desarrollo? ¿Qué hace falta para utilizar esa tecnología con el mismo éxito que en los países desarrollados?

Transferencia de embriones (TE)

18. La TE en especies mamíferas, reforzada por la ovulación múltiple y la sincronización del estro (OMSE), permite la aceleración del progreso genético, aumentando la intensidad selectiva de las hembras, mientras que la congelación de embriones permite un transporte barato de material genético a través de continentes, y también la conservación de genomas diploides. También puede utilizarse la OMSE para producir hembras cruzadas de reposición, al propio tiempo que sólo se mantiene un pequeño número de razas directas. En todo el mundo, en el año 1998 se registraron 440 000 TE en vacunos, 17 000 en ovinos, 1 200 en caprinos y 2 500 en caballos. Un 80 por ciento de los toros utilizados en IA se obtienen por TE. A pesar de los beneficios potenciales de la TE, su aplicación se limita en gran parte a los países desarrollados. ¿Cuáles son los factores técnicos y políticos necesarios que permitirían a los países en desarrollo aprovechar esas tecnologías en mayor escala?

19. La TE es también una de las tecnologías fundamentales para la aplicación de biotecnologías reproductivas más avanzadas como la extracción de óvulos (EO) y la maduración y fertilización *in vitro* (M/FIV), el sexaje de los embriones, la clonación y el transgenismo.

La EO y la M/FIV

20. La EO en los mamíferos permite la extracción reiterada de óvulos inmaduros, directamente del ovario, sin que ello tenga efectos importantes en la hembra donante, y la utilización de esos óvulos en programas de M/FIV. Utilizando más las hembras genéticamente valiosas en una primerísima fase, se puede aumentar considerablemente el progreso genético. Son tecnologías avanzadas, incluso en la agricultura industrial, y tendrán que evaluarse atentamente los usos potenciales y la viabilidad de su empleo en países en desarrollo.

Sexaje

21. Las tecnologías existentes para el sexaje rápido y fiable de los embriones permite la generación únicamente del sexo deseado, en puntos específicos de un programa de mejoramiento genético, reduciendo notablemente de esa forma el número de animales necesarios y permitiendo un mayor avance genético. La determinación del sexo del semen, utilizando una clasificación citométrica, ha avanzado decisivamente en estos últimos años, pero todavía con unos índices de clasificación limitados incluso para la FIV. El semen sexado podría aumentar notablemente las tasas de mejoramiento genético y tener grandes repercusiones para la producción comercial. Como tecnología avanzada, ¿cuál es el margen para su empleo en los países en desarrollo?

La clonación como tecnología de mejoramiento

22. Las tecnologías de clonación ofrecen muchas posibilidades como instrumentos de investigación y en sectores con un rendimiento potencial elevadísimo. La M/FIV permite obtener las grandes cantidades de embriones baratos que se necesitan para biotecnologías de la cuarta generación, como la clonación y el transgenismo. La clonación se empleará para multiplicar

animales base transgénicos. Hay tres tipos de clones que actualmente se están empleando cada vez más en la investigación para las especies de ganado vacuno, porcino y ovino, que ofrecen distintas posibilidades, con el resultado de:

- subdivisión limitada de un embrión (genéticamente idéntico);
- introducción de una célula embrionaria en una zona enucleada (los clones pueden diferir en su herencia citoplásmica);
- introducción del núcleo de una célula embrionaria (células lácteas, sanguíneas, dérmicas) en una zona enucleada (los clones pueden diferir en su herencia citoplasmática, y probablemente ya se cuente con conocimientos sustanciales del fenotipo del progenitor que proporciona la célula somática).

Clonación para la conservación de la diversidad genética

23. Estudios realizados a nivel mundial indican que el 40 por ciento de las 4 183 razas que quedan de aves de corral y mamíferos con datos de población conocidos, está expuesto a extinción, y a menudo se conoce poco sobre esas razas o sobre su potencial. La mayoría de esas razas se encuentran únicamente en los países en desarrollo. Aunque los animales no pueden reconstituirse partiendo sólo del ADN, el muestreo del tejido somático puede permitir la recogida barata, rápida y de bajo riesgo de muestras de razas de zonas remotas y su transferencia, a efectos de conservación, con la creación de protocolos prácticos de muestreo sobre el terreno, si pueden superarse los costos y problemas técnicos que entraña el restablecimiento de razas partiendo de líneas celulares almacenadas.

Biotecnologías moleculares

24. En producción y sanidad animal se dispone de varias aplicaciones de biotecnología molecular tanto para la producción en granjas como para la elaboración del producto fuera de la granja. Entre las posibles aplicaciones orientadas a la utilización en granja y utilizando tecnologías basadas en procedimientos de ADN, se incluyen las siguientes:

- producción de anticuerpos monoclonales;
- producción de vacunas de ADN;
- producción de enzimas para mejorar el rendimiento animal mediante una mejor nutrición;
- aumento de la resistencia o tolerancia de los animales a determinadas enfermedades, o mejora de rasgos que son importantes para la producción alimentaria y agrícola, mediante una selección con ayuda de marcadores, la introgresión y, en el futuro, el transgenismo;
- el desarrollo, mediante transgenismo, de mejores forrajes y una mejor fermentación ruminal; y
- la utilización de marcadores moleculares para la identificación genealógica, para la caracterización de distancias genéticas entre razas y para una investigación más eficaz y eficiente que ayude a comprender la función animal tanto por lo que se refiere a sus características de producción como de adaptación, incluso a nivel genético.

Tecnologías de ADN y sanidad animal

25. Las enfermedades animales constituyen un factor cada vez más importante que reduce la productividad ganadera en los países en desarrollo. Las enfermedades infecciosas del ganado que no están presentes en el mundo industrializado y para las que todavía no hay medios sostenibles de lucha presentan una barrera formidable al incremento efectivo de la productividad ganadera en

el mundo en desarrollo. El empleo de la biotecnología del ADN puede contribuir notablemente a mejorar el control de esas enfermedades, facilitando estrategias de mejoramiento que se sirven del acervo génico de animales de granja que ya existe.

26. Pruebas de diagnóstico basadas en una biotecnología avanzada permiten identificar agentes causantes de enfermedades y seguir de cerca el impacto de los programas de control de enfermedades con un grado de precisión diagnóstica (a nivel de subespecies, variedades o biotipos) que no era posible anteriormente. El interés de estas pruebas diagnósticas para la industria ganadera de los países en desarrollo y su accesibilidad pueden ser factores fundamentales que permitan la intensificación sostenible de la producción.

Tecnologías de ADN en la genética y mejoramiento de animales

27. Las características animales más útiles (que incluyen la resistencia a las enfermedades, la ingesta, el crecimiento de las fibras y del cuerpo, la producción de huevos, la fecundidad y la longevidad) están determinadas por la interacción combinada de muchos genes con el medio ambiente. El mejoramiento genético de razas adaptadas a las condiciones locales será, por lo tanto, importante para conseguir sistemas de producción sostenibles en el amplio espectro de los entornos productivos de los países en desarrollo, y probablemente la mejor forma de conseguirlo es con el empleo estratégico de intervenciones tanto genéticas como no genéticas.

28. Las tecnologías del ADN ofrecen perspectivas alentadoras de empleo en el desarrollo de sistemas zootécnicos sostenibles con mayor producción potencial de alimentos mediante:

- la caracterización y mejor comprensión de la codificación de las variaciones genéticas con la finalidad directa de producción de animales y razas y la variación que influye en la capacidad de adaptación;
- la manipulación de la variación dentro de las razas y entre ellas con el fin de obtener aumentos más rápidos y más específicos por lo que se refiere al valor del mejoramiento;
- la conservación del material genético;

Caracterización de las variaciones genéticas

29. Para la caracterización genética a nivel molecular, se dispone ya de mapas de ligamiento con suficiente resolución para su empleo en el mejoramiento genético mediante la selección con ayuda de marcadores para ganado vacuno y porcino, y se están elaborando rápidamente para otros rumiantes, aves de corral y peces. Estos mapas se perfeccionarán aún más en un próximo futuro y ya está en marcha el proceso de identificación de los marcadores moleculares para importantes características biológicas y comerciales. También está ya avanzada la localización física de los distintos genes en los mapas cromosómicos. El rápido desarrollo de mapas tanto de ligamiento como físicos de los genomas del ganado es un claro ejemplo de cómo pueden redundar en provecho de las investigaciones sobre ganado las grandes inversiones realizadas en biología básica (especialmente la construcción de mapas genéticos del ratón y del ser humano). Están ya muy avanzados varios proyectos importantes de investigación que se centran en razas de países desarrollados y que están coordinados en el seno de los países y a través de ellos; el ILRI ha participado durante varios años en un esfuerzo de colaboración de alcance mundial para crear y mejorar mapas genéticos de bovinos, y actualmente está identificando marcadores relacionados con la resistencia genética a la tripanosomiasis. Son mapas que pueden dar lugar a decisiones notablemente mejoradas por lo que se refiere a los procedimientos de selección y cruzamiento de programas de mejoramiento genético, y a una gran reducción por lo que se refiere al tiempo de generación de razas mejoradas, en comparación con el mejoramiento convencional, basado exclusivamente en la selección de fenotipos.

30. En el cruzamiento entre razas, el empleo de microsatélites para el distanciamiento genético está cobrando importancia, sobre la base del protocolo y de las series de marcadores

estándar de la FAO/Sociedad Internacional para la Genética Animal. Sin embargo, aunque la mayoría de las razas están localizadas sólo en los países en desarrollo, la labor llevada a cabo hasta la fecha se ha centrado sustancialmente en los países desarrollados. Un gran reto, con consecuencias a la larga para la elaboración de la Estrategia Mundial, será abarcar las razas de los países en desarrollo de cada especie de animal de granja de forma más extensa, y fomentar ensayos, almacenamiento de datos y protocolos analíticos de carácter más comparable.

Genómica

31. La genómica (o genómica funcional) se centra en la adquisición sistemática de datos sobre la estructura y la función de los genomas de las distintas especies de ganado y de sus plagas y patógenos. Los conocimientos adquiridos con la determinación de secuencias de los genomas del ser humano, el ratón, *Drosophila* y *Arabidopsis*, aumenta el conocimiento de la utilización potencial de las secuencias y genes análogos del ADN que se hallan compartidos entre especies. Varias tecnologías que se están desarrollando para el análisis de genomas permitirán estudios de determinación rápida de genotipos y de expresión genética, empleando micromatrices. Será posible explorar rápidamente los genomas de diferentes organismos y elaborar un enfoque sistemático para cartografiar los rasgos genéticos múltiples y singulares. Los progresos que se están realizando en la bioinformática permitirán predecir la función genética partiendo de datos de secuencias de genes: sobre la base de una enumeración de los genes de un organismo resultará posible construir un marco teórico de su biología. La comparación, a través de organismos, de mapas físicos y genéticos y de secuencias del ADN reducirá notablemente el tiempo que hace falta para identificar y seleccionar genes potencialmente útiles.

Aceleración del mejoramiento de razas adaptadas a las condiciones locales

32. Un progreso genético rápido depende de que se transmitan rápidamente, de los progenitores seleccionados a sus descendientes, los alelos que contribuyen a la expresión potenciada de los rasgos que los ganaderos identifican como valiosos para su entorno productivo. Como casi todos esos rasgos son poligénicos y están expresados de forma indirecta, es de importancia decisiva la exactitud a que se llegue en la detección de progenitores superiores. En los países en desarrollo, los intervalos generacionales en especies que interesan tienen que ser por lo general mucho más largos en los rebaños y hatos de producción: queda por ver si las tecnologías del ADN permitirán una selección fiable, intensa y precisa y un abreviamento de los intervalos generacionales en los rebaños y hatos utilizados para generar ventajas genéticas en muchas razas adaptadas a las condiciones locales que pueden contribuir considerablemente al mejoramiento pecuario en esos mismos países. Entre las posibilidades figuran una identificación más segura y menos costosa de los animales, al menos a nivel reproductivo, que pueda contribuir a difundir una población superior al nivel de producción alimentaria. ¿Podrán los recientes mapas de ligamiento denso favorecer la búsqueda de rasgos genéticos de importancia económica para elaborar estrategias de selección con ayuda de marcadores (SAM) y de introgresión con ayuda de marcadores (IAM) a fin de conseguir los objetivos de mejoramiento genético que necesitan los países en desarrollo? Una pregunta importante es la de cuál sería la mejor forma en que podrían los países en desarrollo emplear estratégicamente información genómica funcional, dados los recursos financieros limitados de que disponen.

33. Los países en desarrollo también necesitarán en su día evaluar la posible utilización de animales transgénicos que ofrezcan oportunidades para aumentar la producción, la productividad, la calidad del producto y tal vez incluso la capacidad de adaptación. Sin embargo, esa tecnología es actualmente muy cara y poco eficiente; las aplicaciones que de ella se hagan en el próximo futuro parecen limitadas a la producción de animales transgénicos para su empleo en investigación y como biorreactores. Las dificultades iniciales en la obtención de animales transgénicos, como la perturbación de su fisiología, la debilidad física y la precariedad de la salud y el rendimiento reproductivo de los primeros animales transgénicos con un aumento del potencial de crecimiento, están siendo superadas cada vez más por la investigación. El salmón, la carpa y la tilapia transgénicos que llevan genes promotores del crecimiento (p. ej., hormona de

crecimiento o genes proteínicos anticongelantes) pueden ser los primeros animales modificados genéticamente que pasen a la producción alimentaria en cierta escala. El significado potencial de estas tecnologías para los países en desarrollo deberá mantenerse en estudio, en particular sus aspectos técnicos, societarios, políticos y éticos.

Tecnologías del ADN para la nutrición y el crecimiento de los animales

34. Las tecnologías del ADN aplicadas a la nutrición y sanidad animal pueden servir de apoyo indirecto a los programas de mejoramiento genético. Aplicaciones varias, todavía no muy avanzadas, tienen por objeto mejorar la nutrición mediante, por ejemplo, la utilización de enzimas para mejorar la disponibilidad de nutrientes, disminuir los costos de los piensos, y reducir los desechos en el medio ambiente. La prebiótica y la probiótica, o los suplementos inmunes, pueden inhibir los microorganismos patógenos del aparato digestivo o hacer a los animales más resistentes a ellos. La somatotropina recombinante (ST) fomenta la aceleración del crecimiento, unas canales más magras y un aumento de la producción lechera. La inmunomodulación puede reforzar la actividad hormonal anabólica endógena. Por lo que respecta a la nutrición de aves de corral, entre las posibles aplicaciones figuran el empleo de enzimas forrajeras, la probiótica, la proteína unicelular y aditivos antibióticos para piensos. La biotecnología vegetal puede producir forrajes con mayor valor nutricional o incorporar vacunas o anticuerpos en piensos para proteger a los animales contra las enfermedades.

35. Las aplicaciones potenciales de la biotecnología a microorganismos del rumen son muchas, pero hay dificultades técnicas que todavía limitan su avance. La biotecnología del rumen tiene posibilidades de mejorar el valor nutritivo de los alimentos de los rumiantes. Entre los métodos para mejorar la digestión ruminal figuran el empleo de la probiótica, el enriquecimiento con minerales quelados, y la transferencia de microorganismos del rumen de otras especies.

IV. MARCO NORMATIVO Y REGLAMENTARIO

36. Según se afirma en el Marco Estratégico de la FAO, los marcos normativos y reglamentarios para la alimentación, la agricultura, la pesca y la silvicultura, a nivel tanto internacional como nacional, están cobrando una importancia creciente en una economía mundial globalizada y cada vez más interdependiente. En el ulterior desarrollo de la Estrategia Mundial para la Ordenación de los Recursos Genéticos de Animales de Granja y el fomento de la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos zoogenéticos, sobre todo en los países en desarrollo, el Grupo de Trabajo tal vez quiera examinar el marco normativo y reglamentario que interesa a la producción animal, y en particular la biotecnología animal en relación con los recursos zoogenéticos, con objeto de asegurar también una sinergia y cooperación entre los diversos foros responsables de distintos aspectos de ese marco normativo y reglamentario.

Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

37. El CDB es un instrumento internacional jurídicamente vinculante que se aplica a toda la diversidad biológica, en particular a la diversidad biológica de vegetales y animales en el sector agrícola. Reconoce la soberanía de los países sobre sus recursos genéticos, incluida la capacidad de fijar las condiciones de acceso y de distribución de beneficios derivados del empleo de esos recursos.

38. La FAO y la Conferencia de las Partes (CP) en el CDB promueven la elaboración de planes y estrategias nacionales para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad agropecuaria, en particular la integración de los objetivos de empleo sostenible de dicha biodiversidad en los planes y programas sectoriales e intersectoriales. En esos planes nacionales e internacionales debe tenerse en cuenta la utilización actual y futura de las modernas biotecnologías agrícolas.

39. La Segunda CP, en virtud de su decisión II/15, reconoció "la naturaleza especial de la biodiversidad agrícola, las características distintivas y sus problemas, que requieren soluciones

específicas". En la Tercera CP, en virtud de la decisión III/11, se creó un programa de trabajo plurianual sobre diversidad agrobiológica. En la Quinta CP se examinó la primera fase de ese programa de trabajo y, por la decisión V/5, se ratificó ese programa y sus cuatro elementos: evaluaciones, gestión adaptable, creación de capacidad e incorporación. Cada elemento tiene sus objetivos prácticos, su justificación y su plan de actividades, y también se señalan los modos y maneras de conseguirlos, con resultados sincronizados y previstos. En la decisión se especifica que con el programa de trabajo se trata de "basarse en los planes de acción, programas y estrategias internacionales en vigor que han sido convenidos por los países, en particular, ... la Estrategia Mundial para la ordenación de los recursos genéticos de animales de granja". También se expresa "el apoyo a las evaluaciones en curso o previstas de los diversos componentes de la diversidad biológica agrícola, como, por ejemplo, ... *el Informe sobre la situación de los recursos genéticos animales del mundo para la alimentación y la agricultura*, ... elaborado a pedido de los países y a través de procesos de consulta".

40. En relación con los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, la Comisión de la FAO de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura está negociando la revisión del Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, en armonía con el CDB. Se prevé que el Compromiso revisado se convertirá en un nuevo instrumento internacional vinculante, asociado estrechamente a la FAO y al CDB, que regulará el acceso y la distribución de beneficios por lo que respecta a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. En este marco, los gobiernos están negociando un Sistema Multilateral de facilitación del acceso y distribución de beneficios de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, abarcando los cultivos respecto de los cuales los países son interdependientes y que son cruciales para la seguridad alimentaria.

41. No obstante, los recursos genéticos de animales de granja no han sido objeto de un examen amplio y específico dentro del CDB, y no se ha prestado atención alguna a los arreglos que responden a la naturaleza especial y a las características distintivas del sector.

Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad

42. El Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad anexo al CDB, jurídicamente vinculante, fue acordado por 130 gobiernos en Montreal en enero de 2000, y entrará en vigor una vez lo hayan ratificado 50 países. Su finalidad es proteger el medio ambiente de los riesgos que plantean el transporte transfronterizo de organismos vivos modificados (OVM) creados por la biotecnología moderna. En él se especifican las obligaciones para la transferencia internacional de esos organismos y se fijan medidas para la evaluación de riesgos, la gestión de riesgos, el consentimiento fundamentado previo, la transferencia de tecnología y la creación de capacidad.

43. En virtud de dicho Protocolo, los gobiernos indicarán si desean aceptar importaciones de productos agrícolas que incluyan OVM a través de un servicio de información sobre bioseguridad basado en Internet. Los envíos de productos (incluidos productos animales) que puedan contener OVM han de ir etiquetados. Se aplicarán procedimientos de consentimiento fundamentado previo más rigurosos a las semillas, peces vivos, vacunas atenuadas y otros OVM que vayan a introducirse deliberadamente en el medio ambiente. En todos los casos, el exportador habrá de proporcionar información detallada a cada país importador antes del primer envío, y el importador deberá entonces autorizar dicho envío en el término de un año. Aunque los productos farmacéuticos destinados a seres humanos (incluidas las vacunas recombinantes) están excluidos del Protocolo, es probable que queden cubiertos los productos farmacéuticos veterinarios. También se esbozan procedimientos generales para la evaluación de riesgos. Los países importadores pueden exigir que los exportadores realicen y paguen una evaluación adecuada de los riesgos. La creación de capacidad es un componente importante del acuerdo. El Protocolo no afectará a los derechos y obligaciones de los gobiernos en virtud de acuerdos internacionales en vigor, y se pretende que el Protocolo y la Organización Mundial del Comercio se respalden mutuamente.

Establecimiento de normas en virtud del Acuerdo de la OMC sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MFS)

44. El Acuerdo MSF de la OMC ofrece un marco de medidas reglamentarias y comerciales concebidas expresamente para la protección de la salud humana, animal o vegetal. No se aplica al medio ambiente de por sí. En el grado en que el Acuerdo puede aplicarse a medidas que interesan al movimiento internacional de organismos o productos modificados genéticamente, tiene que basarse en principios o datos científicos o en normas internacionales.

45. La Oficina Internacional de Epizootias (OIE) está reconocida como el órgano normativo en materia de salud animal. Concretamente, las directrices de la OIE comprenden principios y métodos acordados internacionalmente para el análisis de riesgos, con una aplicación específica en la evaluación del riesgo de enfermedades animales, y las medidas que han de tomarse al efecto. La *Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius* es el órgano que establece las normas en materia de alimentación, incluidos los productos animales. La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), a la que la FAO sirve de secretaría, está reconocida como el órgano normativo en materia de medidas fitosanitarias. Dicha Convención está estudiando actualmente cómo afrontar el tema de los organismos modificados genéticamente y las especies exóticas, y el *Codex* está examinando productos alimenticios que contienen organismos modificados genéticamente.

Acuerdo de la Organización Mundial del Comercio sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC)

46. Todo país que haya ratificado el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros (GATT) y se haya convertido así en miembro de la Organización Mundial del Comercio (OMC) ha aceptado establecer unas normas mínimas sobre derechos de propiedad intelectual (DPI).

47. En virtud del Artículo 27.3 de dicho Acuerdo, los miembros contarán con diversas modalidades de propiedad intelectual, muchas de las cuales interesan a los recursos zoogenéticos y productos animales, entre ellas indicaciones sobre orígenes geográficos, marca comercial, secretos y patentes comerciales. El Acuerdo prevé que los países miembros otorgarán patentes sobre todos los productos y procedimientos, pero podrán excluir de la patentabilidad las plantas y los animales, y los procedimientos esencialmente biológicos que no sean procedimientos microbiológicos. Prevé también la protección de las obtenciones vegetales mediante patentes o un sistema *sui generis* o mediante una combinación de aquéllas y éste. No existe un sistema comparable para los animales. En el sector pecuario, los arreglos contractuales, los secretos comerciales y las marcas son hasta ahora más importantes que las patentes para los animales. El patentar animales, incluso en países donde está permitido, es hasta ahora en buena parte un fenómeno de investigación médica y farmacéutica, más bien que agrícola, aunque esta situación puede cambiar con la introducción de animales de producción transgénica.

48. El acceso de los sectores público y privado de los países en desarrollo a tecnologías protegidas por DPI que se empleen en biotecnología moderna es tan importante como el acceso al producto final protegido por esos derechos para que puedan beneficiarse de los progresos y potenciales modernos. Muchas de esas tecnologías están a su vez patentadas y en estos últimos años son tecnologías se han desarrollado en el sector privado más bien que en el público. Esto ha modificado las relaciones entre estos sectores en todo el mundo.

V. CONCLUSIONES Y CUESTIONES QUE HA DE EXAMINAR EL GRUPO DE TRABAJO

49. En lo que concierne a la ordenación de los recursos zoogenéticos, inclusive con miras a la conservación, evaluación, mejoramiento genético y utilización sostenible de razas adaptadas a las condiciones locales en los países en desarrollo, el Grupo de Trabajo tal vez desee examinar en qué forma debe reflejarse la biotecnología en el ulterior desarrollo de la Estrategia Mundial y en la preparación del *Informe sobre la situación de los recursos genéticos mundiales para la*

alimentación y la agricultura. Es evidente que se necesitarán un desarrollo institucional y una creación de capacidad de carácter específico en vista de la revolución ganadera en rápido desarrollo y de su potencial como vehículo para acelerar el crecimiento económico en los países en desarrollo, así como de los retos que ello supondrá para los gobiernos a fin de poder elaborar y aplicar marcos normativos y reglamentarios adecuados, cuando convenga, de acuerdo con sus derechos y obligaciones internacionales.

50. **En especial, el Grupo de Trabajo tal vez quiera** examinar las siguientes cuestiones de política en relación con el cometido a los gobiernos de fomentar la aplicación adecuada e inocua de nuevas biotecnologías a la ordenación de los recursos zoogenéticos.

Función de los sectores público y privado

51. Las nuevas biotecnologías han tenido hasta la fecha por objeto fundamental mejorar la eficiencia de la producción ganadera en los países industrializados y se han desarrollado cada vez más dentro del sector privado. Esa investigación se concentrará forzosamente en especies y razas que puedan generar un beneficio a corto plazo, excluyendo así la investigación sobre especies o características menos rentables.

52. Al propio tiempo, en la mayoría de los países en desarrollo ha habido unas limitadas inversiones públicas en biotecnología animal y sólo se ha prestado un modesto apoyo a la investigación y desarrollo zootécnicos convencionales para mejorar la productividad, la nutrición y la salud de los animales de granja. En los países en desarrollo hay pocos programas de zootecnia capaces de aplicar la genética molecular y la genómica a través de la selección con ayuda de marcadores y la selección con ayuda de genes, como instrumento para la selección de razas mejoradas. No es probable que esta situación varíe si no median inversiones cuantiosas en los sectores público y privado. Hay que señalar que estos programas precisarán de conexiones con importantes programas convencionales de zootecnia, pues la interpretación de los datos genómicos exige información sobre rasgos observados por lo que se refiere a la producción.

53. Estos factores apuntan a la necesidad de inversiones constantes y complementarias del sector público, especialmente en los países en desarrollo, para elaborar y aplicar estratégicamente biotecnologías relativas a la caracterización, utilización sostenible y conservación de recursos zoogenéticos, cuando no se dispone de capital nacional y no es probable que las inversiones del sector privado sean comercialmente atractivas a breve y largo plazo. Otros objetivos fundamentales de la investigación en el sector privado comprenden la mejora de los diagnósticos y de la terapéutica, sobre todo de vacunas contra las principales zoonosis, donde la información proveniente del estudio de genomas patógenos puede contribuir a desarrollar un control de la enfermedad más eficaz. La participación del sector público en tecnologías reproductivas pueden desempeñar también un papel crucial, porque de la misma manera que la simiente agrícola es el mecanismo de difusión de cultivos mejorados genéticamente, es probable que los canales nacionales de distribución de semen animal sean el mecanismo de difusión de genomas animales con rasgos mejorados, por lo menos cuando hay sistemas y mercados de inseminación artificial.

54. Los gobiernos tienen que examinar cuál sería la mejor forma de apoyar la colaboración de los sectores público y privado en la investigación de la biotecnología animal, especialmente en el caso de la investigación orientada, a mercados no comerciales para generar bienes públicos. Es importante que esa colaboración sea transparente y que los beneficios que deriven para ambos sectores sean lo más equitativos posible. Puede haber margen para la formulación de sistemas de incentivos análogos a los de las leyes sobre medicamentos de escaso interés comercial, a fin de facilitar la investigación sobre aspectos de la zootecnia prioritarios para el mundo en desarrollo. Son aplicaciones éstas poco probables, si se encomiendan exclusivamente a los mecanismos del mercado.

Sistemas reglamentarios e inocuidad de los alimentos

55. Una función clave de los gobiernos es la de asegurar un sistema reglamentario abierto, transparente y eficaz que permita el desarrollo armonioso de la producción animal, especialmente a la luz de la revolución ganadera en marcha, con objeto de aumentar al máximo la producción al propio tiempo que se reducen al mínimo los riesgos ecológicos. Para ello hará falta un equilibrio entre la ordenación de los recursos naturales y las consideraciones ecológicas, así como el empleo de una variedad de instrumentos económicos y normativos. Muchos de los factores que habrán de afrontarse derivarán de la mera intensificación de la producción. Otros podrían surgir con nuevos productos que resulten del empleo de biotecnologías modernas.

56. Al elaborar marcos y sistemas reglamentarios nacionales, los gobiernos tienen que estudiar cómo armonizarlos con sus derechos y obligaciones internacionales, con los acuerdos internacionales pertinentes de los que sean partes, para ajustarse a las normas internacionales, como las propuestas por la FAO, la OCDE y la OIE, y cumplir las obligaciones internacionales, en particular el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad y la OMC.

57. Queda margen para la cooperación regional por lo que se refiere a la armonización de los sistemas reglamentarios y el desarrollo de las capacidades regionales, instrumentos jurídicos y procedimientos reglamentarios.

Gestión de la propiedad intelectual

58. La utilización de biotecnologías nuevas y con frecuencia patentadas para la ordenación de los recursos zoogenéticos necesitará que los países en desarrollo tomen en consideración de forma más sistemática sus políticas y leyes en materia de propiedad intelectual con objeto de proporcionar entornos que posibiliten la conservación y utilización de los recursos zoogenéticos y la investigación y el desarrollo de productos de los sectores público y privado. Esto puede ser un tema importante para los gobiernos miembros de la OMC cuando examinen su Acuerdo ADPIC. Para la utilización futura de nuevas biotecnologías en la ordenación de los recursos zoogenéticos serán importantes los siguientes aspectos:

- armonización de los regímenes de propiedad intelectual;
- acceso del sector público y del sector privado emergente en los países en desarrollo a las tecnologías aplicables que sean necesarias para la investigación y el desarrollo de orden biotecnológico;
- la índole de los productos y procedimientos excluidos de los regímenes de patentes, especialmente para la investigación orientada a bienes públicos;
- el empleo posible de exclusiones al otorgamiento de licencias y/o patentes, por ejemplo, para desarrollar productos veterinarios genéricos

Creación de capacidad

59. Existe una necesidad imperiosa de creación de capacidad, sobre todo en los países en desarrollo para que las nuevas biotecnologías puedan aplicarse satisfactoriamente a la mejora de la ordenación de los recursos zoogenéticos en beneficio de agricultores y consumidores. Esta capacidad ha de crearse en todos los niveles. Es menester reforzar la competencia en los sectores de la ciencia y la tecnología, pero también para las cuestiones reglamentarias y el análisis de políticas.

60. Ante los rápidos cambios que se están produciendo a través de la revolución ganadera, es también importante responder a las necesidades de los pequeños ganaderos, especialmente las mujeres, sobre las que recae la responsabilidad última de la ordenación de la mayoría de los

recursos zoogenéticos del mundo, y mejorar su alfabetización, educación y acceso a la tecnología, a los servicios y al capital.

Comunicación y sensibilización del público

61. La experiencia de los países en desarrollo ha demostrado que existe un gran interés público por las cuestiones de alimentación y de salud derivadas del empleo de biotecnologías modernas y que muchos grupos de la sociedad consideran que hay importantes cuestiones éticas que se deben afrontar. Esto pudiera ser parte de un debate público más amplio sobre el papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad, las cuestiones éticas relacionadas con el empleo de determinadas tecnologías, y los riesgos y los beneficios que llevan aparejadas opciones específicas. Es menester que los gobiernos informen al público sobre los beneficios y los riesgos de las nuevas biotecnologías y su posible importancia por lo que respecta a la ordenación de los recursos zoogenéticos. Al formular estrategias nacionales de desarrollo, y la Estrategia Mundial en general, resulta por lo tanto de importancia decisiva afrontar desde un comienzo la cuestión de la sensibilización, educación e información del público.