

La Iniciativa para Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD) es una iniciativa apoyada por el Banco Mundial, la Unión Europea, el Ministerio de Asuntos Exteriores (Francia), el Ministerio Federal Alemán para la Cooperación y el Desarrollo Económico, a través de la GTZ (Alemania), el Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional (Reino Unido), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USA), el Organismo Danés de Desarrollo Internacional (Dinamarca), la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Suiza), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Traducción española de la edición inglesa de la obra
“Livestock’s Long Shadow” publicada en 2006

Fotógrafos

Págs. 2 y 3: Ken Hammond / USDA
Págs. 22 y 23: Dana Downic / USDA
Págs. 78 y 79: R. Faidutti / FAO
Págs. 124 y 125: Gene Alexander / USDA-NRCS
Págs. 180 y 181: Archivo fotográfico – CIPAV
Págs. 220 y 221: H. Wagner / FAO
Págs. 266 y 267: Nikolaus Schareika

La larga sombra del ganado

problemas ambientales y opciones

Henning Steinfeld
Pierre Gerber
Tom Wassenaar
Vincent Castel
Mauricio Rosales
Cees de Haan

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ISBN 978-92-5-305571-5

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al

Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica de la División de Comunicación de la FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Roma, Italia

o por correo electrónico a:
copyright@fao.org.

© FAO 2009 (edición en español)

© FAO 2006 (edición en inglés)

Prefacio

El análisis en profundidad sobre los diferentes y considerables impactos del sector pecuario mundial en el medio ambiente que se presenta en este documento ha sido titulado deliberadamente *La larga sombra del ganado* buscando la manera de llamar la atención de los técnicos y del público en general sobre la gran responsabilidad que la producción animal tiene en el cambio climático, en la contaminación atmosférica, en la degradación de la tierra, del suelo y del agua, y en la reducción de la biodiversidad. El propósito no ha sido sencillamente culpar al rápido crecimiento y a la intensificación del sector pecuario a escala global por los daños producidos al medio ambiente, sino más bien el de alentar la toma de medidas decisivas en las esferas técnicas y políticas orientadas a la mitigación de estos daños. Por consiguiente, la evaluación detallada de los diversos impactos medioambientales del sector se relaciona con el perfil de la acción técnica y política adoptada para mitigar dichos impactos.

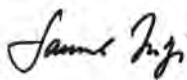
La evaluación se basa en el trabajo de la Iniciativa para Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD, por su sigla en inglés). Esta iniciativa, coordinada por la División de Producción y Sanidad Animal e integrada por numerosas partes interesadas, fue constituida con el fin de dar respuesta a las consecuencias ambientales derivadas de la producción pecuaria, especialmente a la luz del aumento de la demanda de productos alimenticios de origen animal y de la creciente presión sobre los recursos naturales. La Iniciativa LEAD reúne un amplio rango de centros de investigación y desarrollo, así como también a personas interesadas en las interacciones entre la producción pecuaria y el medio ambiente. Sus actividades se han centrado en varios ámbitos objeto de especial preocupación, tales como los relacionados con la contaminación de aguas y suelos a consecuencia de los sistemas de producción intensiva, la degradación de la tierra a causa del sobrepastoreo en las tierras secas y la deforestación inducida por el ganado en los trópicos húmedos y subhúmedos.

En las anteriores evaluaciones realizadas por la Iniciativa LEAD sobre las interacciones entre la producción pecuaria y el medio ambiente se adoptó una perspectiva que partía del sector pecuario, es decir, se investigaron los impactos del sector en los recursos naturales utilizados en la producción animal. En la presente evaluación, sin embargo, se parte del medio ambiente y se determina la contribución del sector pecuario a los cambios medioambientales (uso de la tierra y cambio climático, agotamiento de suelos, aguas y biodiversidad). Las ventajas de este cambio de perspectiva son considerables ya que se suministra un marco para la estimación del rol dinámico y significativo de la incidencia del sector pecuario en los cambios ambientales globales. Esto a su vez contribuirá a mejorar el proceso de toma de decisiones y la adopción de las medidas necesarias en todas las esferas: locales y mundiales, privadas y públicas, individuales y corporativas, no gubernamentales e intergubernamentales. Es preciso pasar a la acción: si, tal y como se prevé, la producción de carne se duplicará de aquí a 2050, se hace necesario reducir a la mitad los impactos de cada unidad de producción a fin de alcanzar un simple *statu quo* en el impacto global.

La Iniciativa LEAD, con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y otros donantes, ha venido catalizando esta acción en muchos y diversos “lugares críticos” para el medio ambiente debido a la producción pecuaria. Así, por ejemplo, en el este y sudeste asiático se están diseñando soluciones para el manejo sostenible de ingentes cantidades de desechos animales provenientes de los sistemas de producción intensiva, en América Central se están introduciendo nuevos instrumentos para el pago de servicios ambientales en las tierras usadas para las actividades pecuarias y en la República Unida de Tanzania se están diseñando interacciones sostenibles entre la fauna silvestre y el ganado. Estos esfuerzos precisan la determinación y aplicación de instrumentos de política adecuados, que permitan a las partes interesadas asumir un compromiso para un uso económicamente sostenible de los recursos con el fin de dar respuesta a los problemas ambientales que están en juego.

Es obvio que la responsabilidad de las acciones necesarias para afrontar los daños ambientales causados por el sector pecuario trasciende al sector pecuario en sí e incluso a la totalidad del sector agrícola. Tanto el sector pecuario como la agricultura en su conjunto han de estar a la altura del desafío de desarrollar soluciones técnicas para lograr un uso más sostenible desde el punto de vista ambiental de los recursos destinados a la producción animal. No obstante, es asimismo evidente que las decisiones relativas a su uso trascienden al sector agrícola, por lo que se hace necesaria una toma de decisiones de carácter multi-sectorial y multiobjetivo.

Se espera que esta evaluación contribuya a esta toma de decisiones y, en consecuencia, a acortar la *larga sombra del ganado*.



Samuel Jutzi

Director

División de Producción y Sanidad Animal

FAO

Índice

Agradecimientos	xvi
Siglas, acrónimos y abreviaturas	xvii
Sinopsis	xx

Capítulo 1

Introducción

1.1 La producción pecuaria como uno de los principales protagonistas de la problemática ambiental a nivel mundial	2
1.2 El escenario: factores que configuran el sector pecuario	5
1.3 Tendencias dentro del sector pecuario	14

Capítulo 2

El sector pecuario en transición geográfica

2.1 Tendencias del uso de la tierra en la producción pecuaria	24
2.1.1 Panorama: pautas diversas de cambio a nivel regional	24
2.1.2 La globalización como factor determinante de los cambios en el uso de la tierra	28
2.1.3 La degradación de tierras: una pérdida vasta y costosa	30
2.1.4 Producción pecuaria y uso de la tierra: la transición geográfica	32
2.2 Geografía de la demanda	35
2.3 Geografía de los recursos para la producción animal	36
2.3.1 Pastos y forrajes	37
2.3.2 Cultivos forrajeros y residuos de cultivos	41
2.3.3 Subproductos agroindustriales	46
2.3.4 Tendencias para el futuro	49
2.4 Sistemas de producción: los determinantes de la localización económica	55
2.4.1 Tendencias históricas y pautas de distribución	56
2.4.2 Concentración geográfica	63
2.4.3 Aumento del nivel de dependencia del transporte	66

2.5 Lugares críticos de la degradación de la tierra	70
2.5.1 La superficie de tierra destinada a pastos y cultivos forrajeros sigue creciendo a expensas de los ecosistemas naturales	71
2.5.2 Degradación de pastizales: cambios en la vegetación y desertificación	73
2.5.3 Contaminación de entornos periurbanos	76
2.5.4 La agricultura intensiva de los cultivos forrajeros	78
2.6 Conclusiones	82

Capítulo 3

El papel del ganado en el cambio climático y en la contaminación atmosférica	87
3.1 Temas y tendencias	87
3.2 El ganado en el ciclo del carbono	92
3.2.1 Emisiones de carbono procedentes de la producción de piensos	95
3.2.2 Emisiones de carbono procedentes de la cría del ganado	106
3.2.3 Emisiones de carbono procedentes de la elaboración de productos pecuarios y del transporte refrigerado	111
3.3 El ganado en el ciclo del nitrógeno	113
3.3.1 Emisiones de nitrógeno asociadas a la fertilización de los piensos	116
3.3.2 Emisiones procedentes de fuentes acuáticas como consecuencia del uso de fertilizantes químicos	118
3.3.3 Desperdicio de nitrógeno en la cadena de producción del ganado	119
3.3.4 Emisiones de nitrógeno procedentes del estiércol almacenado	120
3.3.5 Emisiones de nitrógeno procedentes del estiércol depositado o aplicado	122
3.3.6 Emisiones procedentes de la pérdida de nitrógeno del estiércol después de su aplicación y deposición directa	123
3.4 Resumen del impacto del ganado	126
3.5 Opciones de mitigación	128
3.5.1 Retención de carbono y mitigación de las emisiones de CO ₂	129
3.5.2 Reducción de las emisiones de CH ₄ provenientes de la fermentación entérica a través de la dieta y el mejoramiento de la eficiencia	134
3.5.3 Mitigación de las emisiones de CH ₄ a través del manejo mejorado del estiércol y el biogás	136
3.5.4 Opciones técnicas para la mitigación de las emisiones de N ₂ O y la volatilización de NH ₃	138

Capítulo 4	
El papel del ganado en la contaminación y el agotamiento del agua	141
4.1 Temas y tendencias	141
4.2 Uso del agua	144
4.2.1 El agua destinada al consumo y a los servicios de mantenimiento de los animales	144
4.2.2 La elaboración de productos	148
4.2.3 Producción de piensos	150
4.3 La contaminación del agua	153
4.3.1 Desechos del ganado	153
4.3.2 Desechos de la elaboración de los productos pecuarios	170
4.3.3 Contaminación proveniente de la producción de piensos y cultivos forrajeros	172
4.4 El uso de la tierra por el ganado y su impacto en el ciclo del agua	182
4.4.1 El pastoreo extensivo modifica los flujos de agua	183
4.4.2 Conversión del uso de la tierra	186
4.5 Resumen del impacto del ganado en los recursos hídricos	187
4.6 Opciones de mitigación	190
4.6.1 Mejora de la eficiencia del uso del agua	190
4.6.2 Mejor manejo de los desechos	192
4.6.3 Manejo de tierras	198
Capítulo 5	
El impacto del ganado en la biodiversidad	203
5.1 Temas y tendencias	203
5.2 Dimensiones de la biodiversidad	205
5.3 La función del ganado en la pérdida de biodiversidad	210
5.3.1 Transformación del hábitat	210
5.3.2 Cambio climático	218
5.3.3 Especies exóticas invasivas	220
5.3.4 Sobreexplotación y competencia	225
5.3.5 Contaminación	234

5.4 Resumen de los impactos de la producción pecuaria sobre la biodiversidad	240
5.5 Opciones de mitigación para la conservación de la biodiversidad	242
Capítulo 6	
Las políticas, sus desafíos y sus opciones	247
6.1 Hacia la construcción de un marco normativo	249
6.1.1 Principios generales	249
6.1.2 Instrumentos de política específicos	256
6.1.3 Cuestiones de políticas en el cambio climático	266
6.1.4 Cuestiones de políticas en los recursos hídricos	271
6.1.5 Temas normativos sobre biodiversidad	280
6.2 Opciones de política para responder a los puntos de presión ambiental	288
6.2.1 Controlar la expansión hacia los ecosistemas naturales	288
6.2.2 Limitar la degradación de los pastizales	291
6.2.3 Reducir la carga de nutrientes en las áreas de concentración ganadera	294
6.2.4 Disminuir el impacto ambiental de la producción intensiva de cultivos forrajeros	296
Capítulo 7	
Resumen y conclusiones	301
7.1 El sector pecuario y el medio ambiente en contexto	302
7.2 ¿Qué es lo que se debe hacer?	310
7.3 Desafíos planteados	317
Bibliografía	323
Anexos	359
1. Mapas mundiales	359
2. Cuadros	397
3. Metodología de cuantificación y análisis	415
4. Índice analítico	431

Cuadros

<u>1.1</u>	Tasas de urbanización y tasas de crecimiento de la urbanización	6
<u>1.2</u>	Cambios en el consumo alimentario de los países en desarrollo	9
<u>1.3</u>	Uso de piensos concentrados	11
<u>1.4</u>	Principales parámetros de productividad pecuaria en diferentes regiones del mundo	13
<u>1.5</u>	Consumo pasado y previsto de carne y leche en los países desarrollados y los países en desarrollo (1980-2030)	15
<u>1.6</u>	Tendencias de la producción pecuaria en los países en desarrollo en 2005	16
<u>2.1</u>	Tendencias en el uso de tierras cultivables, pastizales y bosques, por regiones (1961-2001)	26
<u>2.2</u>	Estimaciones de la superficie total de las tierras degradadas	31
<u>2.3</u>	Estimaciones del total de tierras degradadas en las zonas secas	31
<u>2.4</u>	Suministro total de proteínas y de proteínas de origen animal en la dieta (1980-2002)	36
<u>2.5</u>	Estimación de las tierras de pastos remanentes y convertidas a otros usos	37
<u>2.6</u>	Propiedad de la tierra y derechos de acceso a las tierras de pastoreo: combinaciones posibles y niveles de seguridad de acceso resultantes para los criadores de ganado	38
<u>2.7</u>	Uso y propiedad de la tierra en los Estados Unidos de América	39
<u>2.8</u>	Suministro y reciclaje de subproductos alimentarios en el Japón	48
<u>2.9</u>	Población y producción pecuaria en diferentes sistemas de producción a nivel mundial	58
<u>2.10</u>	Población y producción pecuaria en diferentes sistemas de producción en los países en desarrollo	59
<u>2.11</u>	Población y producción pecuaria en diferentes zonas agroecológicas	61
<u>2.12</u>	Comercio como porcentaje de la producción total para los productos seleccionados	67
<u>2.13</u>	Contribución del ganado a la erosión del suelo en las tierras agrícolas de los Estados Unidos de América	81

<u>3.1</u>	Concentraciones anteriores y actuales de los principales gases de efecto invernadero	91
<u>3.2</u>	Fuentes de carbono atmosférico y sumideros	94
<u>3.3</u>	Fertilizantes químicos N utilizados en la producción de pastos y piensos en los países seleccionados	96
<u>3.4</u>	Emisiones de CO ₂ procedentes de la combustión de combustibles fósiles para la producción de fertilizantes nitrogenados destinados al cultivo de alimentos para el ganado en los países seleccionados	97
<u>3.5</u>	Energía usada por la agricultura en las explotaciones agrícolas de Minnesota (Estados Unidos de América)	99
<u>3.6</u>	Número de animales (2002) y cálculo de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la respiración	107
<u>3.7</u>	Emisiones globales de metano procedentes de la fermentación entérica (2004)	108
<u>3.8</u>	Emisiones globales de metano procedentes del manejo del estiércol (2004)	110
<u>3.9</u>	Costos indicativos de la energía utilizada en el proceso de elaboración	111
<u>3.10</u>	Energía utilizada en la elaboración de productos agrícolas en Minnesota (Estados Unidos de América) en 1995	112
<u>3.11</u>	Cálculo de las emisiones totales de N ₂ O procedentes de los excrementos animales (2004)	124
<u>3.12</u>	Papel del ganado en las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso	127
<u>3.13</u>	Potencial global de retención de carbono terrestre procedente del manejo mejorado	132
<u>4.1</u>	Uso y agotamiento del agua por sector	142
<u>4.2</u>	Necesidad de agua potable para el ganado	145
<u>4.3</u>	Necesidad de agua de servicios para diferentes tipos de ganado	146
<u>4.4</u>	Uso de agua para cubrir las necesidades de agua potable	147
<u>4.5</u>	Uso de agua para cubrir las necesidades de agua de servicios	148
<u>4.6</u>	Uso y agotamiento del agua en las operaciones de curtiembre	150
<u>4.7</u>	Evapotranspiración (ET) de agua para la producción de cebada, maíz, trigo y soja (CMTS) para piensos	152
<u>4.8</u>	Ingesta y excreciones de nutrientes por especie animal	154
<u>4.9</u>	Contribución estimada relativa de los desechos porcinos, las aguas residuales domésticas y las fuentes no puntuales a la descarga de nitrógeno y fósforo en los sistemas hídricos	157

<u>4.10</u>	Variaciones de la concentración de la DBO para diferentes desechos y productos animales	158
<u>4.11</u>	Aplicación mundial en cultivos y pastos de N y P presentes en los fertilizantes minerales y el estiércol animal	165
<u>4.12</u>	Descargas estimadas de N y P procedentes de las tierras agrícolas estercoladas a los ecosistemas de agua dulce	166
<u>4.13</u>	Descargas de metales pesados en las tierras agrícolas de Inglaterra y Gales en el año 2000	167
<u>4.14</u>	Características típicas de las aguas residuales procedentes de las industrias de elaboración pecuaria	171
<u>4.15</u>	Contenido de cargas contaminantes en los efluentes procedentes de las distintas operaciones del proceso de curtiembre	172
<u>4.16</u>	Consumo de fertilizantes minerales en diferentes regiones del mundo (1980–2000)	173
<u>4.17</u>	Contribución de la producción pecuaria al consumo agrícola de N y P en forma de fertilizantes minerales en los países seleccionados	174
<u>4.18</u>	Descargas estimadas de N y P procedentes de los fertilizantes minerales empleados en la producción de piensos y forrajes a los ecosistemas de agua dulce	175
<u>4.19</u>	Contribución del ganado a las descargas de N y P procedentes de fuentes de contaminación puntuales y no puntuales a las aguas superficiales en los Estados Unidos de América	177
<u>4.20</u>	Plaguicidas usados para la producción de piensos en los Estados Unidos de América	179
<u>4.21</u>	Efectos estacionales de los cambios en la composición de la vegetación sobre el rendimiento de agua, por tipo de clima	187
<u>4.22</u>	Contribución estimada del sector pecuario a los procesos de uso y agotamiento del agua	188
<u>5.1</u>	Número estimado de especies descritas y posible total mundial	205
<u>5.2</u>	Principales ecosistemas y amenazas	208
<u>5.3</u>	Clasificación según los expertos de las amenazas a la biodiversidad asociadas al ganado como resultado de diferentes mecanismos y de distintos tipos de sistemas de producción	243
<u>6.1</u>	Comparación de parámetros técnicos esenciales para la producción de carne de bovino en la Amazonia brasileña (1985–2003)	288
<u>7.1</u>	Hechos mundiales relacionados con la producción pecuaria	306

Gráficos

<u>1.1</u>	Población urbana y rural mundial pasada y prevista (1950–2030)	6
<u>1.2</u>	Función del consumo de productos de origen animal en diferentes niveles de urbanización en China	7
<u>1.3</u>	Crecimiento pasado y estimado del PIB per cápita por regiones	7
<u>1.4</u>	Relación entre consumo de carne e ingresos per cápita en 2002	8
<u>1.5</u>	Consumo pasado y previsto de productos alimenticios de origen animal (1962–2050)	9
<u>1.6</u>	Producción de carne pasada y prevista en los países desarrollados y los países en desarrollo (1970–2050)	15
<u>1.7</u>	Producción de leche pasada y prevista en los países desarrollados y los países en desarrollo (1970–2050)	15
<u>2.1</u>	Cambios estimados en el uso de la tierra (1700–1995)	24
<u>2.2</u>	Superficie cosechada total y producción total de cereales y soja	27
<u>2.3</u>	Tasas de crecimiento comparativo de la producción de los productos de origen animal analizados y del uso de cereales forrajeros en los países en desarrollo	42
<u>2.4</u>	Tendencias regionales del uso de cereales forrajeros	42
<u>2.5</u>	Demanda de trigo y maíz para la alimentación animal en las regiones y países analizados (1961–2002)	43
<u>2.6</u>	Composición relativa de la ración de pienso para pollos en los países analizados (por peso)	44
<u>2.7</u>	Composición relativa de la ración de pienso para cerdos en los países analizados (por peso)	45
<u>2.8</u>	Tendencias mundiales en la demanda de soja y torta de soja (1961–2002)	47
<u>2.9</u>	Clasificación de los sistemas de producción pecuaria	57
<u>2.10</u>	Distribución comparativa de cerdos y aves de corral	62
<u>2.11</u>	Cambios en la concentración geográfica de gallinas en el Brasil (1992–2001)	63

<u>2.12</u>	Cambios en la concentración geográfica de cerdos en el Brasil (1992–2001)	63
<u>2.13</u>	Cambios en la concentración geográfica de cerdos en Francia (1989–2001)	64
<u>2.14</u>	Cambios en la concentración periurbana de aves de corral en Tailandia (1992–2000)	65
<u>2.15</u>	Cambios en la concentración geográfica del ganado bovino en el Brasil (1992–2001)	66
<u>2.16</u>	La huella ecológica por persona y por componentes	72
<u>2.17</u>	Distribución espacial de las personas, el ganado y los cultivos forrajeros en los alrededores de Bangkok (2001)	78
<u>2.18</u>	Tendencias mundiales de la superficie de tierras utilizadas para la producción pecuaria y para la producción total de carne y leche	83
<u>2.19</u>	Tendencias de la superficie de tierras utilizadas para la producción pecuaria y para el abastecimiento local de carne y leche – UE 15	84
<u>2.20</u>	Tendencias de la superficie de tierras utilizadas para la producción pecuaria y para el abastecimiento local de carne y leche – América del Sur	84
<u>2.21</u>	Tendencias de la superficie de tierras utilizadas para la producción pecuaria y para el abastecimiento local de carne y leche – Asia oriental y sudoriental (China excluida)	84
<u>3.1</u>	El ciclo del carbono	93
<u>3.2</u>	El ciclo del nitrógeno	114
<u>3.3</u>	Patrón espacial del depósito total de nitrógeno inorgánico a principios de la década de 1990	129
<u>4.1</u>	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la carne	149
<u>4.2</u>	Proceso de degradación de los cauces originado por el ganado	185
<u>4.3</u>	Opciones técnicas para el manejo del estiércol	195
<u>6.1</u>	Cambios de los objetivos de las políticas pecuarias en relación con el desarrollo económico	253
<u>6.2</u>	Principios generales para la fijación de precios del agua	273

Recuadros

<u>2.1</u>	Tendencias recientes en la expansión de la silvicultura	25
<u>2.2</u>	El control del acceso a los pastos comunales: complejidad y debilitamiento	38
<u>2.3</u>	La huella ecológica	72
<u>2.4</u>	La gestión de los desechos del ganado en Asia oriental	79
<u>2.5</u>	Sistemas de producción ganadera y erosión en los Estados Unidos de América	81
<u>3.1</u>	El Protocolo de Kyoto	90
<u>3.2</u>	Los múltiples aspectos climáticos de las quemadas de las sabanas tropicales	104
<u>3.3</u>	Una evaluación nueva de las emisiones de óxido nítrico procedentes del estiércol según los sistemas de producción, las especies y la región	124
<u>4.1</u>	Uso del agua en Botswana	147
<u>4.2</u>	El impacto de la intensificación de la producción animal en el balance de nutrientes en Asia	168
<u>4.3</u>	El uso de plaguicidas en la producción de piensos en los Estados Unidos de América	178
<u>5.1</u>	El caso de las áreas protegidas	212
<u>5.2</u>	Cambios en el Cerrado, sabana tropical del Brasil	214
<u>5.3</u>	Invasión de especies leñosas al sur de Texas	217
<u>5.4</u>	Aves silvestres e influenza aviar altamente patógena	222
<u>5.5</u>	De las pampas al cardo, la alfalfa y la soja	226
<u>5.6</u>	Hipoxia en el Golfo de México	238
<u>5.7</u>	Producción animal para la salvaguardia de la vida silvestre	244
<u>6.1</u>	Nueva Zelanda: impacto ambiental de las principales reformas en la política agrícola	260
<u>6.2</u>	Pago por servicios ambientales en América Central	290
<u>6.3</u>	Áreas de ordenación de la vida silvestre y planificación del uso de la tierra en la República Unida de Tanzania	293
<u>6.4</u>	Ejemplos de manejo exitoso de la producción de desechos del ganado en la agricultura intensiva	297

Mapas

<u>2.1</u>	Localización del sector porcícola industrial en el sur de Viet Nam (Dong Nai, Binh Duong, ciudad de Ho Chi Minh y provincia de Long An)	64
<u>4.1</u>	Contribución estimada del ganado al suministro total de P_2O_5 en las tierras agrícolas, en un área con un balance de masa de P_2O_5 de más de 10 kg por hectárea. Países asiáticos estudiados (1998-2000)	169
<u>4.2</u>	Riesgo de erosión hídrica inducida por el hombre	181
<u>5.1</u>	Principales rutas de las aves migratorias (aves playeras)	222
<u>5.2</u>	Producción de piensos en la cuenca del río Mississippi y localización general de la zona hipóxica a mediados del verano de 1999	238

Agradecimientos

Esta evaluación de las interacciones entre el sector pecuario y el medio ambiente a escala mundial fue requerida por el Comité Directivo de la Iniciativa para Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD, por su sigla en inglés) en su reunión del mes de mayo de 2005 en Copenhague. La evaluación fue realizada por los miembros del equipo de LEAD en la FAO y por la presidencia de LEAD.

La evaluación no hubiese sido posible sin el apoyo financiero y la orientación del Comité Directivo de la Iniciativa LEAD, del que forman parte Hanne Carus, Jorgen Henriksen y Jorgen Madsen (Dinamarca), Andreas Gerrits y Fritz Schneider (Suiza), Philippe Chedanne, Jean-Luc François y Laurent Bonneau (Francia), Annette von Lossau (Alemania), Luis Cardoso (Portugal), Peter Bazeley (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte), Joyce Turk (Estados Unidos de América), Ibrahim Muhammad (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE), Emmanuel Camus (Centro de cooperación internacional en investigación agrícola para el desarrollo, CIRAD), Philippe Steinmetz y Philippe Vialatte (Unión Europea), Samuel Jutzi (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO), Ahmed Sidahmed (en ese momento, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, FIDA), Carlos Seré y Shirley Tarawali (Instituto Internacional de Investigaciones Agropecuarias, ILRI), Deborah Bossio (Instituto Internacional para el Manejo del Agua, IWMI), Carlos Pomerada (Costa Rica), Modibo Traoré (Oficina Interafricana de Recursos Animales/Unión Africana, IBAR/UA), Bingsheng Ke (Centro de Investigaciones para la Economía Rural – Ministerio de Agricultura, China) y Paul Ndiaye (Universidad de Cheikh Anta-Diop, Senegal).

Nuestro sincero agradecimiento a todos aquellos que tan amablemente aceptaron la revisión de varios de los borradores, entre ellos Wally Falcon y Hal Mooney (Universidad de Stanford, Estados Unidos de América), Samuel Jutzi y Freddie Nachtergaele (FAO), Harald Menzi y Fritz Schneider (Colegio Suizo de Agricultura), Andreas Gerrits (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, COSUDE), Jorgen Henriksen (Dinamarca) y Günter Fischer (Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados, IIASA), José Martínez (Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement, CEMAGREF), Jim Galloway (Universidad de Virginia) y Padma Kumar (Programa de Capitalización Pecuaria en India, CALPI). Dentro de la FAO aportaron sus comentarios Jelle Bruinsma, Neela Gangadharan, Wulf Killmann y Jan Poulisse. Agradecemos también a Wally Falcon, Hal Mooney y Roz Naylor (Universidad de Stanford) el estimulante ambiente de trabajo, el proficuo debate y la continua voz de aliento.

Asimismo queremos expresar nuestro reconocimiento a Paul Harrison por el apoyo en el trabajo de edición, a Rafael Morales por la traducción de la obra al español, a Eloy Sánchez Román por la redacción del índice analítico y a María Lozano y a la Oficina Regional para América Latina y el Caribe por la edición y la revisión técnica, respectivamente, del texto traducido, a Sébastien Pesseat y Claudia Ciarlantini por el diseño gráfico, a Carolyn Opio, Jan Groenewold y Tom Misselbrook por el apoyo en el análisis de datos, a Alessandra Falucci por su apoyo en el análisis espacial y trabajo de cartografía, y a Christine Ellefson por las diversas tareas de apoyo.

Sobra decir que los posibles errores y omisiones son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ASA	Asociación Americana de Soja
CALPI	Programa de Capitalización Pecuaria en India
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CEI	Comunidad de Estados Independientes
CEMAGREF	Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement
CIPAV	Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria
CIRAD	Centro de cooperación internacional en investigación agrícola para el desarrollo
CLD	Convención de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África (Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación)
CMNUCC	Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CMTS	Cebada, Maíz, Trigo y Soja
CMVC	Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental
COS	Carbono orgánico del suelo
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
COT	Carbono orgánico total
DANIDA	Organismo Danés de Desarrollo Internacional
DBO	Demanda biológica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
EEB	Encefalopatía espongiforme bovina
EM	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio
EMBRAPA	Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria
EPA	Agencia Federal de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América
EPICA	<i>European Project for Ice Coring in Antarctica</i> / Proyecto europeo para extracción de núcleos de hielo
ETR	Evapotranspiración real

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FAOSTAT	Base de datos estadísticos sustantivos de la FAO
FBN	Fijación biológica del nitrógeno
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FRA	Evaluación de los recursos forestales mundiales
GATT	Acuerdo general sobre aranceles aduaneros y comercio
GEI	Gas de efecto invernadero
GESAMP	Grupo Mixto de Expertos OMI/FAO/UNESCO-COI/OMM/OMS/OIEA/ Naciones Unidas/PNUMA sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino
GRID	Base de datos sobre recursos mundiales
IAAP	Influenza aviar altamente patógena
IBAR/UA	Oficina Interafricana de Recursos Animales/Unión Africana
IFA	Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes
IFFO	Organización Internacional de la Harina y el Aceite de Pescado
IIASA	Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados
IIPA	Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias
ILRI	Instituto Internacional de Investigaciones Agropecuarias
IOM	Instituto de Medicina
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IWMI	Instituto Internacional para el Manejo del Agua
LEAD	Iniciativa para Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo
LWMEAP	Proyecto de Gestión de los Desechos del Ganado en Asia Oriental
MAF	Ministerio de Agricultura y Silvicultura, Nueva Zelanda
MAFF	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte
MDL	Mecanismo para un desarrollo limpio
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio
NEC	Directiva sobre los techos nacionales de emisión
NOAA	Administración Nacional del Océano y la Atmósfera
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMG	Organismo modificado genéticamente
OMI	Organización Marítima Internacional
OMM	Organización Meteorológica Mundial

OMS	Organización Mundial de la Salud
PAC	Política agrícola común
PCG	Potencial de calentamiento global
PIB	Producto interno bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ppm	Partes por millón
ppmm	Partes por mil millones
PSA	Pago por servicios ambientales
RCE	Reducción certificada de las emisiones
RCRE	Investigación y Extensión Cooperativa de Rutgers
SAfMA	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de África meridional
SCOPE	Comité Científico sobre los Problemas del Medio Ambiente
UE	Unión Europea
UICN	Unión Mundial para la Naturaleza (antigua denominación: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales)
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
USDA/FAS	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América: Servicio Agrícola del Exterior
USDA/NASS	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América: Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas
USDA/NRCS	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América: Servicio de Conservación de Recursos Naturales
UTCUTS	Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura
WRI	Instituto de Recursos Mundiales
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

Sinopsis

El objetivo de este informe es realizar una evaluación del impacto global del sector pecuario sobre los problemas ambientales, así como de los posibles enfoques técnicos y normativos para mitigarlo. Esta evaluación se basa en los datos más recientes y completos a disposición y tiene en cuenta tanto los impactos directos como los derivados de los cultivos forrajeros necesarios para la producción ganadera.

Por la magnitud de su impacto, la ganadería es uno de los dos o tres sectores con repercusiones más graves en los principales problemas medioambientales a todos los niveles, desde el ámbito local hasta el mundial. Los resultados de este informe indican que la consideración de este sector es fundamental a la hora de diseñar políticas encaminadas a la solución de los problemas relacionados con la degradación de las tierras, el cambio climático, la contaminación atmosférica, la escasez y contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad.

La incidencia del ganado en los problemas ambientales, así como también su potencial para contribuir a solucionarlos, son decisivos. Su impacto es tan significativo que precisa urgente atención. Podrían obtenerse notables reducciones del impacto a un costo razonable.

Importancia mundial del sector

Si bien en términos económicos el sector pecuario no es uno de los principales sectores a nivel mundial, su importancia social y política es altamente significativa. Este sector representa el 40 por ciento del producto interno bruto (PIB) agrícola, genera empleo para mil trescientos millones de personas y medios de subsistencia para mil millones de pobres en todo el mundo. Los productos de la ganadería suministran un tercio del consumo mundial de proteínas y de la misma manera que contribuyen a la obesidad son una posible solución a la desnutrición.

El crecimiento demográfico y el aumento de los ingresos, así como la transformación de las preferencias alimentarias, están estimulando un acelerado incremento de la demanda de productos pecuarios, a la vez que la globalización impulsa el comercio de insumos y productos. Se prevé que la producción mundial de carne se incrementará en más del doble, pasando de 229 millones de toneladas en 1999/01 a 465 millones de toneladas en 2050, y que la producción de leche crecerá de 580 a 1043 millones de toneladas. El impacto ambiental por unidad de producción ganadera ha de reducirse a la mitad si se quiere evitar que el nivel de los daños actuales se incremente.

Cambios estructurales y su impacto

El sector pecuario atraviesa una compleja transformación de carácter técnico y geográfico que está desplazando el eje de los problemas ambientales causados por el sector.

El pastoreo extensivo aún ocupa y degrada extensas áreas de tierra; sin embargo, hay una creciente tendencia a la intensificación y a la industrialización. Se están transformando los patrones de distribución geográfica de la producción pecuaria, que está trasladán-

dose, en primer lugar, de las áreas rurales a las zonas urbanas y periurbanas con el fin de acercarse a los consumidores y, en segundo lugar, hacia las áreas donde se produce el pienso o hacia zonas situadas en las cercanías de los medios de transporte o de los centros de comercio del mismo en el caso de que éste sea importado. Asimismo, se registra un cambio en las especies utilizadas, con un crecimiento acelerado de la producción de especies monogástricas (cerdos y aves de corral, producidos en su mayoría en unidades industriales) y una desaceleración de la producción de rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos, criados con frecuencia en condiciones extensivas). Como consecuencia de estos cambios el sector ganadero comienza a competir de una manera más directa e intensa por tierras, agua y otros recursos naturales escasos.

Estos cambios están impulsando también una mejora de la eficiencia, con la consecuente reducción del área de tierra necesaria para la producción ganadera. Al mismo tiempo, están causando la marginación de los pequeños productores y pastores, el incremento de los insumos y los desechos, y el aumento y concentración de la contaminación. Las fuentes no puntuales de contaminación ampliamente dispersas están cediendo el paso a fuentes puntuales que si bien crean mayores daños en ámbito local, resultan sin embargo más fáciles de controlar.

Degradación del suelo

La ganadería es, con gran diferencia, la actividad humana que ocupa una mayor superficie de tierra. El área total dedicada al pastoreo equivale al 26 por ciento de la superficie terrestre libre de glaciares del planeta, mientras que el área destinada a la producción de forrajes representa el 33 por ciento del total de tierra cultivable. En total, a la producción ganadera se destina el 70 por ciento de la superficie agrícola y el 30 por ciento de la superficie terrestre del planeta.

La expansión de la producción ganadera es un factor fundamental en la deforestación, especialmente en América Latina, donde se está produciendo la deforestación más intensa: el 70 por ciento de las tierras de la Amazonia que antes eran bosques hoy han sido convertidas en pastizales y los cultivos forrajeros cubren una gran parte de la superficie restante. Alrededor del 20 por ciento de los pastos y praderas del mundo, un 73 por ciento de las cuales está situado en zonas áridas, presenta algún grado de degradación causada principalmente por el sobrepastoreo, la compactación y la erosión resultantes de la acción del ganado. Estas tendencias afectan particularmente a las tierras áridas ya que la ganadería es el único medio de vida para los pobladores de estas áreas.

El sobrepastoreo se puede reducir mediante el pago de tasas de explotación y la remoción de obstáculos a la movilidad en las praderas de propiedad comunal. La degradación de la tierra se puede evitar y revertir a través de los métodos de conservación del suelo, el silvopastoreo, un mejor manejo de los sistemas de pastoreo, el establecimiento de límites a las quemadas incontroladas realizadas por los pastores y la exclusión controlada del ganado de las áreas frágiles.

Atmósfera y clima

Con el aumento de la temperatura, el crecimiento del nivel del mar, el deshielo de los casquetes polares y los glaciares, los cambios en las corrientes oceánicas y en los patrones del clima, el cambio climático constituye el más serio desafío para la humanidad.

El sector ganadero reviste una importancia fundamental ya que es responsable del 18 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero medidos en equivalentes de CO₂, un porcentaje mayor que el correspondiente a los medios de transporte.

Asimismo, el sector pecuario produce el 9 por ciento de las emisiones de CO₂ de origen antropógeno, la mayor parte de las cuales se deben a los cambios en el uso de la tierra (principalmente, la deforestación) causados por la expansión de los pastizales y la superficie destinada a la producción de forrajes. La ganadería es también responsable en medida aún más significativa de la emisión de algunos gases que tienen un mayor potencial de calentamiento de la atmósfera. Así, por ejemplo, el sector emite el 37 por ciento del metano antropógeno, el cual proviene en su mayor parte del proceso de fermentación ocurrido en la digestión entérica de los rumiantes y tiene un potencial de calentamiento global (PCG) 23 veces mayor que el del CO₂ y el 65 por ciento del óxido nitroso antropógeno, cuyo PCG es 296 veces mayor que el del CO₂ en su mayor parte proveniente del estiércol. La ganadería también es responsable de casi las dos terceras partes (64 por ciento) de las emisiones antropógenas de amonio, las cuales contribuyen significativamente a la lluvia ácida y a la acidificación de los ecosistemas.

Estos altos niveles de emisiones hacen que existan grandes oportunidades para mitigar el cambio climático a través de la actividad ganadera. La intensificación, entendida como un incremento en la productividad tanto de la producción pecuaria como de los cultivos forrajeros, puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la deforestación y la degradación de los pastizales. Por otro lado, la restauración de las pérdidas históricas de carbono en el suelo mediante prácticas de labranza de conservación, cultivos de cobertura, agroforestería y otras medidas tiene un potencial de retención de carbono de hasta 1,3 toneladas por hectárea al año, con cantidades adicionales disponibles mediante la restauración de áreas de pastos desertificadas. Las emisiones de metano se pueden reducir a través de dietas mejoradas que disminuyan la fermentación entérica, el mejoramiento del manejo del estiércol y el biogás, que representa además una fuente de energía renovable. Las emisiones de nitrógeno pueden reducirse mejorando las dietas y el manejo del estiércol.

El Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto puede utilizarse para financiar la difusión de iniciativas de biogás y silvopastoreo vinculadas a la forestación y reforestación. Deben generarse metodologías a fin de que puedan financiarse por conducto del MDL otras opciones relacionadas con la ganadería, tales como la retención de carbono en el suelo a través de la rehabilitación de pastizales degradados.

Agua

El mundo avanza hacia un incremento de los problemas de escasez de agua dulce y agotamiento de los acuíferos. Se prevé que para el año 2025 el 64 por ciento de la población mundial viva en cuencas bajo estrés hídrico.

El sector pecuario es un factor clave en el incremento del uso del agua ya que es responsable del 8 por ciento del consumo mundial de este recurso, principalmente para la irrigación de los cultivos forrajeros. La ganadería es probablemente la mayor fuente de contaminación del agua y contribuye a la eutrofización, a las zonas “muertas” en áreas costeras, a la degradación de los arrecifes de coral, a la aparición de problemas de salud en los seres humanos, a la resistencia a los antibióticos y a muchos otros problemas. Las

principales fuentes de contaminación provienen de desechos de los animales, antibióticos y hormonas, productos químicos usados en las curtiembres, fertilizantes y plaguicidas usados en los cultivos forrajeros y sedimentos de pastizales erosionados. Aunque no se dispone de cifras mundiales, se estima que en los Estados Unidos de América, la cuarta superficie más grande del planeta, la producción pecuaria es responsable del 55 por ciento de la erosión y sedimentación, el 37 por ciento del uso de plaguicidas, el 50 por ciento del uso de antibióticos y un tercio de las descargas de nitrógeno y fósforo en los recursos de agua dulce.

La ganadería también afecta la recarga de los acuíferos en tanto que influye en los procesos de compactación del suelo, reducción de la infiltración, degradación de los márgenes de los cursos de agua, desecamiento de llanuras inundadas y disminución de los niveles freáticos. La ganadería, al incrementar la deforestación, incrementa también las escorrentías y reduce los cursos de agua durante la estación seca.

El consumo de agua puede reducirse mejorando la eficiencia de los sistemas de irrigación. El impacto de la actividad ganadera en la erosión, sedimentación y regulación del agua puede mitigarse implementando medidas contra la degradación del suelo. La contaminación puede contrarrestarse mediante un mejor manejo de los desechos animales en las unidades de producción industrial, la formulación de dietas mejoradas que faciliten la absorción de nutrientes, una gestión más eficiente del estiércol (incluido el biogás), así como un mejor uso del estiércol procesado en los cultivos. La producción pecuaria industrial debe descentralizarse y establecerse en tierras donde los desechos puedan reciclarse sin sobrecargar los suelos y las fuentes de agua dulce.

Algunas medidas normativas que pueden contribuir a reducir el consumo de agua y la contaminación incluyen la internalización completa de los costos del agua (que cubran los costos de suministro y las externalidades económicas y ambientales), marcos normativos que limiten tanto los volúmenes de producción como su escala y en los que se especifiquen los equipos requeridos y los niveles de descarga admitidos, normas de zonificación e impuestos que desincentiven la concentración de la industria ganadera a gran escala cerca de las ciudades, así como el establecimiento de derechos sobre el agua y su mercado y el fomento de los mecanismos de ordenación participativa de las cuencas hidrográficas.

Biodiversidad

Las amenazas actuales a la biodiversidad no tienen precedentes. Se estima que la pérdida de especies es entre 50 y 500 veces más alta que la registrada en toda la historia del planeta. Quince de 24 ecosistemas que proporcionan importantes servicios ambientales están en declive.

La ganadería constituye cerca del 20 por ciento del total de la biomasa animal terrestre, y el 30 por ciento de la superficie terrestre que ocupa hoy en día estuvo antes habitada por fauna silvestre. De hecho el sector pecuario podría ser el primer responsable de la pérdida de biodiversidad dado que es la primera causa de deforestación y tiene una alta participación en la degradación del suelo, la contaminación, el cambio climático, la sobreexplotación de recursos pesqueros, la sedimentación de zonas costeras y la propagación de especies invasivas exóticas. A lo anterior hay que añadir que los conflictos por los recursos con los productores pecuarios suponen una amenaza para diversas especies de predadores salvajes y para las áreas protegidas cercanas a los terrenos de pasto. Por otro

lado, en regiones desarrolladas, especialmente en Europa, algunas zonas de pastizales que albergaban diversos tipos de ecosistemas bien establecidos están siendo amenazadas por el abandono.

En 306 de las 825 ecorregiones terrestres identificadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), las cuales abarcan todos los biomas y reinos biogeográficos, el sector pecuario es actualmente una amenaza. Conservación Internacional ha identificado 35 lugares críticos por lo que a la biodiversidad se refiere en todo el mundo. Estos lugares se caracterizan por poseer niveles excepcionalmente elevados de endemismo vegetal y serios niveles de pérdida de hábitats y 23 de ellos están afectados por la producción ganadera. Un análisis de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la prestigiosa Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) muestra que la mayoría de las especies amenazadas en el mundo se ven sometidas a pérdidas de hábitats debido a la actividad ganadera.

Ya que muchas de las amenazas de la ganadería a la biodiversidad derivan de su impacto sobre los recursos fundamentales (clima, contaminación del aire y el agua, degradación del suelo y deforestación), las principales opciones de mitigación se detallan en las respectivas secciones. Se trata asimismo el tema de la mejora de las interacciones de los productores pecuarios con la fauna y flora silvestres y con las áreas protegidas, así como la cuestión de la cría de especies silvestres en explotaciones ganaderas.

La reducción de la conversión de las áreas silvestres en zonas ganaderas puede lograrse gracias a la intensificación. La salvaguardia de las áreas silvestres, las franjas de protección, las servidumbres de conservación, los créditos fiscales y las sanciones penales pueden incrementar la cantidad de tierras donde la conservación de la biodiversidad es una prioridad. Deben redoblar los esfuerzos para integrar la producción ganadera y a los productores en la gestión del paisaje.

Marcos normativos intersectoriales

Algunos enfoques normativos son transversales a todos los temas mencionados. Una conclusión general es que un uso más eficaz de los recursos de la producción pecuaria puede reducir los impactos ambientales.

Si bien es cierto que formular normas sobre escalas, rendimientos o desechos, entre otras cuestiones, puede resultar de utilidad, un elemento crucial para obtener una mayor eficacia es la correcta asignación de precios a recursos naturales como la tierra, el agua o el uso de vertederos para los desechos. Por lo general, estos recursos son gratuitos o resultan infravalorados, lo que conduce a su sobreexplotación o contaminación. Con frecuencia ciertos subsidios actúan como un factor de distorsión impulsando directamente a los productores a realizar actividades nocivas para el medio ambiente.

Una de las principales prioridades es lograr el establecimiento de precios y tasas que reflejen los costos ambientales y económicos, incluidas todas las externalidades. Una condición para que los precios influyan en el comportamiento es que debe existir seguridad en los derechos sobre aguas, tierras, uso de tierras comunales y vertederos de desechos. Además, en la medida de lo posible, estos derechos deberían ser negociables.

Deben eliminarse los subsidios que causan distorsiones y debe desarrollarse un sistema de precios para las externalidades ambientales y económicas mediante impuestos selectivos y/o tasas sobre el uso de los recursos, insumos y desechos. En algunos casos pueden ser necesarios los incentivos directos.

El pago por servicios ambientales reviste especial importancia, en particular en el caso de los sistemas de pastoreo extensivo: los criadores, los productores y los dueños de la tierra pueden recibir pagos por servicios ambientales específicos tales como la regulación de los cursos de agua, la conservación del suelo, la conservación de los paisajes naturales y los hábitats de la fauna y flora silvestres o la retención de carbono. La oferta de servicios ambientales puede erigirse en objetivo fundamental de los sistemas de producción extensiva basados en praderas.

Una de las principales enseñanzas extraídas es que el sector pecuario tiene impactos ambientales profundos y de largo alcance por lo que debe ser objeto prioritario de las políticas ambientales. Los esfuerzos en este ámbito pueden producir grandes y múltiples beneficios. De hecho, a medida que la sociedad evoluciona, es muy probable que las consideraciones de tipo ambiental, así como las cuestiones relacionadas con la salud humana, se conviertan en factores decisivos de las políticas del sector.

Por último, hay que señalar la urgente necesidad de elaborar, a nivel local, nacional e internacional, marcos normativos e institucionales adecuados, que permitan afrontar los cambios previstos. Esto implica un fuerte compromiso político, así como un mayor conocimiento y sensibilización sobre los riesgos medioambientales que comportaría mantener sin variaciones la situación actual y sobre los beneficios ambientales que, por el contrario, podrían derivarse de la intervención en el sector pecuario.

01

Las actividades pecuarias tienen un impacto significativo en prácticamente todas las esferas del medio ambiente, incluidos el cambio climático y el aire, la tierra y el suelo, el agua y la biodiversidad. Este impacto puede ser directo, como a través del pastoreo, por ejemplo, o indirecto, como en el caso de la destrucción de bosques en América del Sur para ampliar la superficie destinada al cultivo de la soja como forraje.

El impacto del sector pecuario en el medio ambiente es hoy en día profundo y de largo alcance y continúa creciendo y transformándose velozmente. La demanda mundial de carne, leche y huevos está experimentando un rápido aumento a consecuencia del incremento de los ingresos, el crecimiento demográfico y la urbanización.

Como actividad económica, la producción pecuaria presenta diversos grados de desarrollo técnico. En países o áreas donde no existe una gran demanda de alimentos de origen animal, predominan los sistemas de producción de bajos insumos y de subsistencia destinados más al consumo familiar que al mercado. Esto contrasta con los sistemas de producción comercial, de altos insumos, en áreas donde hay una demanda elevada o creciente. Esta diversidad de sistemas de producción implica una diferencia extrema en cuanto a la intensidad en el uso de los recursos. La diversidad de los sistemas de producción y sus interacciones determina que la relación entre producción pecuaria y medio ambiente sea compleja y, en ocasiones, controvertida.

El sector pecuario afecta a una amplia gama de recursos naturales y su gestión debe ser muy cuidadosa en vista de la marcada escasez de estos recursos y de su creciente demanda por otros sectores y actividades. Mientras que la producción pecuaria intensiva se expande en los grandes países emergentes, existen aún vastas áreas donde perviven la producción extensiva y los medios de subsistencia a ella asociados. Los sistemas intensivos y extensivos requieren mayor atención e intervención para que el sector genere menos impactos negativos y más impactos positivos sobre los bienes públicos, tanto a nivel nacional como mundial.

Una de las razones principales que justifican la realización de la presente evaluación es que la relación entre la producción pecuaria y el medio ambiente no ha recibido, en general, una adecuada respuesta institucional ni en los países desarrollados ni en los países en vías de desarrollo. El crecimiento del sector en algunos lugares y su estancamiento asociado a la pobreza en otros se produce sin ningún control en la mayoría de los casos. Si bien el sector pecuario se ha considerado generalmente parte de la agricultura, en muchos lugares se ha desarrollado de manera paralela a la industria y ya no tiene lazos directos ni con la tierra ni con ubicaciones específicas.

El eje de los impactos ambientales se desplaza a gran velocidad, dado que el medio en que se crían los animales sufre continuas modificaciones y una creciente estandarización. Las políticas públicas de los países desarrollados y en desarrollo difícilmente avanzan al mismo ritmo de la acelerada transformación de las tecnologías de producción y los cambios estructurales del sector. Los programas y las leyes ambientales se aplican cuando ya se han producido daños significativos y las políticas se centran más en la mitigación y la restauración que en enfoques más rentables de prevención y protección.

En un sector tan variado como el sector pecuario las cuestiones ambientales deben afrontarse mediante un enfoque integrado que combine las medidas políticas y los cambios tecnológicos con un marco de objetivos múltiples.

Deben tenerse en cuenta los intereses de cientos de millones de pequeños productores para los que, con frecuencia, la producción pecuaria representa el único medio de vida. Tampoco se puede ignorar la creciente demanda de carne, leche y huevos de la clase media emergente. Los intentos realizados para contener el elevado consumo de estos productos no han dado resultados.

La formulación de políticas más adecuadas para el sector pecuario es un requisito medioambiental y una necesidad social y de salud. Los alimentos de origen animal pueden contener patógenos y residuos químicos. Se debe cumplir con las exigencias de inocuidad de los alimentos, que generalmente constituyen un prerrequisito en los canales de comercialización formal.

En las evaluaciones anteriores de La Iniciativa para Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD) se prestó especial atención a la perspectiva del sector pecuario y se analizaron las interacciones entre la producción animal y el medio ambiente desde el punto de vista de los sistemas de producción (de Haan, Steinfeld y Blackburn, 1997; Steinfeld, de Haan y Blackburn, 1997).

En la presente evaluación actualizada se invierte el enfoque y se parte de la perspectiva ambiental. Se pretende realizar una evaluación objetiva de las numerosas interacciones entre la producción pecuaria y el medio ambiente. Lógicamente, se han tenido en cuenta los aspectos económicos, sociales y de salud pública a fin de poder obtener conclusiones realistas. En esta evaluación se esbozan asimismo una serie de posibles soluciones que permitan afrontar de manera efectiva las consecuencias negativas de la producción pecuaria.

1.1 La producción pecuaria como uno de los principales protagonistas de la problemática ambiental a nivel mundial

La producción pecuaria tiene un gran impacto en recursos globales como el agua, la tierra y la biodiversidad y contribuye significativamente al cambio climático.

Directa o indirectamente, a través del pastoreo o de la producción de cultivos forrajeros, la producción pecuaria ocupa aproximadamente el 30 por ciento de la superficie terrestre libre de hielo. En muchas situaciones constituye la principal fuente de contaminación terrestre al verter nutrientes y materia orgánica, patógenos y residuos farmacológicos a los ríos, lagos y aguas costeras. Los animales y sus desechos emiten gases que inciden en el cambio climático. Otra fuente de emisión de gases es la destrucción de los bosques para su conversión en zonas de pastoreo y tierras de cultivo destinadas a la producción de alimentos para el ganado. La producción pecuaria moldea paisajes enteros y su demanda de tierras para pastizales y cultivos forrajeros modifica y reduce los hábitats naturales.

La utilización de animales para la obtención de alimentos y otros productos y servicios es sólo una de las muchas actividades humanas que dependen de los recursos naturales. La humanidad está haciendo uso de los recursos naturales renovables a un ritmo que supera ampliamente la capacidad de regeneración de los mismos (Westing, Fox y Renner, 2001). La actividad antropógena genera cargas contaminantes en el aire, el agua y el suelo a tasas más altas que la capacidad del ambiente para descomponerlos o absorberlos. Se está haciendo un uso intensivo de entornos que habían permanecido relativamente libres de intervención poniendo a la biodiversidad en peligro de extinción masiva. Los cambios en el uso del suelo originados por la actividad humana se han acelerado de manera drástica durante las últimas décadas, sobre todo en los países en desarrollo. La urbanización y la expansión de las áreas de cultivo han generado una pérdida y una fragmentación del hábitat sin precedentes, a los que no escapan áreas de gran riqueza como los bosques y los humedales.

La disponibilidad de agua se está convirtiendo en un grave factor limitante para la expansión de la agricultura y para la satisfacción de otras necesidades humanas. La agricultura es la actividad que demanda mayores cantidades de agua, con un con-

sumo del 70 por ciento del agua dulce utilizada.

Aunque existe consenso sobre el hecho de que la actividad antropógena es una de las causas del cambio climático, existen diferentes puntos de vista sobre su alcance y efectos sobre el ambiente. El gas más importante asociado con el cambio climático es del dióxido de carbono (CO₂). Otros gases que contribuyen al efecto invernadero son el metano, el óxido nitroso, el ozono y el hexafluoruro de azufre. Los niveles de dióxido de carbono se han incrementado en más de un 40 por ciento durante los últimos 200 años, pasando de 270 partes por millón (ppm) a 382 ppm (NOAA, 2006). Actualmente, las concentraciones de CO₂ son mayores que en cualquier otro período durante los últimos 650 000 años (Siegenthaler *et al.*, 2005). Las concentraciones de metano son dos veces mayores que las del período preindustrial (Spahni *et al.*, 2005). La temperatura media se incrementó en 0,8°C durante el siglo pasado (NASA, 2005). La combustión de combustibles fósiles es la principal causa de estos cambios.

El cambio climático supone un incremento de la temperatura media y parece estar asociado con un aumento de la frecuencia de fenómenos climáticos extremos. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) advierte que el sistema de distribución alimentaria y su infraestructura sufrirán una alteración, lo que podría incrementar el número de personas con hambre, en particular en el África subsahariana (FAO, 2005a). Según la FAO los países en desarrollo podrían perder un potencial de producción de 280 millones de toneladas de cereales como resultado del cambio climático.

Debido a la pérdida de hábitats, a las formas no sostenibles de producción y al cambio climático, la pérdida de biodiversidad continúa progresando aceleradamente. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM, 2005a), una extensa revisión de la salud del planeta, estima que las especies están desapareciendo a un ritmo de 100 a 1000 veces superior a las tasas registradas en toda la historia del planeta. La EM señala que una tercera parte de los anfibios, una quinta parte de los mamíferos

y una octava parte de las aves están en peligro de extinción. Esta evaluación se basa en las especies conocidas pero se estima que existe un 90 por ciento o más de especies que aún no han sido clasificadas. Mientras que muchas especies suministran servicios directos como fuentes de alimento, madera o vestido, los servicios de la mayoría de las especies no son sin embargo tan evidentes y, por lo tanto, resultan difíciles de apreciar. Es el caso de servicios como el reciclaje de nutrientes, la polinización, la dispersión de semillas, el control del clima y la purificación del aire y del agua.

La disponibilidad de tierras para la expansión de la superficie cultivable es limitada. En consecuencia, todo incremento de la producción agrícola tendrá que generarse por la vía de un uso más intensivo de las tierras que actualmente se destinan a cultivos o pastos. Dado que el sector pecuario demanda una gran cantidad de cultivos y otros materiales vegetales, el índice de conversión de estos materiales en productos comestibles tendrá que mejorarse.

El impacto global de las actividades pecuarias en el ambiente es enorme. Si estos problemas se abordan aplicando los conocimientos científicos y técnicos, es posible subsanar parcialmente los daños. Mientras tanto, las futuras generaciones heredarán enormes daños. El tema ambiental es, en última instancia, una cuestión social: los costos ambientales generados por algunos grupos o naciones deben ser asumidos por otros o por todo el planeta. Un ambiente sano y una adecuada disponibilidad de recursos son esenciales para el bienestar de las futuras generaciones, el cual podrá verse seriamente comprometido si se mantiene el actual ritmo de sobreexplotación de los recursos y deterioro ambiental.

La degradación del medio ambiente con frecuencia se asocia a las guerras y otros tipos de conflicto. A través de la historia, pueblos y naciones han combatido por recursos naturales como el agua y la tierra. En la medida en que los recursos se degradan y se hacen escasos, aumenta la posibilidad de conflictos violentos, sobre todo en situaciones de ausencia de instituciones que pro-

ducen la gobernabilidad. En los últimos años se ha llamado la atención de la opinión pública sobre la perspectiva de que las guerras del futuro tengan su origen en la creciente escasez de recursos naturales (ver, por ejemplo, Klare, 2001, o Renner, 2002). Un informe del Pentágono (Schwartz y Randall, 2003) sugiere que el calentamiento global supondría un riesgo mayor que el del terrorismo a nivel mundial y podría originar sequías catastróficas, hambrunas y disturbios.

A nivel local y regional, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de África meridional (Biggs *et al.*, 2004) revela una sorprendente conexión entre el estrés ecológico y el conflicto social. Esta evaluación sugiere relaciones causales en las dos direcciones: un conflicto puede causar degradación ambiental y ésta a su vez puede generar conflictos. El estudio cita como ejemplo la situación de la provincia sudafricana de KwaZulu Natal, donde las disputas entre diferentes grupos por las escasas tierras de pastoreo ha desencadenado una serie de asesinatos. La escasez de agua, la degradación de las tierras como consecuencia del sobrepastoreo y la insuficiencia de combustible de madera son otras fuentes de conflicto. El mismo estudio señala a Burundi, Rwanda y el este del Congo como áreas en las que se han presentado recientemente situaciones de conflicto asociadas a problemas ecológicos muy graves.

La degradación ambiental afecta significativamente, directa e indirectamente, a la salud humana. Los efectos directos incluyen el contacto con agentes contaminantes. Los efectos indirectos incluyen un incremento de la exposición de seres humanos y animales a las enfermedades infecciosas propiciado por el cambio climático. La distribución geográfica y la estacionalidad de un importante número de enfermedades, como la malaria y el dengue, pueden verse afectadas por el cambio climático (PNUMA, 2005a). La esquistosomiasis o bilharziosis, enfermedad parasitaria que tiene como portador a los caracoles de agua, se asocia a los cambios en los cursos de agua. El Informe sobre los Recursos Mundiales (1999) señala que estas enfermedades relacionadas con el ambiente

afectan de manera desproporcionada a los estratos más pobres de la población tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados.

A la escala y ritmo actuales, el deterioro ambiental supone una amenaza evidente para la sostenibilidad de los recursos naturales. El funcionamiento de los ecosistemas a nivel global y local está ya seriamente comprometido. En última instancia, si la actual situación ambiental no se contrarresta, podría ponerse en peligro no sólo el crecimiento económico y la estabilidad, sino también la supervivencia misma de los seres humanos en el planeta.

1.2 El escenario: factores que configuran el sector pecuario

Al igual que la agricultura y la alimentación en general, el sector pecuario está atravesando por un proceso de cambio de gran magnitud causado en su mayor parte por factores externos al sector. Así, el crecimiento de la población y otros factores demográficos tales como la estructura de la edad y la urbanización determinan la demanda de alimentos y, durante siglos, han conducido a la intensificación de la agricultura. Asimismo, el crecimiento económico y el incremento de los ingresos han contribuido al aumento de la demanda y a un cambio en la dieta. Estas tendencias se han acelerado durante las últimas dos décadas en extensas zonas de Asia, América Latina y el Cercano Oriente desencadenando un rápido aumento de la demanda de productos de origen animal y otros alimentos de alto valor como el pescado, los vegetales y el aceite.

El sector agrícola ha respondido a este aumento y diversificación de la demanda de productos alimenticios con innovaciones en los campos de la biología, la química y la maquinaria. La respuesta se ha producido más por la vía de la intensificación que por la de la expansión, lo que ha generado a su vez los correspondientes cambios en el uso de la tierra.

Estos cambios seculares en la población, la economía, los hábitos dietéticos, la tecnología y el uso de la tierra han transformado el sector

pecuario, pero también el sector mismo ha contribuido en cierta medida a modelar estas fuerzas. Una descripción de estos cambios ayudará, por tanto, a entender el contexto dentro del cual opera el sector.

Transición demográfica

El crecimiento demográfico y urbano fomenta y transforma la demanda de alimentos

La población y el crecimiento demográfico son los principales determinantes de la demanda de alimentos y otros productos agrícolas. Actualmente la población mundial se cifra en 6 500 millones de personas, con un incremento anual de 76 millones (ONU, 2005). Según proyecciones de la ONU, la población mundial alcanzará la cifra de 9 100 millones en 2050, con un pico de aproximadamente 9 500 millones en el año 2070 (ONU, 2005).

Mientras que el crecimiento demográfico en los países desarrollados está próximo a una situación de estancamiento, el 95 por ciento del crecimiento poblacional se produce en los países en desarrollo. Las tasas de crecimiento poblacional más altas (una media del 2,4 por ciento anual) se registran en el grupo de los 50 países menos desarrollados (ONU, 2005). Las tasas de crecimiento demográfico están sufriendo una desaceleración debido a la disminución de las tasas de fertilidad y, en la actualidad, se encuentran por debajo de los niveles de reemplazo en la mayoría de los países desarrollados y están disminuyendo rápidamente en los países emergentes, si bien aún permanecen altas en los países menos desarrollados.

La disminución de la fertilidad sumada al aumento en la esperanza de vida está conduciendo a un envejecimiento de la población en todo el mundo. Se calcula que la proporción de personas ancianas (por encima de los 60 años) crecerá en más de un 20 por ciento por encima de los niveles actuales (ONU, 2005). Los grupos de edad difieren en sus patrones de alimentación y hábitos de consumo: los adultos y las personas ancianas consumen mayores cantidades de proteínas de origen animal que los niños.

Otro aspecto importante en la determinación de la demanda de alimentos es la urbanización. En 2005 (el último año para el cual se dispone de estadísticas) el 49 por ciento de la población mundial vivía en las ciudades (FAO, 2006b). Las cifras globales, sin embargo, enmascaran diferencias importantes entre las regiones del mundo. Así, el África subsahariana y Asia meridional aún poseen un grado de urbanización moderado, con un 37 y un 29 por ciento de urbanización respectivamente, mientras que en los países desarrollados y en América Latina las tasas de urbanización se sitúan entre el 70 y el 80 por ciento (FAO, 2006a, 2006b) (Cuadro 1.1).

El proceso de urbanización continúa creciendo en todas las regiones del mundo. Las tasas de crecimiento más altas se registran donde la urbanización es actualmente escasa, en particular en Asia meridional y el África subsahariana. Virtualmente todo el crecimiento de la población entre el año 2000 y 2030 será urbano (FAO, 2003a) (Gráfico 1.1).

Generalmente, la urbanización implica un mayor nivel de participación en el mercado laboral y tiene un impacto en los patrones de consumo alimentario. En las ciudades, las personas comen más fuera de casa y consumen mayores cantidades de comidas rápidas, alimentos precocinados, platos preparados y aperitivos (Schmidhuber y Shetty, 2005;

Rae, 1998; King, Tietjen y Vickner, 2000). Por esto la urbanización influye en la posición y forma de las funciones del consumo de productos de origen animal (Rae, 1998). Esta función mide la manera en que el consumo de un producto determinado responde a los cambios en el consumo total.

En China un determinado incremento en la urbanización tiene un efecto positivo en los niveles de consumo per cápita de alimentos de origen animal (Rae, 1998) (Gráfico 1.2). En este país, durante el período comprendido entre 1981 y 2001, el consumo humano de cereales disminuyó en un 7 por ciento en las áreas rurales y en un 45 por ciento en las áreas urbanas. Por su parte, el consumo de carne y huevos registró un incremento del 85 y el 278 por ciento, respectivamente, en las áreas rurales, y del 29 y el 113 por ciento en las urbanas (Zhou, Wu y Tian, 2003).

Crecimiento económico

El incremento de los ingresos estimula la demanda de productos de origen animal

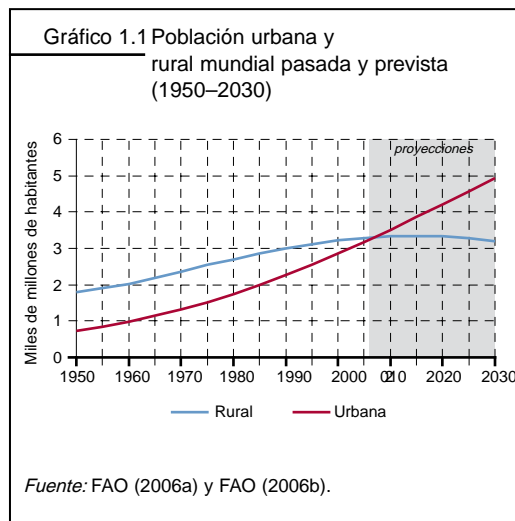
La economía mundial ha experimentado una expansión sin precedentes durante las últimas décadas. El crecimiento de la población, junto con los adelantos científicos y técnicos, los cambios políticos y económicos y la liberalización del comercio, han contribuido al crecimiento económico. En los paí-

Cuadro 1.1

Tasas de urbanización y tasas de crecimiento de la urbanización

Región	Población urbana como porcentaje de la población total en 2005	Tasa de crecimiento de la urbanización (porcentaje anual, 1991-2005)
Asia meridional	29	2,8
Asia oriental y el Pacífico	57	2,4
África subsahariana	37	4,4
Asia occidental y África del Norte	59	2,8
América Latina y el Caribe	78	2,1
Países en desarrollo	57	3,1
Países desarrollados	73	0,6
Mundo	49	2,2

Fuente: FAO (2006a) y FAO (2006b).

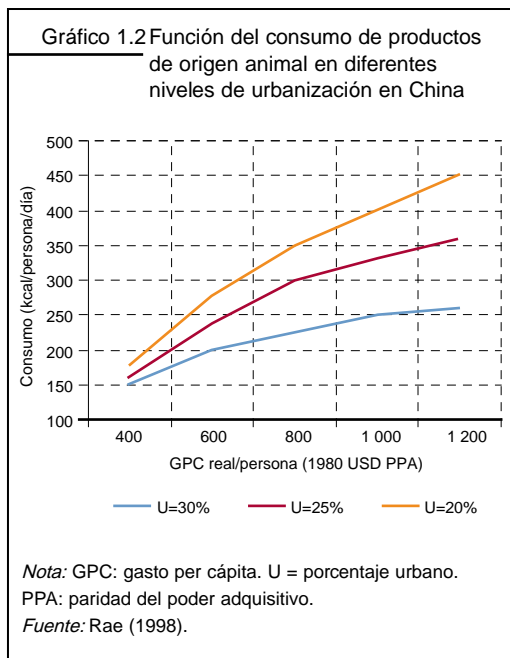


© FAO/SWA13B_0065/G. BIZZARRI

Estudiante comprando comida rápida cerca de Luve (Swazilandia)

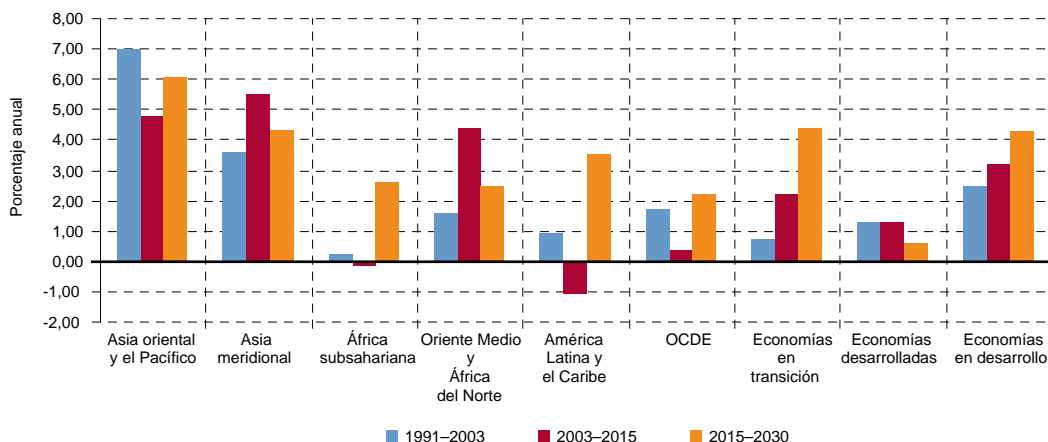
ses en desarrollo este crecimiento se ha traducido en un aumento de los ingresos per cápita y en una clase media emergente con un poder adquisitivo por encima de sus necesidades básicas.

A lo largo del decenio 1991-2001, el PIB per cápita creció globalmente a una tasa superior al 1,4 por ciento anual a nivel mundial. Los países en desarrollo registraron un crecimiento medio del 2,3 por ciento, en comparación con el 1,8 por ciento de los países desarrollados (Banco Mundial, 2006). El crecimiento ha sido particularmente alto en Asia oriental, con una tasa de crecimiento



anual cercana al 7 por ciento en China, seguida por Asia meridional con un 3,6 por ciento. El Banco Mundial (2006) estima que el crecimiento del PIB en los países en desarrollo se acelerará en las próximas décadas (Gráfico 1.3).

Gráfico 1.3 Crecimiento pasado y estimado del PIB per cápita por regiones



Fuente: Banco Mundial (2006) y FAO (2006a).

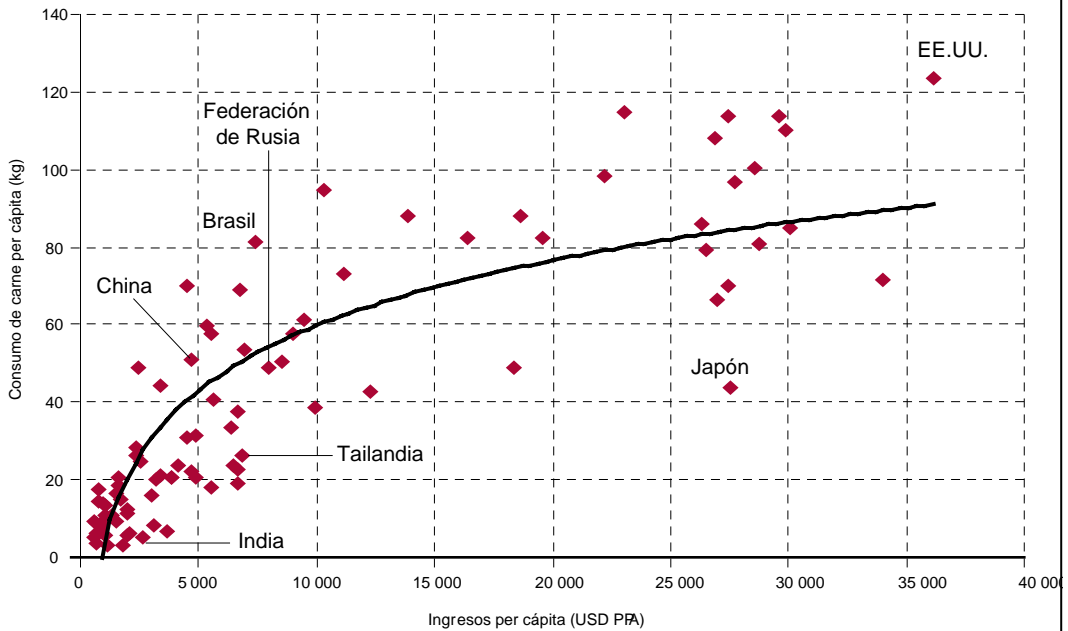
Existe una alta elasticidad-ingreso de la demanda de carne y otros productos de origen animal (Delgado *et al.*, 1999), lo cual significa que en la medida en que el ingreso aumente, aumentará también con gran rapidez el gasto en esta clase de productos. En consecuencia, el crecimiento del ingreso per cápita se traducirá en una mayor demanda de productos pecuarios. Esto contribuirá a disminuir la brecha en las cifras de consumo medio de carne, leche y huevos entre los países desarrollados y los países en desarrollo. Como puede observarse en el Gráfico 1.4, el efecto del incremento de los ingresos en la dieta es mucho mayor entre la población con ingresos bajos y medianos. Esta observación es válida tanto para los países como a nivel individual (Devine, 2003).

Transición nutricional

Cambios mundiales en las preferencias dietéticas

El advenimiento de la agricultura y de la sedentarización de los pueblos cazadores y recolectores permitió alimentar a una población en crecimiento, pero también redujo los componentes de la dieta. En la era anterior a la agricultura, los productos pecuarios desempeñaron un papel más importante en la alimentación humana y sus niveles de consumo fueron muy similares, cuando no más elevados, a los que se registran actualmente en los países desarrollados. En los últimos 150 años, el incremento de los ingresos y los avances en la agricultura han permitido a los países desarrollados enriquecer y diversificar la dieta. Actualmente los países en desarrollo están avanzando en este mismo proceso, que Popkins,

Gráfico 1.4 Relación entre consumo de carne e ingresos per cápita en 2002



Nota: Per cápita nacional basado en la paridad del poder adquisitivo (PPA).

Fuente: Banco Mundial (2006) y FAO (2006b).

Horton y Kim (2001) han denominado “transición nutricional”. La transición nutricional está caracterizada por el paso acelerado de situaciones de desnutrición ampliamente extendidas a dietas más ricas y variadas y, con frecuencia, también a la hipernutrición. Esta transición, que en los países desarrollados se llevó a cabo a lo largo de siglos, está produciéndose en el lapso de una sola generación en los países en desarrollo con crecimiento más rápido.

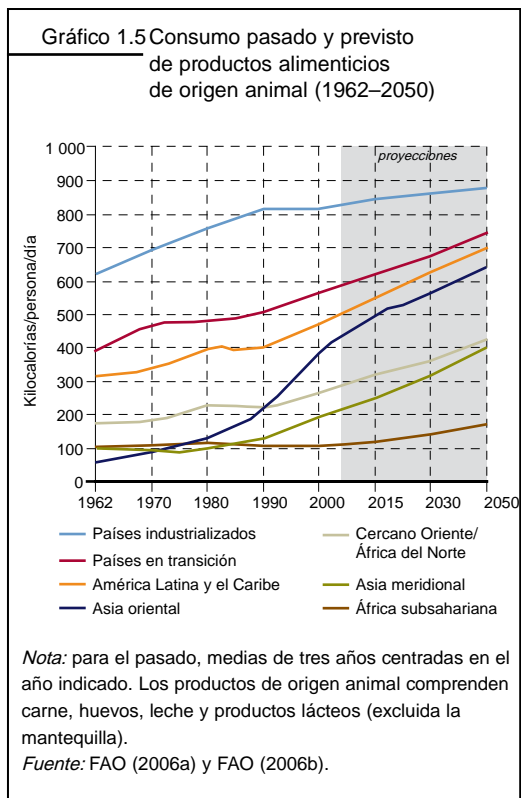
Con mayores ingresos a disposición y una mayor urbanización, las personas cambian sus patrones de alimentación, pasando de dietas relativamente monótonas de valor nutricional variable (basadas en especies nativas de cereales básicos o raíces feculentas, hortalizas cultivadas en la región, otras frutas y hortalizas, y limitadas cantidades de alimentos de origen animal) a dietas más diversificadas, compuestas por una mayor cantidad de alimentos elaborados y de origen animal, un contenido más elevado de azúcares y grasas y, con frecuencia, más alcohol (Cuadro 1.2 y Gráfico 1.5). Estos cambios van acompañados de una reducción de la actividad física y son la causa del rápido aumento del sobrepeso y la obesidad (Popkins, Horton y Kim, 2001). A nivel mundial, el número de personas con sobrepeso (aproximadamente 1000 millones) ha superado el número de personas desnutridas (aproximadamente 800 millones). Una parte significativa del aumento de la obesidad se registra en los países en desarrollo. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud

Cuadro 1.2

Cambios en el consumo alimentario de los países en desarrollo

	1962	1970	1980	1990	2000	2003
	<i>Consumo kg/persona/año</i>					
Cereales	132	145	159	170	161	156
Raíces y tubérculos	18	19	17	14	15	15
Raíces feculentas	70	73	63	53	61	61
Carne	10	11	14	19	27	29
Leche	28	29	34	38	45	48

Fuente: FAO (2006b).



(OMS) estima que en el mundo en desarrolló hay 300 millones de personas adultas obesas y 115 millones de personas que sufren trastornos y enfermedades asociados a la obesidad. Como consecuencia de la rapidez de la transición nutricional, se está produciendo un aumento de las enfermedades crónicas asociadas a la dieta, tales como las cardiopatías, la diabetes, la hipertensión y ciertos tipos de cáncer. En muchos países en desarrollo las enfermedades crónicas asociadas a la dieta se han convertido en una prioridad de las políticas para la agricultura y la alimentación y se están promoviendo hábitos de alimentación más saludables, el ejercicio físico y programas escolares de nutrición (Popkins, Horton y Kim, 2001).

El aumento de los ingresos y la tendencia a la disminución de los precios relativos de los alimentos han sido factores favorables para la transición

¹ Disponible en www.fao.org/FOCUS/E/obesity/obes1.htm.

nutricional. Los precios han disminuido en términos reales desde la década de 1950. En términos comparativos, el nivel de precios actual permite un mayor nivel de consumo de alimentos de alto valor nutricional que el que tenían en el pasado los países desarrollados con niveles de ingresos comparables (Schmidhuber y Shetty, 2005).

Si bien el poder adquisitivo y la urbanización explican en gran parte los hábitos de consumo per cápita, otros factores sociales y culturales pueden ejercer una gran influencia a nivel local. Es el caso del Brasil y Tailandia, dos países con niveles de ingresos per cápita y tasas de urbanización muy similares que tienen, no obstante, un nivel de consumo de productos pecuarios muy diferente: casi el doble en el Brasil que en Tailandia. Por el contrario, la Federación de Rusia y el Japón tienen niveles de consumo de alimentos de origen animal muy similares, a pesar de que los ingresos en el Japón son 13 veces más altos que en la Federación de Rusia (Gráfico 1.4).

La dotación de recursos naturales es uno de los factores adicionales en la determinación del consumo, en tanto que configura los costos relativos de diferentes productos alimenticios. El acceso a recursos marinos, por una parte, o a recursos naturales para la producción animal, por otra, han determinado una serie de tendencias de consumo en direcciones opuestas. La intolerancia a la lactosa, que se documenta principalmente en Asia oriental, ha limitado el consumo de leche. Asimismo, las razones culturales han influido también en los hábitos de consumo. A título de ejemplo podemos citar el caso de Asia meridional, donde el bajo consumo de carne per cápita no puede explicarse sólo por el nivel de ingresos. Otro ejemplo es la exclusión del cerdo de la dieta de los musulmanes. Los patrones socioculturales han creado una gran diversidad de preferencias entre los consumidores y han influido también en los puntos de vista de los consumidores acerca de la calidad de los productos animales (Krystallis y Arvanitoyannis, 2006).

En época más reciente, los patrones de consumo se están viendo influidos por un creciente interés por los temas de salud, medio ambiente, ética,

bienestar animal y desarrollo. En los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) ha surgido una nueva clase de "consumidores concienciados" (Harrington, 1994), que tienden a reducir en sus dietas los alimentos de origen animal u optan por productos certificados, tales como los que provienen de la cría al aire libre o de la agricultura orgánica (Krystallis y Arvanitoyannis, 2006; King, *et al.*, 2000). Si bien aún es muy baja en la mayoría de las sociedades, la creciente tendencia al vegetarianismo es otra manifestación más de los patrones de consumo emergentes. Asimismo, cabe considerar también las campañas promocionales de los gobiernos como potenciales orientadoras de las tendencias de consumo (Morrison *et al.*, 2003).

Cambios tecnológicos

Crecimiento de la productividad

El sector pecuario se ha visto afectado por profundos cambios tecnológicos en tres diferentes frentes:

- ~ En la producción animal, la difusión de tecnologías avanzadas para la cría y la alimentación ha conducido a un impresionante aumento de la productividad en casi todo el mundo.
- ~ En el sector agrícola, las técnicas de riego y fertilización, combinadas con el uso de variedades mejoradas y la mecanización, continúan generando aumentos en los rendimientos y mejorando la calidad nutritiva de los pastos y de los principales cultivos forrajeros.
- ~ La aplicación de los avances en la tecnología de la información y otros cambios técnicos está mejorando la poscosecha, la distribución y la comercialización de productos animales.

En la producción animal el desarrollo tecnológico avanza con mayor rapidez en los subsectores más pujantes: la avicultura para la producción de carne y huevos, la porcicultura y la producción de leche. El crecimiento de la productividad y la difusión de los avances tecnológicos no han sido tan marcados en el caso de la producción de carne procedente de pequeños rumiantes. A pesar de ello, se han producido una serie de cambios tecnológicos fundamentales en el proceso productivo de todos los produc-

tos básicos del sector, tales como un crecimiento en la intensidad de la producción caracterizado por el aumento en el uso de cereales forrajeros, así como por los avances en la alimentación, la genética, la salud animal y los sistemas de estabulación. El incremento en la productividad puede explicarse por la acción sinérgica de estos avances y resulta difícil, por tanto, determinar el efecto de cada uno de estos factores por separado.

Incremento del uso de cereales forrajeros

Tradicionalmente, la producción pecuaria se ha basado en recursos alimenticios disponibles localmente, tales como residuos de cosechas u hojas de árboles, carentes de valor para la alimentación humana. Sin embargo, a medida que la producción pecuaria crece y se intensifica, se va reduciendo cada vez más la dependencia de los recursos locales, mientras que aumenta la de los piensos concentrados, que se comercializan a nivel local o internacional. En el año 2002, se destinaron a la alimentación animal 670 millones de toneladas de cereales, cifra que representa casi un tercio de la producción mundial de cereales (Cuadro 1.3). Otros 350 millones de toneladas de subproductos elaborados ricos en proteínas (principalmente salvados, tortas oleaginosas y harina de pescado) se utilizan como piensos.

Las especies monogástricas, que pueden hacer un uso más eficiente de los piensos concentrados, como los cerdos, las aves de corral y también el ganado lechero, tienen una ventaja sobre el ganado vacuno de carne, las ovejas y las cabras. Entre los monogástricos, las aves de corral tienen las tasas de crecimiento más altas y los precios más bajos debido fundamentalmente al elevado índice de conversión de los piensos. El uso de piensos concentrados para rumiantes se limita a los países donde los precios de la carne son relativamente más elevados que los de los cereales. Sin embargo, allí donde los precios de los cereales son relativamente más altos que los de la carne, situación típica de los países en desarrollo con déficit alimentario, la alimentación de rumiantes con cereales forrajeros no resulta rentable.

¿Cómo explicar el incremento en el uso de cereales forrajeros? La causa fundamental es la tendencia a la reducción del precio de los granos desde la década de 1950. La oferta ha mantenido el ritmo de crecimiento de la demanda: la producción de granos se incrementó en un 43 por ciento durante el período comprendido entre 1980 y 2004. En términos reales (USD constantes) los precios internacionales de los cereales se han reducido a la mitad desde 1961. La expansión de la oferta a precios cada vez menores se ha sostenido gracias a la expansión del área cultivada y a la intensificación de los cultivos.

El principal factor determinante de la expansión de la oferta a lo largo de los últimos 25 años ha sido la intensificación de los cultivos, consecuencia a su vez de los avances tecnológicos y del mayor uso de insumos en la producción de cultivos, en particular el fitomejoramiento, el uso de fertilizantes y la mecanización. La expansión de la superficie cultivada ha contribuido notablemente al crecimiento de la oferta en numerosos países en desarrollo, especialmente en América Latina (donde la superficie cultivada creció en un 15 por ciento entre 1980 y 2003) y en el África subsahariana (22 por ciento). Por su parte, en los países asiáticos en desarrollo donde la tierra es escasa, la expansión de la superficie cultivada ha sido solo del 12 por ciento. Algunos países han experimentado un aumento especialmente pronunciado

Cuadro 1.3
Uso de piensos concentrados

Grupo de producto	Uso de piensos concentrados en 2002 (en millones de toneladas)		
	Países en desarrollo	Países desarrollados	Mundo
Granos	226,4	444,0	670,4
Salvados	92,3	37,0	129,3
Semillas oleaginosas y legumbres	11,6	15,7	27,3
Tortas oleaginosas	90,5	96,6	187,3
Raíces y tubérculos	57,8	94,6	152,4
Harina de pescado	3,8	3,8	7,6
Total	482,4	691,71	1 174,1

Fuente: FAO (2006b).

de la superficie cultivada, generalmente a expensas de los bosques (Brasil y otros países de América Latina). Una gran parte de estas nuevas áreas cultivadas se han destinado a la producción de materias primas para piensos concentrados, en particular soja y maíz. El índice de conversión de piensos y las tasas de crecimiento han mejorado enormemente mediante el uso de programación lineal para desarrollar fórmulas de piensos más económicas, la implementación de sistemas de alimentación por fases y el uso de enzimas y aminoácidos sintéticos. A todo lo anterior debe sumarse el hecho de que el empleo de piensos concentrados esté ampliamente difundido (cereales y tortas oleaginosas).

Se prevé que en el futuro el uso de piensos concentrados crecerá más lentamente que la producción pecuaria, a pesar de que esta última se base cada vez más en el consumo de cereales. Esto se explica porque los avances tecnológicos en alimentación, mejoramiento y salud animal son factores que continúan produciendo más ganancias en la producción.

Razas más productivas

En genética y reproducción animal, el uso de la hibridación y la inseminación artificial ha acelerado el proceso de mejoramiento genético. Así en avicultura, por ejemplo, mediante estas técnicas se ha multiplicado en gran medida el número de animales que pueden criarse a partir de una población parental superior, obteniendo animales con características uniformes (Narrod y Fuglie, 2000). Tradicionalmente el único medio para el mejoramiento genético fue la selección basada en el fenotipo. Desde principios del siglo XX, se desarrollaron tecnologías como el manejo controlado de la reproducción y el pedigrí, las cuales, al inicio, solo se aplicaron en los animales puros (Arthur y Albers, 2003). Hacia mediados del mismo siglo, se dio inicio al uso de las líneas especializadas y a los cruzamientos, primero en América del Norte, y luego en Europa y en otros países de la OCDE. La inseminación artificial se introdujo en la década de 1960 y ahora es una práctica rutinaria en todos los sistemas de producción pecuaria intensiva. Simultáneamente, en los países

desarrollados se introdujeron tecnologías para la evaluación del valor genético. El uso de marcadores de ADN es una de las innovaciones más recientes para la identificación de rasgos específicos.

Los objetivos del mejoramiento genético han cambiado considerablemente en el transcurso de los años y la velocidad y la precisión con que estas metas pueden llegar a alcanzarse se han incrementado considerablemente en las últimas décadas. Las especies de ciclo corto, como las aves de corral y los cerdos, tienen ventajas sobre las especies con intervalos entre generaciones más largos. Para todas las especies, la conversión de piensos y una serie de parámetros relacionados, tales como la tasa de crecimiento, la producción lechera y la eficiencia reproductiva, son factores primordiales para el mejoramiento genético (Arthur y Albers, 2003). Últimamente, se registra un aumento de la importancia del contenido de grasa y otras características que se ajustan más a las demandas de los consumidores.

Todos estos cambios han conducido a resultados impresionantes. Así, por ejemplo, Arthur y Albers (2003) informan de que en los Estados Unidos de América el índice de conversión de piensos para huevos se ha reducido de los 2,96 gramos de pienso por gramo de huevo de 1960 a los 2,01 gramos de 2001.

La industria genética ha obtenido resultados menos satisfactorios en el desarrollo de razas de ganado vacuno de leche, cerdos y aves de corral con buenos rendimientos en condiciones tropicales sin ambientes modificados y en sistemas de bajos insumos. En el trópico, las unidades de producción altamente intensivas suelen someter a control los factores climáticos y medioambientales, a fin de aprovechar de manera eficiente el potencial de los animales de razas modernas desarrolladas para las condiciones propias de las regiones templadas.

Los avances en salud animal han contribuido también al crecimiento de la productividad, incluido el uso de antibióticos en ciertos ambientes de producción libres de patógenos (el uso de antibióticos como promotores del crecimiento ha sido prohibido en regiones como la Unión Europea). En los países

en desarrollo estas tecnologías se han difundido ampliamente durante los últimos años sobre todo en los sistemas de producción industrial establecidos en las cercanías de los principales centros de consumo. El continuo incremento en la escala de producción ha generado asimismo importantes ganancias en la productividad en los países en desarrollo, lo que ha permitido suministrar productos de origen animal a una población cada vez más numerosa y a unos precios reales en disminución (Delgado *et al.*, 2006).

Cereales forrajeros más baratos

En la producción de cultivos, el desarrollo tecnológico ha mejorado la oferta y reducido los precios de los cereales forrajeros. En este ámbito, se registraron significativos aumentos de la productividad antes que en el sector pecuario, en las décadas de 1960 y 1970 (FAO, 2003a). En los países en desarrollo alrededor del 80 por ciento del crecimiento estimado en la producción de cultivos para 2030 será fruto de la intensificación, que se traducirá fundamentalmente en un aumento de

Cuadro 1.4

Principales parámetros de productividad pecuaria en diferentes regiones del mundo

Región	Carne de aves de corral (kg de producto/ kg de biomasa/año) ¹		Producción de huevos (kg/ponedora/año)		Carne de cerdo (kg de producto/ kg de biomasa/año) ¹	
	1980	2005	1980	2005	1980	2005
Mundo	1,83	2,47	8,9	10,3	0,31	0,45
Países en desarrollo	1,29	1,98	5,5	8,8	0,14	0,33
Países desarrollados	2,26	3,55	12,2	15,0	0,82	1,20
África subsahariana	1,46	1,63	3,4	3,6	0,53	0,57
Asia occidental y África del Norte	1,73	2,02	7,0	9,4	1,04	1,03
América Latina y el Caribe	1,67	3,41	8,6	9,8	0,41	0,79
Asia meridional	0,61	2,69	5,8	8,1	0,72	0,71
Asia oriental y sudoriental	1,03	1,41	4,7	9,5	0,12	0,31
Países industrializados	2,45	3,72	14,1	16,0	1,03	1,34
Países en transición	1,81	2,75	9,6	13,0	0,57	0,75

Región	Bovinos (kg de producto/ kg de biomasa/año) ¹		Pequeños rumiantes (kg de producto/ kg de biomasa/año) ¹		Producción de leche (kg/vaca/año)	
	1980	2005	1980	2005	1980	2005
Mundo	0,11	0,13	0,16	0,26	1 974	2 192
Países en desarrollo	0,06	0,09	0,14	0,26	708	1 015
Países desarrollados	0,17	0,21	0,19	0,24	3 165	4 657
África subsahariana	0,06	0,06	0,15	0,15	411	397
Asia occidental y África del Norte	0,07	0,10	0,21	0,25	998	1 735
América Latina y el Caribe	0,08	0,11	0,11	0,13	1 021	1 380
Asia meridional	0,03	0,04	0,16	0,23	517	904
Asia oriental y sudoriental (incluida China)	0,06	0,16	0,05	0,20	1 193	1 966
Países industrializados	0,17	0,20	0,20	0,25	4 226	6 350
Países en transición	0,18	0,22	0,17	0,23	2 195	2 754

¹ La biomasa se calcula como el inventario por el peso vivo promedio. El producto viene dado por el peso de la canal.

Fuente: FAO (2006b).

los rendimientos, así como en una mayor intensidad de cultivo. El riego es un factor fundamental en la intensificación: la superficie regada en los países en desarrollo se duplicó entre 1961-1963 y 1997-1999 y se prevé un incremento adicional del 20 por ciento para 2030 (FAO, 2003a). La amplia difusión del uso de fertilizantes y el mejoramiento en su composición y formas de aplicación, junto con los avances en la protección fitosanitaria, constituyen otros factores de importancia fundamental en el proceso de intensificación.

El sector poscosecha, la distribución y la comercialización han experimentado una profunda transformación estructural a raíz del surgimiento de grandes cadenas minoristas con una tendencia a la integración vertical y a la coordinación a lo largo de la cadena alimentaria. Esta tendencia es consecuencia de la liberalización de los mercados y la aplicación de nuevas tecnologías en la logística y la organización de los sistemas de transporte. Todo lo anterior contribuye a una disminución de los precios al consumidor, pero al mismo tiempo crea barreras de entrada para los pequeños productores (Costales, Gerber y Steinfeld, 2006).

1.3 Tendencias dentro del sector pecuario

Hasta el inicio de la década de 1980, las dietas que incluían el consumo diario de carne y leche eran privilegio de los habitantes de los países de la OCDE y, fuera de este grupo de países, de un sector reducido de personas adineradas. En esa época, la mayor parte de los países en desarrollo, con la excepción de América Latina y algunos países de Asia occidental, tenían un consumo de carne per cápita anual muy inferior a los 20 kg. Para la mayoría de los habitantes de Asia y África, la carne, la leche y los huevos eran artículos de lujo que solían consumirse solo en raras ocasiones. Un elevado porcentaje del ganado mayor en los países en desarrollo no se destinaba primordialmente a la producción de alimentos, sino al suministro de servicios tan importantes como la tracción animal o la obtención de estiércol, y constituía una especie de póliza de seguros y un activo de capital, que generalmente solo se uti-

lizaba durante las fiestas de la comunidad o en situaciones de emergencia.

Estos sistemas están cambiando con rapidez. El sector pecuario actualmente está creciendo más rápidamente que el resto de la agricultura en casi todos los países. Generalmente, su participación en el PIB agrícola aumenta en la medida en que aumentan los ingresos y el nivel de desarrollo, situándose por encima del 50 por ciento en los países de la OCDE. La naturaleza de la producción pecuaria atraviesa también por un proceso de rápida transformación en muchas economías emergentes y en los países desarrollados. La mayor parte de los cambios pueden resumirse con el término "industrialización". Mediante la industrialización, se han eliminado las restricciones de tipo ambiental a la producción pecuaria, que se había configurado de manera muy diversa según la amplia gama de ambientes donde se practicaba.

Auge de la producción animal y del consumo en el sur, estancamiento en el norte

A raíz del crecimiento de la población y del aumento del ingreso en muchos países en desarrollo, se ha producido una drástica expansión del sector pecuario a nivel mundial durante las últimas décadas, si bien hay notables diferencias entre los países desarrollados y los países en desarrollo.

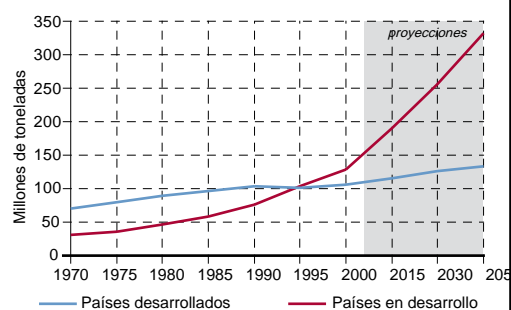
En los países en desarrollo el consumo de carne anual per cápita se ha duplicado, pasando de los 14 kg de 1980 a los 28 kg de 2002 (Cuadro 1.5).

Durante el mismo período se triplicó la oferta total de carne de 47 a 137 millones de toneladas. El desarrollo ha sido más dinámico en los países que han experimentado un crecimiento económico más rápido, en particular en Asia oriental, con China a la cabeza. Tan solo este país da cuenta del 57 por ciento del aumento total de la producción de carne en los países en desarrollo. En cuanto a la producción de leche, el desarrollo no ha sido tan espectacular, pero puede siempre calificarse de notable: la producción total de los países en desarrollo creció en un 118 por ciento entre 1980 y 2002; un 23 por ciento del incremento total proviene de un solo país: la India.

El drástico aumento de la demanda de productos del sector pecuario (una transición denominada “la revolución pecuaria” por Delgado *et al.*, 1999) proseguirá durante otros 10 ó 20 años antes de disminuir su ritmo de crecimiento (Delgado *et al.*, 1999). Algunos países en desarrollo, en especial el Brasil, China y la India, están emergiendo como protagonistas de la escena mundial, dado el rápido crecimiento de su peso en el comercio (Steinfeld y Chilonda, 2005). En estos tres países se concentran casi las dos terceras partes del total de la producción de carne de los países en desarrollo y más de la mitad de la producción de leche (Cuadro 1.6). También dan cuenta de casi las tres cuartas partes del crecimiento de la producción de carne y leche de todos los países en desarrollo.

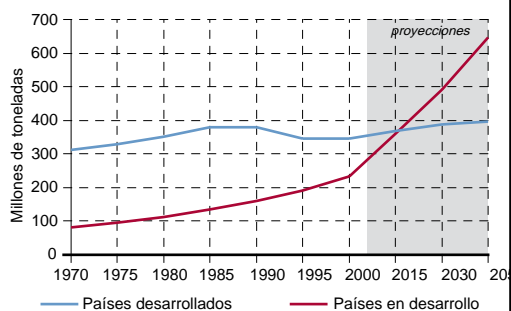
Hay un gran margen de variación en el alcance y la naturaleza del crecimiento del sector pecuario. Así, China y Asia oriental han experimentado el crecimiento más notable de la producción y consumo de carne, y más recientemente de leche. Se prevé que la región necesitará importar crecientes cantidades de piensos, y probablemente también productos de origen animal, para satisfacer el mayor consumo. En contraste, el sector pecuario de la India sigue basado en la producción de leche, en la que se utilizan recursos de piensos locales y residuos de cosechas. Probablemente esta situación cambiará en la medida en que el auge de la industria aviar demandará una cantidad de piensos que excede ampliamente el suministro actual. En contraste, la Argentina, el Brasil y otros

Gráfico 1.6 Producción de carne pasada y prevista en los países desarrollados y los países en desarrollo (1970–2050)



Fuente: FAO (2006a) y FAO (2006b).

Gráfico 1.7 Producción de leche pasada y prevista en los países desarrollados y los países en desarrollo (1970–2050)



Fuente: FAO (2006a) y FAO (2006b).

Cuadro 1.5

Consumo pasado y previsto de carne y leche en los países desarrollados y los países en desarrollo (1980-2030)

	Países en desarrollo			Países desarrollados		
	1980	1990	2002	1980	1990	2002
Demanda de alimentos						
Consumo de carne anual per cápita (kg)	14	18	28	73	80	78
Consumo de leche anual per cápita (kg)	34	38	46	195	200	202
Consumo total de carne (millones de toneladas)	47	73	137	86	100	102
Consumo total de leche (millones de toneladas)	114	152	222	228	251	265

Fuente: FAO (2006a) y FAO (2006b).

Cuadro 1.6

Tendencias de la producción pecuaria en los países en desarrollo en 2005

Grupo de países/ País	Carne (millones de toneladas)	Leche (millones de toneladas)	Porcentaje de producción de los países en desarrollo	
			Carne	Leche
Países en desarrollo	155,0	274,1	100,0	100,0
China	75,7	28,3	48,8	10,3
Brasil	19,9	23,5	12,8	8,6
India	6,3	91,9	4,1	33,5

Fuente: FAO (2006b).

países de América Latina han expandido con éxito su producción doméstica de piensos. Esto ha sido posible gracias a la abundante tierra a disposición y los bajos costos de producción (Steinfeld y Chionda, 2006). Estos países han agregado valor a su producción de piensos en vez de exportarla y están en condiciones de convertirse en la principal región exportadora de carne, en grado de abastecer a los países desarrollados y de Asia oriental.

En los países en desarrollo la producción pecuaria está dando un viraje hacia los monogástricos. De hecho, la avicultura y la porcicultura representan el 77 por ciento de la expansión de la producción. Mientras que la producción total de carne en los países en desarrollo se ha más que triplicado entre 1980 y 2004, el crecimiento en la producción de rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos) fue solo de un 111 por ciento. La producción de monogástricos se ha expandido más de cuatro veces a lo largo del mismo período.

Estos cambios trascendentales en los países en desarrollo de rápido crecimiento contrastan fuertemente con las tendencias en los países desarrollados, donde el consumo de productos del sector pecuario crece muy lentamente o ha llegado a un punto de estancamiento. Con un crecimiento demográfico bajo o nulo, en la mayoría de los países los mercados están saturados. Los consumidores son conscientes de los riesgos para la salud del alto consumo de productos de origen animal, en particular las carnes rojas y las grasas animales. El consumo permanente de grandes cantidades de estos productos está asociado a

toda una serie de enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. La percepción de otros problemas de salud asociados a productos de origen animal conlleva la supresión temporal, y algunas veces permanente, de su consumo. Es el caso de la presencia de residuos (antibióticos, pesticidas y dioxinas) y de microorganismos patógenos (*Escherichia coli*, salmonelosis y encefalopatía espongi-forme bovina o enfermedad de las vacas locas).

En los países desarrollados la producción pecuaria aumentó solamente un 22 por ciento entre 1980 y 2004. La producción de carne de rumiantes disminuyó en un 7 por ciento, mientras que la de aves de corral y cerdo se incrementó en un 42 por ciento. Como resultado el porcentaje de producción total correspondiente a las aves de corral y los cerdos pasó del 59 al 69 por ciento. Entre las especies monogástricas, el producto de las aves de corral es el que ha tenido una mayor tasa de crecimiento en todas las regiones. Esto se explica, además de por tener un índice de conversión de piensos muy favorable, por ser un tipo de carne aceptada por todos los principales grupos culturales o religiosos.

Cabe formular las siguientes observaciones generales: la tendencia al rápido crecimiento de la producción pecuaria en los trópicos implica una serie de problemas técnicos, como los relacionados con el clima y las enfermedades, y muchos países no parecen estar preparados para afrontarlos, tal y como ha quedado demostrado con los brotes de influenza aviar de los últimos dos años. El aumento de la producción también implica un

mayor suministro de piensos y, en especial en Asia, una cantidad cada vez mayor deberá proceder de las importaciones. Algunos países tendrán que afrontar el dilema de responder a la creciente demanda bien mediante la importación de piensos para la producción pecuaria local, bien importando directamente productos de origen animal. Asimismo, se están produciendo desplazamientos de la producción desde áreas con estándares medioambientales altos, lo cual puede crear oportunidades de evadir los controles.

Desde la óptica del consumo, hay una tendencia hacia una convergencia alimentaria global. Las particularidades culturales, si bien todavía fuertes en algunas regiones, se van difuminando cada vez más, tal y como demuestra la ola de consumo de aves de corral en Asia meridional y oriental. Otro factor que fomenta esta convergencia es el hecho de que ciertos hábitos alimentarios como las comidas rápidas y los platos preparados se estén popularizando en casi todas partes.

En los países en desarrollo la mayor parte del suministro de productos de origen animal procede de incrementos en la producción y solo una parte muy limitada proviene de las importaciones. En su conjunto, las importaciones netas realizadas por los países en desarrollo equivalen al 0,5 por ciento del suministro total de carne y al 14,5 por ciento de leche (FAO, 2006b). Sin embargo, el comercio de productos pecuarios ha experimentado un crecimiento mucho más rápido que el comercio de las materias primas para la elaboración de alimentos concentrados. Durante la última década, la comercialización de cereales forrajeros se ha mantenido estable entre el 20 y el 25 por ciento del total de la producción. Por otro lado, el porcentaje de carne comercializada aumentó del 6 por ciento en 1980 al 10 por ciento en 2002. En el caso de la leche el aumento fue del 9 al 12 por ciento durante el mismo período.

El crecimiento en el comercio de productos pecuarios está también sobrepasando el crecimiento de la producción gracias a la eliminación de barreras arancelarias en el marco del Acuerdo general sobre aranceles aduaneros y comercio

(GATT). Esto indica una tendencia gradual a la localización de la producción en las zonas donde hay mayor disponibilidad de alimentos y no en las cercanías de los centros de consumo, tendencia facilitada por el desarrollo de la infraestructura y el establecimiento de cadenas productivas refrigeradas (“cadenas frías”) en los principales países productores.

Cambios estructurales

Los fuertes incrementos en el suministro de productos de origen animal se han visto fomentados por los ajustes estructurales en el sector, entre los que cabe citar el crecimiento de la intensidad antes descrito, así como el aumento en las escalas de producción, la integración vertical y los cambios geográficos.

Unidades de producción que aumentan de tamaño, pequeños productores marginados

En muchas partes del mundo ha tenido lugar un rápido crecimiento en el tamaño medio de las unidades de producción acompañado de un descenso sustancial del número de productores. El factor principal que ha desencadenado este proceso es la reducción de los costos que se obtiene mediante la expansión de la escala de operaciones en varios estadios del proceso productivo. Los pequeños productores pueden permanecer en actividad

Mujer masai con su bebé a la espalda mientras ordeña una vaca y el ternero busca alimento. Para recoger la leche se usa una calabaza. El ganado se encierra durante la noche dentro de la boma para protegerlo de los predadores (Kenya, 2003)

vendiendo sus productos a precios que valoran la propia fuerza de trabajo a costos inferiores a los del mercado. Sin embargo, esto ocurre sobre todo en países con limitadas oportunidades de empleo en otros sectores. Si se presenta una oportunidad de empleo en otro sector, muchos pequeños productores abandonan la producción.

Diferentes productos y diferentes fases del proceso productivo ofrecen potenciales diversos para las economías de escala. El potencial tiende a ser más alto en el sector poscosecha (mataderos, plantas procesadoras de leche). La producción de aves de corral se mecaniza con mayor facilidad y surgen formas industriales de producción incluso en los países menos desarrollados. La producción de leche, por el contrario, muestra menos economías de escala debido a los altos insumos de mano de obra, lo que hace que esta actividad tienda a estar dominada por la producción familiar.

Por lo que se refiere a la producción de leche y de pequeños rumiantes, los costos de producción a nivel de las unidades productivas de los pequeños productores con frecuencia son comparables a los de las empresas a gran escala, generalmente debido a que el costo de la mano de obra familiar es inferior al salario mínimo legal. No obstante, la expansión de la pequeña producción más allá de los niveles de semisubsistencia se ve limitada por una serie de barreras, la falta de competitividad y los factores de riesgo (ver *infra*).

El acceso a la tierra y al crédito es un problema creciente. Recientes estudios de LEAD (Delgado, Narrod y Tiongco, 2006) muestran el impacto inherente de subsidios ocultos o manifiestos que posibilitan el suministro a las ciudades de productos de origen animal a precios muy reducidos, con consecuencias negativas para los pequeños productores rurales. Con frecuencia estos productores no cuentan con ayuda pública para adoptar o difundir las nuevas tecnologías. Los costos de producción son mayores para este tipo de productores debido a los riesgos asociados a la producción y a la comercialización. Los riesgos de comercialización incluyen la fluctuación de los precios tanto para los insumos como para los

productos. Estos riesgos se amplifican entre los pequeños productores por su posición negociadora más débil. Algunos de ellos evolucionaron de una producción de subsistencia con mecanismos para afrontar los riesgos, pero carecen de patrimonio o de estrategias que les permitan exponerse a los riesgos del mercado. La ausencia de redes seguras para encarar las perturbaciones económicas que invariablemente se presentan en estos mercados restringe la participación de los pequeños productores. Los riesgos de producción se relacionan con la degradación de los recursos, el control de activos como tierras y agua, variaciones climáticas como las sequías y las inundaciones, y las enfermedades infecciosas.

Los pequeños productores han de hacer frente a problemas adicionales debido a los costos de transacción inherentes a la comercialización de los productos. Con frecuencia estos costos son prohibitivos dado el reducido volumen de los productos comercializables y la ausencia de infraestructuras físicas y de comercialización en las áreas remotas. Los costos de transacción también se incrementan cuando los productores no tienen suficiente poder de negociación ni acceso a la información sobre los mercados y, en consecuencia, dependen de los intermediarios. Más aún, la ausencia frecuente de asociaciones de productores o de otros acuerdos de asociación hace mucho más difícil para los pequeños productores la reducción de los costos de transacción a través de las economías de escala.

El deseo de reducir los costos de transacción es la fuerza principal que promueve la integración vertical tanto en países desarrollados como en países en desarrollo. En los países en desarrollo, esta integración puede observarse, en particular, en la avicultura, la porcicultura y la producción de leche. Estas fuerzas económicas se fortalecen aún más si los gobiernos gravan con impuestos las transacciones comerciales, por ejemplo para los piensos, como ha sido descrito por Delgado y Narrod (2002) en el caso de los productores avícolas de Andhra Pradesh (India). Los efectos combinados de las ganancias económicas provenientes

de la reducción de los costos de transacción debida a la integración vertical y de regímenes de impuestos más favorables para las empresas más grandes contribuyen a crear situaciones desfavorables para los productores independientes y a pequeña escala.

Desplazamientos geográficos

La producción crece de manera más concentrada

Tradicionalmente la producción pecuaria se ha basado en los recursos forrajeros disponibles localmente, en particular en recursos que tenían poco o ningún valor de uso alternativo como los pastos naturales o los residuos de cosechas. La distribución de los rumiantes estaba casi totalmente determinada por la disponibilidad de estos recursos. La distribución de los cerdos y de las aves de corral seguía muy de cerca la de los seres humanos, debido a su función de transformadores de residuos. Por ejemplo, un estudio realizado por LEAD en VietNam (un país en sus primeras fases de industrialización) puso de relieve que el 90 por ciento de los patrones de distribución de las aves de corral podía explicarse por los patrones de distribución de la población humana (Tran Thi Dan *et al.*, 2003).

A medida que se desarrollaba, el sector pecuario fue liberándose de las restricciones impuestas por los recursos naturales locales y otros factores comenzaron a determinar su distribución geográfica y su concentración. Los factores agroecológicos dejaron de ser el factor determinante de la ubicación de las explotaciones para dar paso a factores como los costos de oportunidad de la tierra y el acceso a los mercados de insumos y productos.

Tan pronto como la urbanización y el crecimiento económico convirtieron el incremento de ingresos en una demanda “al por mayor” de alimentos de origen animal, surgieron los operadores a gran escala. En una primera fase, éstos se establecieron cerca de los pueblos y ciudades. Los productos pecuarios están entre los productos alimenticios de carácter más perecedero y su conservación en ausencia de sistemas de enfriamiento y elabora-

ción origina serios problemas de calidad y para la salud humana. Por esta razón, la producción de ganado se ubicaba cerca de los centros de consumo, a menos que se contara con infraestructuras y tecnologías adecuadas que permitieran el establecimiento de las unidades de producción en lugares más distantes.

En una fase posterior, las unidades de producción se fueron alejando cada vez más de los centros de consumo, en un proceso en el que intervinieron factores como los precios más bajos de la mano de obra y de la tierra, el acceso a los piensos, estándares ambientales menos rigurosos, incentivos fiscales o lugares con menos problemas relacionados con las enfermedades. Un trabajo de investigación realizado por LEAD puso de manifiesto que entre 1992 y 2000 se había registrado una disminución en la densidad de las explotaciones avícolas en áreas ubicadas a menos de 100km de Bangkok. La mayor disminución (40 por ciento) se dio en las áreas más cercanas a la ciudad (menos de 50km), mientras que la densidad aumentó en todas las áreas con distancias superiores a los 100 km (Gerber *et al.*, 2005).

El estudio de LEAD mostró que en todos los países analizados (Brasil, Francia, México, Tailandia y VietNam), a pesar de la variedad de factores que determinan una localización óptima, hay un proceso continuo de concentración de todas las especies consideradas en el estudio (bovinos, aves de corral y cerdos). También en los países desarrollados, continúa la tendencia al aumento en la escala y en la concentración.

Integración vertical y expansión de los supermercados

Las grandes multinacionales están empezando a dominar el comercio de la carne y de la leche tanto en los países desarrollados como en muchos países en desarrollo con un rápido crecimiento del sector pecuario. Su fuerza está ligada al establecimiento de economías de escala y de diversificación y a la proyección de su oferta a diferentes niveles y más allá de los límites nacionales. La integración vertical no solo facilita

Cerdas reproductoras en Rachaburi (Tailandia, 2004)

la generación de ganancias en las economías de escala. También asegura los beneficios debido a la posición dominante en el mercado y el control de la calidad y la inocuidad del producto mediante el control de todos los insumos técnicos y procesos en todos los niveles.

La expansión acelerada de los supermercados y de las tiendas de comida rápida en los países en desarrollo dio comienzo en la década de 1990 y ha ido conquistando grandes segmentos de mercado en América Latina, Asia oriental y Asia occidental, mientras que un proceso similar está dando inicio en Asia meridional y en el África subsahariana. Esta expansión ha ido acompañada de una disminución relativa de los mercados tradicionales de productos frescos y de los mercados locales. Así, por ejemplo, en China el número de supermercados creció de 2 500 en 1994 a 32000 en el año 2000 (Huet *et al.*, 2004). La participación de los supermercados en el mercado minorista de alimentos elaborados y envasados llega casi al 20 por ciento (Reardon *et al.*, 2003). Según los mismos autores, la participación de los supermercados en la venta minorista de alimentos frescos en el sureste asiático se sitúa entre un 15 y un 20 por ciento. En la India, sin embargo, la participación de los supermercados es relativamente baja (5 por ciento). Como en los países desarrollados, el sector minorista a gran escala

se está convirtiendo en el protagonista absoluto del sistema agroalimentario.

La difusión de los supermercados se ha visto facilitada por las innovaciones ocurridas en la década de 1990 en la logística del aprovisionamiento, la tecnología y gestión de inventarios, el uso de Internet y la tecnología de la información, lo que ha permitido un abastecimiento centralizado y ha consolidado los sistemas de distribución. El cambio tecnológico liderado por las cadenas mundiales se está difundiendo por todo el mundo a través de la transferencia de conocimientos y la imitación de las cadenas de supermercados locales. Los sustanciales ahorros generados por una mayor eficiencia, las economías de escala y la reducción de costos pueden invertirse en nuevos puntos de venta; por otro lado, la fuerte competencia es un factor que puede reducir los precios al consumidor. Las exigencias de volumen, calidad o inocuidad, entre otras, de estas cadenas alimentarias integradas se están extendiendo a todo el sector pecuario

En resumen, las tendencias mundiales del sector pecuario son las siguientes:

- ~ La demanda y la producción de productos de origen animal está experimentando un rápido crecimiento en los países en desarrollo, que han superado a los países desarrollados. Algunos grandes países son el foco de esta tendencia. La producción de aves de corral registra las mayores tasas de crecimiento.
- ~ El aumento de la demanda está asociado a importantes cambios estructurales en el sector pecuario de los países, tales como la intensificación de la producción, la integración vertical, la concentración geográfica y el aumento de tamaño de las unidades productivas.
- ~ Hay un desplazamiento concomitante hacia la producción de carne de cerdo y de aves de corral en detrimento de la carne de rumiantes, y hacia las dietas basadas en granos o alimentos concentrados en vez de en piensos de escaso valor nutricional.

Estas tendencias implican un creciente impacto sobre el medio ambiente, como se mostrará de

manera detallada en los siguientes capítulos. El crecimiento en sí mismo podría ser considerado un problema si no se compensa con ganancias en la productividad. Y aunque estas son importantes, la expansión del sector pecuario genera un incremento en el uso de recursos alimenticios y de tierras, con un costo ambiental significativo. El cambio estructural también modifica la naturaleza de los daños. Además de las cuestiones relativas a la producción extensiva, como el sobrepastoreo, hay un fuerte incremento de los temas relacionados

con los sistemas intensivos e industriales, como la concentración de sustancias contaminantes, la ampliación de la superficie destinada al cultivo de piensos y problemas de salud asociados al ambiente. Además, el cambio de preferencia hacia piensos comercializados y elaborados extiende los problemas medioambientales a otros sectores, tales como la producción de cereales forrajeros o la pesca, y a otras partes del mundo, lo que oculta con frecuencia la verdadera naturaleza y alcance del impacto ambiental.

02

En este capítulo se analizan los cambios en el uso de la tierra¹ generados por la acción del sector pecuario, así como algunos de los impactos ambientales asociados a este uso². Se describen

los impactos directos en las condiciones biofísicas de la tierra, incluidas agua, fauna y flora.

El uso de la tierra tiene dimensiones espaciales y temporales. Los diferentes tipos de uso de la tierra pueden crecer o disminuir, pueden concentrarse o propagarse, mientras que el uso de la tierra en un solo lugar puede ser estable, estacional, múltiple o transitorio. El aprovechamiento de la tierra está sujeto a una gran cantidad de factores: algunos son inherentes a la tierra, tales como, por ejemplo, las características biofísicas, otros están relacionados con los individuos o las sociedades que usan la tierra, como la disponibilidad de capital o los conocimientos técnicos, y otros, por último, dependen del marco institucional y económico en que operan los usuarios de la tierra,

¹ De conformidad con la definición del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2002), entendemos por tierra “el sistema bioproductivo terrestre que comprende suelo, vegetación, incluidos los cultivos, otros componentes de la biota y los procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema”.

² Los cambios en el uso de la tierra se refieren a los cambios en su cobertura y a las formas cambiantes de su gestión. La gestión de las tierras agrícolas se refiere a las prácticas mediante las cuales los seres humanos usan la vegetación, el agua y el suelo para alcanzar un objetivo determinado, tales como, por ejemplo, el uso de pesticidas, fertilizantes minerales, irrigación y maquinaria para la producción de cultivos (Verburg, Chen y Veldkamp, 2000).

entre otros las políticas nacionales, los mercados, o los servicios.

El acceso a la tierra y a sus recursos es un problema cada vez más grave y constituye un motivo de competencia entre individuos, grupos sociales y naciones. El acceso a la tierra ha generado disputas y guerras a través de la historia y en algunas áreas los conflictos ligados al uso de los recursos están experimentando un incremento. Las disputas por el acceso a recursos renovables como la tierra son un claro ejemplo de la manera en que los problemas relacionadas con el medio ambiente pueden desembocar en conflictos armados (Westing, Fox y Renner, 2001). Esto podría ser el resultado de una reducida disponibilidad de tierras (debido al agotamiento o a la degradación), de inequidades en la distribución o de una combinación de estos factores. El incremento de los precios de la tierra también refleja el aumento de la competencia por este recurso. (MAFF [Reino Unido], 1999).

En este capítulo se examinarán, en primer lugar, las principales tendencias del uso de la tierra y los factores que las determinan y se introducirá el concepto de “transición pecuaria” como un concepto básico central para entender las interacciones entre la producción animal y el medio ambiente. Posteriormente, se analizará de manera más pormenorizada cómo se distribuye la demanda de productos alimenticios de origen animal según la población y el ingreso. Volveremos entonces a la distribución geográfica de la base de recursos naturales para la producción pecuaria, con especial atención a los recursos para piensos. Esto comprende las tierras de pastoreo y las tierras cultivables, especialmente donde los excedentes de la producción de cultivos se están utilizando como alimento para la producción animal. Los recursos para la producción pecuaria y la demanda de productos de origen animal se equilibran a través de los sistemas de producción pecuaria que interactúan tanto con los recursos como con la demanda. Analizaremos después los cambios geográficos de los sistemas de producción, así como la

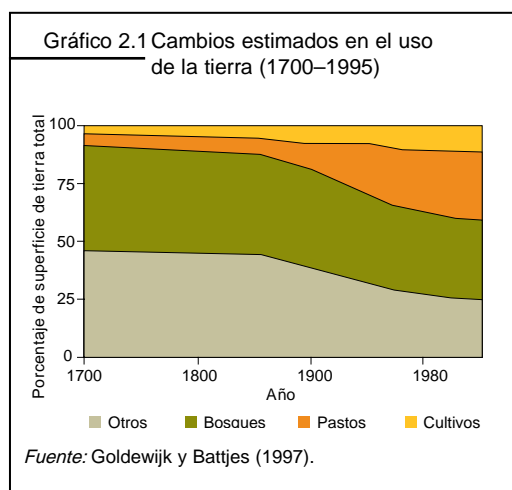
manera en que el transporte de los alimentos para los animales y de los productos de origen animal soluciona los desfases geográficos y da lugar a diferentes ventajas competitivas. Por último, estudiaremos los principales aspectos de la degradación de la tierra relacionados con el sector pecuario.

2.1 Tendencias del uso de la tierra en la producción pecuaria

2.1.1 Panorama: pautas diversas de cambio a nivel regional

La conversión de los hábitats naturales en pastizales o en tierras de cultivo ha sido una tendencia en rápido crecimiento cuya mayor aceleración se registra a partir de 1850 (Goldewijk y Battjes, 1997) (Gráfico 2.1). Entre 1950 y 1980 se convirtió más tierra en cultivos que en los anteriores 150 años (EM, 2005a).

El Cuadro 2.1 muestra las tendencias regionales durante las últimas cuatro décadas para tres tipos de uso de la tierra; tierras cultivables, pastizales y bosques. En África del Norte, Asia, América Latina y el Caribe se está expandiendo el uso de la tierra agrícola, tanto la tierra de labranza como los pastos. La expansión de la agricultura es más rápida en América Latina y África subsahariana y, en general, se está produciendo a expensas de la cubierta forestal (Wassenaar *et al.*, 2006). En Asia,



en particular en Asia sudoriental, la agricultura está en expansión e incluso muestra una ligera aceleración. En contraste, África del Norte ha visto una expansión de cultivos, pastos y bosques a tasas muy modestas y solo un bajo porcentaje de la superficie de tierras total son tierras de cultivo. Oceanía y el África subsahariana tienen muy pocas tierras cultivables (menos del 7 por ciento de la superficie de tierras total) y extensas áreas de pastizales (entre el 35 y el 50 por ciento de la superficie de tierras total). La expansión de las tierras cultivables es importante en Oceanía y está experimentando una aceleración en el África subsahariana. Hay una reducción neta de la superficie forestal en ambas regiones. Una serie de estudios locales también han documentado que se están reemplazando los pastizales por cultivos. En el África subsahariana, donde el pas-

toreo y los cultivos son, con frecuencia, dos prácticas realizadas por grupos étnicos diferentes, el avance de los cultivos sobre la tierra de pastos es con frecuencia un foco de conflicto, tal y como pusieron de relieve los disturbios ocurridos en la cuenca del río Senegal entre Mauritania y Senegal, y en el nordeste de Kenia entre los boran y los somalíes (Nori, Switzer y Crawford, 2005).

En Europa occidental, Europa oriental y América del Norte se ha registrado un descenso neto en el uso de las tierras agrícolas a lo largo de las cuatro últimas décadas y, al mismo tiempo, una estabilización o incremento de las tierras forestales. Estas tendencias se dan en el contexto de un elevado porcentaje de tierra destinado a los cultivos: 37,7 por ciento, 21 por ciento y 11,8 por ciento en Europa oriental, Europa occidental y América del Norte, respectivamente.

Cuadro 2.1

Tendencias en el uso de tierras cultivables, pastizales y bosques, por regiones (1961-2001)

	Tierras cultivables			Pastizales			Bosques		
	Tasa de crecimiento anual (%)		Porcentaje de la superficie total de tierras en 2001 (%)	Tasa de crecimiento anual (%)		Porcentaje de la superficie total de tierras en 2001 (%)	Tasa de crecimiento anual (%)		Porcentaje de la superficie total de tierras en 2002 ² (%)
	1961–1991	1991–2001		1961–1991	1991–2001		1961–1991	1990–2000 ²	
Asia en desarrollo ¹	0,4	0,5	17,8	0,8	0,1	25,4	-0,3	-0,1	20,5
Oceanía	1,3	0,8	6,2	-0,1	-0,3	49,4	0,0	-0,1	24,5
Estados bálticos y CEI	-0,2	-0,8	9,4	0,3	0,1	15,0	n.d.	0,0	38,3
Europa oriental	-0,3	-0,4	37,7	0,1	-0,5	17,1	0,2	0,1	30,7
Europa occidental	-0,4	-0,4	21,0	-0,5	-0,2	16,6	0,4	0,4	36,0
África del Norte	0,4	0,3	4,1	0,0	0,2	12,3	0,6	1,7	1,8
África subsahariana	0,6	0,9	6,7	0,0	-0,1	34,7	-0,1	-0,5	27,0
América del Norte	0,1	-0,5	11,8	-0,3	-0,2	13,3	0,0	0,0	32,6
América Latina y el Caribe	1,1	0,9	7,4	0,6	0,3	30,5	-0,1	-0,3	47,0
Países desarrollados	0,0	-0,5	11,2	-0,1	0,1	21,8	0,1	n.d.	n.d.
Países en desarrollo	0,5	0,6	10,4	0,5	0,3	30,1	-0,1	n.d.	n.d.
Mundo	0,3	0,1	10,8	0,3	0,2	26,6	0,0	-0,1	30,5

¹ En los datos sobre pastizales no está incluida la Arabia Saudita.

² Datos para 2000 obtenidos de FAO (2005e).

Nota: n.d. – no hay datos a disposición.

Fuente: FAO (2005e; 2006b).

Los Estados bálticos y la Comunidad de Estados Independientes (CEI) muestran unas pautas completamente diferentes, con una disminución de las tierras destinadas a los cultivos y un aumento de las tierras destinadas a los pastos. Esta tendencia se explica por la regresión económica que ha causado el abandono de los cultivos y por los cambios estructurales y del régimen de propiedad registrados durante la transición en la década de 1990. El Mapa 1 (Anexo 1) muestra la diversa distribución geográfica de las tierras de cultivo, con vastas áreas que en gran medida permanecen sin cultivar en todos los continentes. Los territorios con altas concentraciones de cultivos pertenecen en su mayoría a las regiones de América del Norte, Europa, India y Asia oriental.

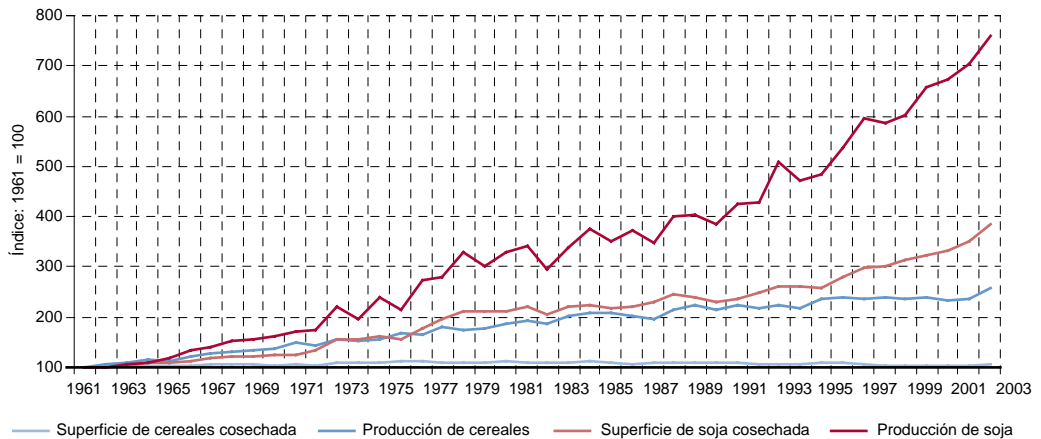
La expansión masiva de la tierra cultivable y la tierra de pastos en las últimas cuatro décadas ha comenzado a experimentar un descenso (Cuadro 2.1). Al mismo tiempo la población humana creció

a un ritmo seis veces mayor, con una tasa de crecimiento anual que se situó en un 1,9por ciento y un 1,4por ciento en 1961-1991 y en 1991-2001, respectivamente.

La extensión da paso a la intensificación

La mayor parte del incremento en la demanda de alimentos ha quedado cubierta más por la intensificación en el uso de las tierras agrícolas que por la expansión de la superficie destinada a la producción. El suministro total de cereales se incrementó en un 46por ciento durante los últimos 24 años (1980-2004), mientras que la superficie destinada a su producción disminuyó en un 5,2por ciento (ver el Gráfico 2.2) En el conjunto de los países en desarrollo, la expansión de la tierra cosechada representó solo el 29 por ciento del crecimiento en la producción de los cultivos durante el período 1961-1999. El crecimiento restante se produjo gracias a los mayores rendimientos y a una elevada intensidad de cultivo. El África subsahariana,

Gráfico 2.2 Superficie cosechada total y producción total de cereales y soja



Fuente: FAO (2006b).

donde la expansión representó los dos tercios de la expansión de la producción, fue la excepción.

Un amplio número de factores ha conducido al proceso de intensificación (Pingali y Heisey, 1999). En Asia, donde la productividad de los cereales ha experimentado un extraordinario crecimiento, el elevado costo de la tierra derivado de su creciente escasez ha sido el factor dominante. El rendimiento de los cereales también ha registrado un importante incremento en países de América Latina y de África. Con densidades de población inferiores a las asiáticas, las fuerzas que intervienen en la intensificación corresponden a inversiones en la infraestructura de comercialización y de transporte, y al énfasis que estos países han puesto en el desarrollo del comercio orientado a las exportaciones. En contraste, en el África subsahariana el aumento de la productividad ha sido bajo a pesar del crecimiento demográfico. La relativa abundancia de tierras (en comparación con Asia), la pobre infraestructura de comercialización y la falta de capital contribuyeron a estos rendimientos tan modestos.

Desde el punto de vista técnico, un incremento en la productividad puede alcanzarse bien

aumentando la intensidad de cultivo (por ejemplo, mediante cultivos múltiples o períodos de barbecho más breves), bien mejorando los rendimientos, o bien gracias a una combinación de ambas estrategias. Los mayores rendimientos son el resultado de los avances tecnológicos y de un mayor uso de insumos en la producción de cultivos, en especial la irrigación, las modernas variedades de plantas de alto rendimiento, los fertilizantes y la mecanización. El uso de tractores, fertilizantes minerales e irrigación registró un fuerte incremento entre 1961 y 1991, con un crecimiento posterior mucho más lento (véase el Cuadro 1 del Anexo 2). En términos comparativos, el uso de fertilizantes minerales en los países desarrollados ha tenido una reducción significativa desde 1991 debido a un uso más eficiente de los recursos y a las normas ambientales orientadas a la disminución de la carga de nutrientes.

A pesar de que aún existen posibilidades para lograr incrementos adicionales de la productividad, Pingali y Heisey (1999) subrayan la reciente disminución del ritmo de crecimiento de la productividad del trigo y del arroz en las tierras bajas de Asia. Los factores clave que explican esta tendencia

son la degradación del suelo, la reducción de las inversiones en infraestructura e investigación y el aumento en los costos de oportunidad laborales, si bien los nuevos avances tecnológicos (arroz híbrido, por ejemplo) podrían facilitar crecimientos adicionales. Probablemente, la expansión de la tierra cultivable seguirá siendo un factor de crecimiento de la producción agrícola. Este será el caso, en particular, de los países en desarrollo, donde la expansión de la tierra cultivable, los aumentos en la intensidad de cultivo y el incremento de los rendimientos dieron cuenta respectivamente del 23, 6 y 71 por ciento del crecimiento de la producción de cultivos durante el período 1961-1999 y se prevé que representen el 21, 12 y 67 por ciento, respectivamente, durante el período 1997/99-2030 (FAO, 2003a). En los países desarrollados, en contraste, se espera un crecimiento de la producción con una superficie cultivable que se mantendrá constante o, en algunos casos, experimentará una disminución. Sin embargo, se prevé también que el incremento del uso de biocombustibles y el consiguiente aumento de la demanda de biomasa puedan generar una nueva era de expansión de la superficie de cultivos especialmente en Europa occidental y América del Norte.

2.1.2 La globalización como factor determinante de los cambios en el uso de la tierra

Los cambios en el uso de la tierra agrícola están determinados por una amplia serie de factores. Las condiciones ecológicas, la densidad de la población humana y el nivel de desarrollo económico constituyen los principales parámetros del uso de la tierra, a los que hay que sumar las particularidades presentes en cada región. Las decisiones sociales e individuales que influyen en la transformación de los usos de la tierra están determinadas cada vez en mayor medida por los cambios en las condiciones económicas y por los marcos institucionales (Lambin *et al.*, 2001).

Dos conceptos son esenciales para explicar los cambios en el uso de la tierra agrícola: el beneficio por unidad de tierra y el costo de oportunidad. El

beneficio por unidad de tierra³ describe el interés que puede tener para un operador destinar la tierra a un determinado uso. El beneficio generalmente depende de las características biofísicas de la tierra, su precio, y otros factores entre los que se incluyen la accesibilidad a los mercados, insumos y servicios. Por otro lado, el costo de oportunidad⁴ compara los costos económicos y sociales de dos o más formas de uso de una misma porción de tierra. Los costos de oportunidad incluyen no sólo los costos de producción que recaen sobre el inversor, sino también los costos directos e indirectos que deben ser asumidos por la sociedad, tales como, la pérdida de los servicios de los ecosistemas. Así, por ejemplo, parte del costo de oportunidad de cultivar un área podría ser la pérdida de la posibilidad de usarla con fines recreativos.

En un contexto en el que los servicios de los ecosistemas no se comercializan, y por lo tanto no tienen precio, las decisiones sobre el uso de la tierra se toman fundamentalmente sobre la base del cálculo del beneficio privado por unidad de tierra usualmente basado en bienes y servicios comercializables. Como resultado, se produce una pérdida frecuente de los beneficios que no son objeto de comercialización o se hacen recaer los costos externos sobre la sociedad. No obstante, la prestación de servicios ambientales y sociales por parte de los ecosistemas está recibiendo un creciente reconocimiento.

Al respecto, puede servir de ejemplo el reconocimiento cada vez mayor de la amplia gama de servicios que suministran los bosques, un uso de la tierra generalmente en contraposición con los usos agrícolas, si bien las modernas tecnologías agroforestales producen ciertas sinergias. Los bosques se destinan cada vez en mayor medida a la conservación de la biodiversidad (Recuadro 2.1). Esta es una tendencia global, aunque en Oceanía y África el ritmo es significativamente más lento.

³ Excedente de la renta generada sobre los gastos en un período de tiempo determinado.

⁴ Los costos de oportunidad pueden definirse como el costo de ejecutar una actividad en vez de ejecutar cualquier otra.

La conservación del agua y el suelo se considera una de las funciones dominantes del 9 por ciento de los bosques mundiales. Las actividades educativas y recreativas son otro uso de las tierras forestales que está en aumento: representa el objetivo fundamental de la gestión del 2,4 por ciento de los bosques en Europa y asimismo se reconoce que el 72 por ciento de la superficie forestal suministra servicios sociales (EM, 2005a).

La extracción de madera en rollo, sobre la que se basa el cálculo del beneficio por unidad de tierra en bosques, se estimó en 64000 millones de USD en todo el mundo en el año 2005. Este valor ha experimentado durante los últimos 15 años una disminución en términos reales (FAO, 2005e). Según un estudio de caso sobre el valor económico del bosque en ocho países mediterráneos, los productos forestales no madereros, las actividades recreativas, la caza, la protección de cuencas hidrográficas, la retención de carbono y el uso pasivo dieron cuenta de entre el 25 y el 96 por ciento del total del valor económico de los bosques. En tres países (Italia, Portugal y la República Árabe Siria), el valor económico de los servicios no comercializados, tales como la protección de cuencas hidrográficas, la retención de carbono o los productos forestales no madereros, presentó una estimación más alta que los valores económicos medidos usualmente, como el pastoreo, la madera y la leña. Sin embargo, estos valores ajenos al mercado fueron más bajos en cinco países: Argelia, Croacia, Marruecos, Túnez y Turquía (EM, 2005a).

En la medida en que avanza el proceso de liberalización económica, los bienes agrícolas locales compiten con bienes equivalentes producidos en lugares muy lejanos. De ahí que las oportunidades de uso de la tierra agrícola encuentren una competencia intercontinental. Los beneficios por unidad de tierra y los costos de oportunidad de la tierra agrícola registran una enorme variación alrededor del planeta, según las condiciones agroecológicas, el acceso a los mercados, la disponibilidad de insumos para la producción (incluidos los servicios), la existencia de un régimen de

tierras competitivo y la valoración de los servicios de los ecosistemas. La producción agrícola cambia de ubicación en función de estas condiciones, lo que produce a su vez cambios en el uso de las tierras agrícolas, los bosques y otras áreas naturales. Así puede citarse a título de ejemplo el caso del cordero de Nueva Zelandia que compite con la producción local de los mercados mediterráneos. En Nueva Zelandia la producción de cordero tiene un costo relativamente bajo dada la mayor productividad de los pastos y el menor costo de oportunidad de la tierra (fundamentalmente debido a que hay una demanda recreativa mucho más baja). En consecuencia, en los países europeos de la cuenca mediterránea los pastizales marginales tradicionalmente destinados a la cría de ovejas se están dejando abandonados a la vegetación natural o están empezando a utilizarse de manera progresiva con fines recreativos.

El proceso consistente en la conversión en bosques de las tierras antes destinadas a uso agrícola ha sido denominado "transición forestal". Esta denominación se ha aplicado principalmente en países desarrollados de Europa y América del Norte (Mather, 1990; Walker, 1993; Rudel, 1998).

Durante los periodos iniciales de colonización y crecimiento económico, los colonos y los agricultores limpiaron la tierra rápidamente con el fin de satisfacer la demanda de suministro de bienes agrícolas por parte de la población local. Posteriormente, con el predominio del desarrollo urbano y la expansión del comercio, las poblaciones rurales emigraron a las ciudades y los mercados agrícolas expandieron sus fronteras, lo que comportó un paulatino aumento de la distancia geográfica entre la demanda y la oferta. Se hicieron grandes mejoras en la productividad agrícola en áreas con un alto potencial agrícola.

Como consecuencia, se produjeron cambios sustanciales en el uso de la tierra: la explotación agrícola se trasladó a las tierras fértiles que hasta entonces no habían sido incorporadas al proceso productivo y se abandonaron las tierras marginales, especialmente las localizadas en áreas remotas caracterizadas por suelos de pobre cali-

dad. La tierra más productiva y con mejor acceso permaneció en producción. La vegetación natural cubrió la tierra abandonada dando como resultado una reforestación neta en algunas zonas de Europa y de América del Norte desde finales del siglo XIX (Rudel, 1998). La transición forestal es una tendencia presente actualmente en Europa y África del Norte y que ha mostrado pautas similares en Asia, si bien en esta última región las políticas nacionales pudieron fomentar este proceso (Rudel, Bakes y Machinguiashi, 2002). El Mapa 2 del Anexo 1 muestra las áreas de bosque neto ganadas en los Estados Unidos de América, el sur del Brasil, Europa y el Japón.

2.1.3 La degradación de tierras: una pérdida vasta y costosa

La degradación de tierras es un problema global ampliamente reconocido, que tiene repercusiones en la productividad agrícola y en el medio ambiente, así como en la seguridad alimentaria y la calidad de vida (Eswaran, Lal y Reich, 2001). Si bien es cierto que la magnitud de este problema está ampliamente aceptada, existen sin embargo diversas definiciones del término que reciben interpretaciones diferentes según los grupos disciplinares. En este documento se empleará la definición del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) según la cual la degradación de tierras implica una reducción del potencial de los recursos "ocasionada por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento, tales como: i) la erosión del suelo causada por el viento o el agua; ii) el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo; y iii) la pérdida duradera de vegetación natural" (PNUMA, 2002).

La degradación de las tierras agrícolas reviste un especial interés ya que supone una reducción de la productividad, que tendrá a su vez como consecuencia una ulterior expansión de las tierras agrícolas hacia hábitats naturales. Asimismo, la degradación de las tierras agrícolas implica el

uso de recursos naturales adicionales para la restauración de la tierra, tales como la cal para contrarrestar la acidez o el agua para el lavado de los suelos salinos, y puede producir contaminación, con efectos que trascienden los límites de la unidad de explotación (Gretton y Salma, 1996). La intensificación y el uso extensivo de la tierra pueden generar impactos ambientales de diferentes maneras. La intensificación tiene efectos negativos y positivos. El incremento de los rendimientos en los sistemas agrícolas contribuye a reducir la presión ejercida para transformar los ecosistemas naturales en tierras de cultivo e incluso puede llegar a liberar tierras agrícolas para reconvertirlas en áreas naturales, como esta ocurriendo en los países de la OCDE.

Sin embargo, el incremento en el uso de insumos como fertilizantes, biocidas y energía en los sistemas intensivos también ha generado una creciente presión sobre los ecosistemas acuáticos terrestres, una reducción generalizada de la biodiversidad dentro de los sistemas agrícolas, y mayores emisiones gaseosas derivadas del mayor consumo de energía y fertilizantes minerales (EM, 2005a). Por otro lado, el uso extensivo de la tierra para cultivos o pastos es con frecuencia una de las causas del deterioro de la cubierta vegetal y de las características del suelo.

Las implicaciones ambientales de la degradación de las tierras son múltiples. Entre los aspectos más críticos cabe citar la erosión de la biodiversidad (a través de la destrucción del hábitat o la contaminación de los acuíferos), el cambio climático (por la deforestación y la pérdida de materia orgánica del suelo y la consiguiente liberación de carbono en la atmósfera) y el agotamiento de los recursos hídricos (debido a la alteración de la textura del suelo o la remoción de la cubierta vegetal, que afectan a los ciclos del agua). En los siguientes capítulos se realiza una descripción detallada de estos mecanismos y de su importancia.

La diversidad de definiciones y de usos terminológicos para referirse a la degradación de las tierras es la causa principal de las variaciones entre los resultados de los estudios que han

intentado evaluar la envergadura del problema. Oldeman (1994) realizó una de las estimaciones más ampliamente aceptadas sobre el alcance de la degradación de las tierras a nivel mundial. El estudio estimó que la degradación de la tierra afecta a unos 19,6 millones de km², en su mayor parte debido a la erosión hídrica (Cuadro 2.2). Esta cifra no incluye las pérdidas de vegetación natural, por lo que, de conformidad con la definición del PNUMA arriba mencionada, esta sería en realidad más una estimación de la degradación del suelo que de la degradación de la tierra. Según el mismo autor, en Asia alrededor de un tercio de los bosques y otras tierras boscosas están degradadas (aprox. 3,5 millones de km²), frente a un porcentaje de entre el 15 y el 20 por ciento en América Latina y África. La degradación de los pastizales es especialmente crítica en África (2,4 millones de km²), si bien afecta también a Asia y, en menor extensión, a América Latina (2,0 y 1,1 millones de km², respectivamente). Por último, cabe señalar que la degradación afecta a aproximadamente un tercio de las tierras agrícolas en Asia (2,0 millones de km²), la mitad en América Latina y las dos terceras partes en África.

La desertificación es una forma de "degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas" (PNUMA, 2002). Dregne y Chou (1994) estiman que las tierras degradadas en las zonas secas del mundo ascienden a 3600 millones de hectáreas, es decir, el 70 por ciento de los 5 200 millones de hectáreas que integran estas regiones (Cuadro 2.3). Estas cifras incluyen la pérdida de cubierta vegetal y no son directamente comparables con las cifras citadas previamente. Reich *et al.* (1999) estiman que en África alrededor de 6,1 millones de km² de tierra tienen un riesgo de degradación de bajo a moderado y 7,5 millones de km² tienen un riesgo alto o muy alto. Se calcula que aproximadamente 500 millones de africanos se ven afectados por la desertificación, que socava gravemente la productividad agrícola a pesar de los buenos recursos del suelo.

Cuadro 2.2

Estimaciones de la super cie total de las tierras degradadas

Tipo	Leve	Moderada	Grave + Extrema	Total
(..... millones de km ²)				
Erosión hídrica	3,43	5,27	2,24	10,94
Erosión eólica	2,69	2,54	0,26	5,49
Degradación química	0,93	1,03	0,43	2,39
Degradación física	0,44	0,27	0,12	0,83
Total	7,49	9,11	3,05	19,65

Fuente: Oldeman (1994).

Cuadro 2.3

Estimaciones del total de tierras degradadas en las zonas secas

Continente	Área total	Área degradada ¹	Porcentaje degradado
(millones de km ²) (millones de km ²)			
África	14,326	10,458	73
Asia	18,814	13,417	71
Australia y el Pacífico	7,012	3,759	54
Europa	1,456	0,943	65
América del Norte	5,782	4,286	74
América del Sur	4,207	3,058	73
Total	51,597	35,922	70

¹ Comprende suelos y vegetación.

Fuente: Dregne y Chou (1994).

La reducción de los rendimientos es uno de los impactos económicos más evidentes de la degradación de las tierras. En África se calcula que en el pasado la erosión del suelo podría haber reducido los rendimientos entre el 2 y el 40 por ciento, con una pérdida media del 8,2 por ciento para todo el continente (Lal, 1995). En Asia meridional se estima que la erosión hídrica ocasiona una reducción de las cosechas equivalente a 36 millones de toneladas de cereales al año, por un valor de 5 400 millones de USD, mientras que la erosión eólica causa pérdidas estimadas en 1800 millones de USD (PNUMA, 1994). Se calcula que a nivel mundial se pierden anualmente 75 000 millones

de toneladas de suelo, con un costo aproximado de 400000 millones al año, es decir, unos 70 dólares por persona al año (Lal, 1998). Los análisis realizados por el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IIPA) (Scherr y Yadav, 1996) sugieren que un ligero incremento en las tendencias actuales de degradación de tierras podría originar para el año 2020 un incremento de los precios mundiales de entre un 17 y un 30 por ciento en productos alimentarios básicos, así como un aumento de la malnutrición infantil. Además de provocar una disminución de la producción de alimentos y la seguridad alimentaria, la degradación de las tierras obstaculiza los ingresos agrícolas y, por ende, el crecimiento económico tal y como demuestra el análisis de modelos elaborado para Nicaragua y Ghana (Scherr y Yadav, 1996). Por último, cabe señalar que la degradación de las tierras puede conducir a la emigración y despoblación de las áreas afectadas (Requier-Desjardins y Bied-Charreton, 2006).

Los efectos a largo plazo de la degradación de las tierras, y en particular los procesos para su reversibilidad y la resiliencia de los ecosistemas, son objeto de debate. La compactación del suelo, por ejemplo, es un problema en vastas áreas de cultivos en todo el mundo y se calcula que es causa de una reducción de los rendimientos comprendida entre un 25 y un 50 por ciento en zonas de la Unión Europea y América del Norte, con pérdidas en las unidades de explotación que ascienden a 1200 millones de USD al año en los Estados Unidos de América. La compactación del suelo representa también un problema en África occidental y Asia (Eswaran, Lal y Reich, 2001), si bien en estas zonas puede revertirse con relativa facilidad por medio de un arado más profundo. En contraste, la erosión causada por el viento y el agua tiene consecuencias irreversibles, como en el caso, por ejemplo, de las dunas de arena móviles (Dregne, 2002). Revertir el proceso de degradación de tierras exige con frecuencia inversiones elevadas para las que en muchos casos no se cuenta con los recursos suficientes en las actuales condiciones económicas. Los costos de

la rehabilitación de tierras degradadas en el África subsahariana, con períodos de inversión medios de tres años, se han estimado en 40 USD/ha/año para pastos, 400 USD/ha/año para cultivos de secano y 4000 USD/ha/año para cultivos de riego (Requier-Desjardins y Bied-Charreton, 2006).

2.1.4 Producción pecuaria y uso de la tierra: la transición geográfica

Históricamente los animales de granja fueron criados con el propósito de producir alimentos, fundamentalmente carne y productos lácteos, y de manera secundaria para la tracción animal y la obtención de estiércol con destino a la producción de cultivos. Puesto que no había un gran desarrollo de las tecnologías de conservación y de los medios de transporte, los bienes y servicios de la ganadería se usaban localmente. En la mayoría de los casos, el ganado se criaba cerca de los asentamientos humanos, mientras que los pastores nómadas se ocupaban de los animales durante sus migraciones.

Las tendencias en la distribución presentan variaciones según la especie. La cría de las especies monogástricas, como los cerdos y las aves de corral, se ha llevado a cabo, generalmente, en los corrales y traspatios de los hogares, en estrecho contacto por tanto con las poblaciones humanas. La razón reside en que estas especies dependen de los seres humanos para su alimentación (por ejemplo, residuos domésticos, subproductos de cosechas) y para la protección contra los depredadores. En los países con sistemas tradicionales de producción existe aún hoy en día una fuerte correlación entre la distribución de las especies monogástricas y la de las poblaciones humanas (FAO, 2006c; Gerber *et al.*, 2005). En la distribución de las especies rumiantes como vacunos, búfalos, ovejas y cabras, el alimento, y especialmente los recursos forrajeros, han tenido un papel fundamental. La superficie de tierra destinada a la producción de rumiantes es generalmente grande. Los rumiantes han sido criados en zonas de pastizales y sólo en casos excepcionales se ha hecho uso de forrajes cultivados exclusivamente para su alimentación

(por ejemplo, animales de tiro o estacionalmente en las áreas frías). La cría de rumiantes implica movimientos diarios o estacionales, con distancias que varían de centenares de metros a centenares de kilómetros en el caso de trashumancia a gran escala o nomadismo. Un parte o la totalidad de las personas que dependen del ganado se desplazan con él, manteniendo algunas veces una determinada área geográfica como epicentro (por ejemplo, villa, *boma*, *territoire d'attache*).

En época reciente, la producción animal ha pasado de ser una actividad en la que se explota un recurso disponible a una actividad impulsada fundamentalmente por la demanda. Los sistemas de producción animal tradicionales se han basado en la disponibilidad local de recursos forrajeros, en áreas donde la presencia de enfermedades no representaba una seria limitación.

La producción pecuaria moderna obedece fundamentalmente a la demanda de productos de origen animal (Delgado *et al.*, 1999), y hace uso de cantidades mayores de recursos forrajeros. Como resultado, la localización de la producción pecuaria está experimentando grandes cambios. Con la emergencia de grandes economías como las de China y la India, nuevos centros de demanda y producción (Steinfeld y Chilonda, 2006), estos cambios geográficos se han intensificado a lo largo de las últimas décadas. La geografía de la producción pecuaria y sus desplazamientos son la clave para entender las interacciones entre producción animal y medio ambiente. Así, por ejemplo, los desechos del ganado no constituyen un problema ambiental en las áreas donde su densidad es muy baja o su producción muy dispersa, sino que representan, por el contrario, un valioso insumo para la producción de cultivos y el mantenimiento de la fertilidad del suelo. En contraste, en áreas donde la densidad de las explotaciones es alta, se excede con frecuencia la capacidad de las tierras y aguas circundantes para absorber estos desechos con el consiguiente daño ambiental.

La ubicación de la producción ganadera se ve afectada por factores como el acceso a los mercados, los recursos forrajeros, la infraestructura, los

precios de la tierra, la mano de obra, el transporte y las condiciones sanitarias. En este capítulo se analizarán las tendencias en la geografía del sector pecuario, así como los factores determinantes subyacentes con el fin de facilitar una mejor comprensión e interpretación del impacto ambiental. En primer lugar, se examinará la extensión global de la tierra dedicada directa o indirectamente a la producción pecuaria, para pasar a analizar a continuación la distribución geográfica de los principales tipos y fases de producción.

La intensificación en el uso de las tierras destinadas al cultivo de alimentos para la producción animal

El primer factor que cabe resaltar es la demanda de pastos y cultivos de alimentos para el ganado, así como los cambios sustanciales en la superficie utilizada que se han producido en el pasado y que seguirán produciéndose en el futuro. La tierra de pastoreo se ha multiplicado por seis desde el año 1800 y ahora cubre aproximadamente 35 millones de km², incluyendo grandes áreas continentales donde previamente existía poco o ningún ganado en pastoreo (América del Norte, América del Sur, Australia). En muchas áreas el pastoreo se ha expandido hasta ocupar prácticamente toda la tierra que puede destinarse a este uso y para la que no hay otra demanda (Asner *et al.*, 2004). América del Sur, Asia sudoriental y África central son las únicas regiones del mundo que cuentan aún con bosques que podrían convertirse en tierras de pastoreo, si bien en la última región se necesitarían grandes inversiones para el control de las enfermedades. Tal y como se describe en la Sección 2.5, la expansión de los pastos en detrimento de los ecosistemas forestales tiene repercusiones ambientales dramáticas.

La introducción de la alimentación del ganado con cereales es más reciente. Dio inicio en la década de 1950 en América del Norte, se extendió en las décadas de 1960 y 1970 a Europa, la antigua Unión Soviética y el Japón, y en la actualidad es una práctica común en numerosas zonas de Asia oriental y occidental y América Latina. La alimentación con cereales no está aún ampliamente extendida en la

mayor parte del África subsahariana y Asia meridional, si bien se registra un rápido incremento a partir de una base muy baja. La demanda de cereales y otro tipo de alimentos ha incrementado en gran medida la superficie de tierras cultivables destinadas a la producción pecuaria, que ha pasado de un área muy reducida al actual 34 por ciento del total de tierras cultivables (ver la Sección 2.3).

Tanto la expansión a largo plazo de las tierras de pastoreo, como la más reciente expansión de la tierra cultivable para la producción de cereales y otros materiales para la alimentación animal, probablemente alcanzarán un pico máximo, seguido de un descenso en el futuro. Según las proyecciones a medio plazo de las Naciones Unidas, la población mundial crecerá hasta situarse en torno a algo más de 9000 millones de personas en 2050, un 40 por ciento por encima de las cifras actuales, para comenzar a decrecer después lentamente (ONU, 2005). El crecimiento de la población comportará una serie de cambios concomitantes en los ingresos y las tasas de urbanización que determinarán las tendencias globales en la demanda de productos de origen animal, si bien, obviamente, los detalles son aún inciertos. En algunos países desarrollados, el crecimiento de la demanda ha comenzado a ser más lento o a disminuir. En las economías emergentes, la revolución pecuaria actualmente en marcha está entrando también en una fase de disminución del ritmo, puesto que los enormes incrementos previstos en el consumo pecuario per cápita ya se han producido durante las dos últimas décadas y el crecimiento demográfico continúa en disminución.

En efecto, las tasas de crecimiento de la producción pecuaria para todos los países en desarrollo alcanzaron en la década de 1990 un pico del 5 por ciento anual, para descender al 3,5 por ciento en el período comprendido entre 2001 y 2005. En Asia y el Pacífico, donde China lideró la revolución pecuaria, el índice de crecimiento anual alcanzó su pico máximo en la década de 1980, con un 6,4 por ciento, y desde entonces ha descendido a un 6,1 por ciento en los años noventa y a un 4,1 por ciento en el período 2001-2005. La produc-

ción siguió una pauta similar en Asia occidental y África del Norte. No obstante, es posible que algunas regiones aún no hayan alcanzado su pico de producción. Las pautas relativas a los índices de crecimiento son menos claras en América Latina y bien podría presentarse un incremento adicional impulsado por la producción orientada a los mercados de exportación en países como la Argentina y el Brasil. En África la producción y el consumo siguen siendo aún muy bajos y se incrementarán en la medida en que el crecimiento económico lo permita. Por último, cabe señalar que se prevé un fuerte crecimiento de la producción en los países en transición, los cuales recuperarán los niveles anteriores. A pesar del aumento de la expansión en estas regiones, es probable que gran parte del crecimiento de la producción pecuaria mundial se haya producido ya y que los crecimientos adicionales se sucedan a tasas muy inferiores.

Al mismo tiempo, la intensificación y la continua sustitución de rumiantes por especies monogástricas (especialmente aves de corral) está mejorando la eficiencia en el uso de la tierra y contribuyendo a disminuir la superficie utilizada por unidad de producto. Este factor se ve reforzado por el efecto de un aumento de la eficiencia en la producción de cultivos para piensos, que queda patente en la continua mejora de los rendimientos de todos los principales cultivos para piensos descritos anteriormente. La reducción de las pérdidas poscosecha y los avances en la tecnología de elaboración y distribución también reducen la cantidad de tierra utilizada por unidad de producto consumido. En muchos países desarrollados el efecto combinado de estos factores ha generado un descenso en la superficie de tierras destinadas al pastoreo, que en los Estados Unidos de América, por ejemplo, ha sido del orden del 20 por ciento desde 1950.

Dos tendencias antagonistas están en juego: por un lado, el crecimiento de la producción incrementará aún más la demanda de tierras para el sector, si bien a tasas de crecimiento inferiores. Por el otro, el proceso continuo de intensificación reducirá la superficie utilizada por unidad de pro-

ducto. El peso específico de cada una de estas dos tendencias determinará la tendencia en el área total destinada a la producción animal. En este estudio se sugiere que la demanda mundial de tierra para el sector pecuario alcanzará pronto un pico máximo para empezar después a disminuir. Así, se producirá primero una disminución en las áreas de pastoreo, que será seguida de una reducción de la superficie destinada a la producción de piensos. Se propone esta tendencia general como un modelo para entender la dinámica de la distribución geográfica de la producción ganadera.

La localización cambia en función de los mercados y las fuentes de alimento

El segundo factor más importante que caracteriza la geografía de la producción pecuaria reside en los cambios de la distribución espacial: la conexión geográfica con la base de recursos alimenticios para el ganado por un lado, y con la población humana y sus demandas de productos animales por el otro. En los niveles de desarrollo de la era preindustrial, los rumiantes y los monogástricos tuvieron pautas de distribución muy diferentes. La distribución de los monogástricos se conformó a la de los asentamientos humanos. Cuando los seres humanos se asentaban, fundamentalmente en las áreas rurales, lo mismo sucedía con estas especies. Al igual que sucede hoy en día en muchos países en desarrollo, en las primeras fases de la industrialización se registró un rápido crecimiento de la urbanización y las especies monogástricas, en consecuencia, se concentraron en los cinturones periurbanos en torno a los centros de consumo. Este cambio del medio rural al periurbano originará problemas ambientales significativos y riesgos para la salud pública. Una vez que los estándares de vida, la sensibilización sobre los problemas ambientales y la capacidad institucional lo permiten, se abre una tercera fase en la que estos problemas se corrigen gracias a una gradual reubicación de las unidades productivas en lugares alejados de las ciudades. Esta misma pauta se aplica a los rumiantes pero de manera menos pronunciada debido a que sus

mayores necesidades diarias de fibra implican un gran movimiento de forraje, una operación cuyos costos actúan como un freno para la urbanización de este tipo de ganado. La producción de carne y leche de rumiantes tiende a depender más del medio rural en las diferentes fases de desarrollo, si bien existen importantes excepciones, como el caso, por ejemplo, de la importante producción de leche a nivel periurbano que se registra en la India, el Pakistán y en torno a numerosas ciudades subsaharianas.

La rápida urbanización de la ganadería, particularmente de los monogástricos, y la subsiguiente desurbanización gradual es una segunda pauta que puede observarse en concomitancia con la intensificación del uso de la tierra en el sector. Ambas pautas tienen fuertes implicaciones por lo que se refiere al impacto del ganado en el medio ambiente y constituyen el tema fundamental del presente capítulo y los sucesivos. En lo que sigue se usará la expresión *transición pecuaria* para hacer referencia a estas dos pautas.

2.2 Geografía de la demanda

A escala mundial, la distribución geográfica de la demanda de alimentos de origen animal sigue ampliamente la de las poblaciones humanas (Mapa 3, Anexo 1). Sin embargo, los patrones de demanda varían ampliamente en función de los ingresos y las preferencias. Las decisiones sobre la alimentación tienen razones complejas, se basan en diversos objetivos y están guiadas por preferencias y capacidades sociales e individuales, así como por la disponibilidad. Las preferencias alimenticias están experimentando cambios muy rápidos. Mientras que el incremento de los ingresos en los países en desarrollo está generando un aumento en el consumo de proteínas y grasas, los segmentos con mayores ingresos de los países desarrollados están reduciendo estos componentes de la dieta, motivados por varias consideraciones, algunas relacionadas con la salud, otras con la ética y con una cierta disminución de la confianza en el sector. En promedio, el consumo per cápita de alimentos de origen ani-

Cuadro 2.4

Suministro total de proteínas y de proteínas de origen animal en la dieta (1980-2002)

	Suministro total de proteínas de origen animal		Suministro total de proteínas	
	1980	2002	1980	2002
	(..... g/persona)			
África subsahariana	10,4	9,3	53,9	55,1
Cercano Oriente	18,2	18,1	76,3	80,5
América Latina y el Caribe	27,5	34,1	69,8	77,0
Asia en desarrollo	7,0	16,2	53,4	68,9
Países industrializados	50,8	56,1	95,8	106,4
Mundo	20,0	24,3	66,9	75,3

Fuente: FAO (2006b).

mal es más elevado entre los grupos de ingresos altos, pero está creciendo a un ritmo más rápido entre los grupos de ingresos bajos y medios en los países que están experimentando un fuerte crecimiento económico. El primer grupo se concentra mayoritariamente en los países de la OCDE, mientras que el último se localiza principalmente en economías de rápido crecimiento como Asia sudoriental, las provincias costeras del Brasil y algunas zonas de la India. Los dos grupos coinciden geográficamente en centros urbanos de economías en rápido crecimiento

El Cuadro 2.4 proporciona una visión general de la importancia de los cambios en la ingesta media de proteínas de las personas en varias regiones del mundo. Se puede observar que la población de los países industrializados obtiene más del 40 por ciento de la ingesta dietética de proteínas a partir de alimentos de origen animal (las cifras no incluyen pescado y productos marinos) y que entre 1980 y 2002 se registraron cambios mínimos en este porcentaje. Los cambios fueron más drásticos en los países en desarrollo de Asia, donde el componente de proteína animal en la dieta humana aumentó en un 140 por ciento, seguido de América Latina, donde el consumo de proteína animal per cápita aumentó en un 32 por ciento. En contraste, en el África subsahariana se registró una disminu-

ción del consumo en respuesta al estancamiento económico y a la disminución de los ingresos (véase el Cuadro 2 del Anexo 2 para más detalles sobre las pautas de consumo). El incremento del porcentaje de los productos animales en la dieta humana de muchos países en desarrollo forma parte de una transición dietética que incluye también un mayor consumo de grasas, pescado, hortalizas y frutas, a expensas de alimentos básicos como los cereales y los tubérculos.

Dos características importantes emergen de estas tendencias. La primera es la creación de nuevos polos de crecimiento en las economías emergentes, con el Brasil, China y la India como protagonistas de orden mundial. La producción de carne en los países en desarrollo superó la de los países desarrollados hacia 1996 y, según las proyecciones, este porcentaje continuará creciendo para llegar a alcanzar casi los dos tercios del total en 2030 (FAO, 2003a). En contraste, en los países desarrollados tanto la producción como el consumo están experimentando un estancamiento y, en algunos casos, una disminución. La segunda característica es el desarrollo de lugares críticos de demanda, los centros urbanos, con un alto consumo per cápita, un rápido crecimiento de la demanda agregada y un desplazamiento hacia productos elaborados de origen animal. Se observa también una cierta homogenización de los productos consumidos (por ejemplo, carne de pollo), si bien las culturas locales aún ejercen una fuerte influencia.

2.3 Geografía de los recursos para la producción animal

Las diferentes especies de ganado tienen la capacidad de utilizar una amplia variedad de material vegetal. Usualmente el alimento de los animales se clasifica en forrajes fibrosos como la hierba de los pastizales y los residuos de cultivos, y alimentos concentrados, como los granos y las semillas oleaginosas. Los residuos domésticos y los subproductos agroindustriales representan también una gran proporción de los recursos alimenticios para el ganado.

2.3.1 Pastos y forrajes

Variaciones en la conversión, manejo y productividad

Los pastizales ocupan actualmente cerca del 40 por ciento de la superficie total de las tierras del mundo (FAO, 2005a; White, Murray y Rohweder, 2000). El Mapa 4 (Anexo 1) muestra la amplia distribución de las tierras de pastos. Con excepción de las zonas desnudas (desiertos secos o fríos) y los bosques densos, los pastizales están presentes, en alguna extensión, en todas las regiones. Son dominantes en Oceanía (58 por ciento de la superficie total, con un 63 por ciento en Australia), mientras que su distribución es relativamente limitada en Asia occidental y en África del Norte (14 por ciento) y Asia meridional (15 por ciento). En términos de superficie, cuatro regiones tienen 7 millones de km² de pastizales o más: América del Norte, el África subsahariana, América Latina y el Caribe y la Comunidad de Estados Independientes (CEI) (véase el Cuadro 2).

Como muestra el Cuadro 2.5, la fragmentación de las tierras de pastoreo está aumentando y cediendo superficie a los cultivos y a las áreas urbanas (White, Murray y Rohweder, 2000). La expansión agrícola, la urbanización, el desarrollo industrial, el sobrepastoreo y los incendios son los principales factores que conducen a la reducción y degradación de los pastizales destinados tradicionalmente a la producción ganadera extensiva. Las repercusiones ecológicas de esta conversión sobre los ecosiste-

mas, la estructura del suelo y los recursos hídricos pueden ser de gran envergadura. Sin embargo, hay signos de una creciente atención hacia los ecosistemas de los pastizales y los servicios que suministran, entre los cuales cabe destacar la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático, la prevención de la desertificación y las actividades con fines recreativos.

Los pastos permanentes son un tipo de uso humano de las praderas que ocupa una superficie estimada de alrededor de 34,8 millones de km², es decir, el 26 por ciento del total de la superficie terrestre (FAO, 2006b). El manejo de los pastos y la biomasa cosechada para el ganado presenta una gran variación. Aunque es difícil hacer estimaciones precisas, teniendo en cuenta todos los factores se calcula que la productividad de la biomasa de los pastos es generalmente más baja que la de las zonas cultivadas. Varios factores contribuyen a esta tendencia. En primer lugar, los grandes pastizales generalmente ocupan áreas con condiciones marginales para la producción de cultivos (limitadas por temperatura o por humedad), lo que explica su baja productividad en comparación con las tierras de cultivos. En segundo lugar, en los pastizales áridos y semiáridos, que constituyen la mayor parte de los pastizales del mundo, la intensificación de las áreas usadas como pastos suele ser difícil desde el punto de vista técnico y socioeconómico, y además poco rentable. La mayoría de estas áreas ya están

Cuadro 2.5

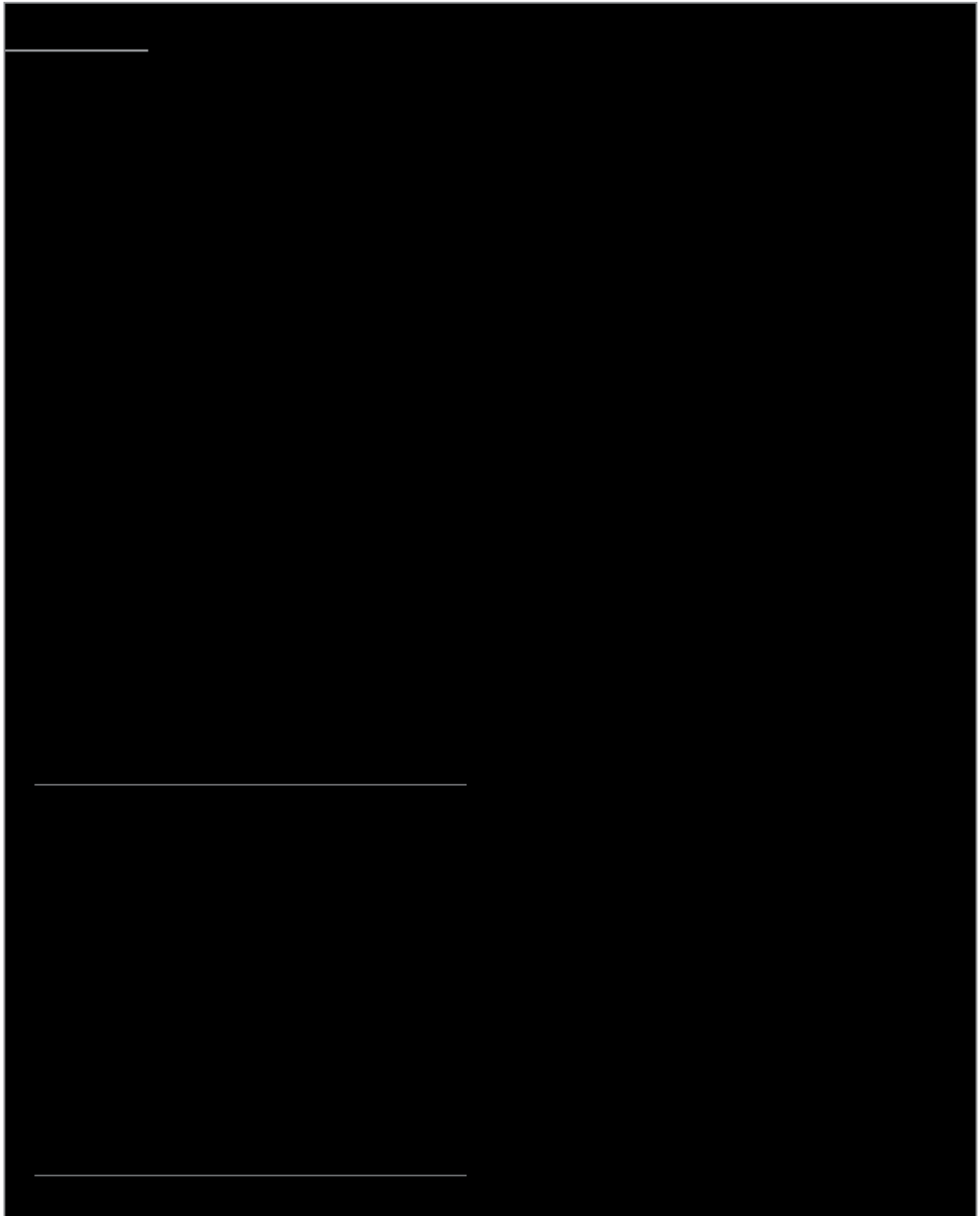
Estimación de las tierras de pastos remanentes y convertidas a otros usos

Continente y región	Porcentaje				Total convertido
	Remanente en pastos	Convertido en cultivos	Convertido en áreas urbanas	Convertido en otros (p.ej., bosques)	
América del Norte: praderas de pastos altos en los Estados Unidos	9,4	71,2	18,7	0,7	90,6
América del Sur: sabanas y tierras leñosas del Cerrado en el Brasil, Paraguay y Bolivia	21,0	71,0	5,0	3,0	79,0
Asia: estepa Daurian en Mongolia, Rusia y China	71,7	19,9	1,5	6,9	28,3
África: tierras leñosas centrales y orientales de Mopale y Miombo en la República Unida de Tanzania, Ruanda, Burundi, República Democrática del Congo, Zambia, Botswana, Zimbabwe y Mozambique	73,3	19,1	0,4	7,2	26,7
Oceanía: tierras leñosas y arbustivas en Australia sudoccidental	56,7	37,2	1,8	4,4	43,4

Fuente: White, Murray y Rohweder (2000).

produciendo a su máximo potencial. Asimismo, en muchas zonas de África y de Asia los pastizales son tradicionalmente áreas de propiedad comunal que, en caso de que la disciplina interna del grupo que las gestiona se erosione, pueden convertirse

en áreas de libre acceso (véase el Recuadro 2.2). Bajo estas condiciones ninguna inversión individual puede ser rentable y los niveles de inversión total permanecerán por debajo del óptimo social. La falta de infraestructura en estas áreas remotas



contribuye también a que una mejora exitosa de la productividad obtenida a partir de inversiones individuales sea más difícil. En consecuencia, en los sistemas extensivos el manejo de los pastos naturales resulta bastante modesta.

Sin embargo, en los lugares en los que predomina la propiedad individual o donde el manejo tradicional y las reglas de acceso son operativas, el uso de estas áreas suele estar cuidadosamente planificado, ajustando la presión del pastoreo

a los cambios estacionales y combinando diferentes clases de ganado (por ejemplo, ganado de cría, joven, de engorde o en lactación) como una estrategia para reducir los riesgos de las variaciones climáticas. Además, técnicas como las quemadas controladas y el desmonte de maleza son prácticas que pueden mejorar la productividad de los pastos, aunque podrían incrementar también la erosión del suelo y reducir la cubierta de árboles y arbustos. El bajo nivel de manejo de los pastizales extensivos es la razón principal para que estas áreas puedan suministrar altos niveles de servicios ambientales tales como la conservación de la biodiversidad.

A efectos de esta evaluación, las tierras de pastoreo se agrupan en tres categorías: pastizales extensivos en áreas marginales, pastizales extensivos en áreas con alto potencial y pastizales intensivos.

En el presente estudio los pastizales extensivos en áreas marginales se definen como aquellos que tienen una productividad primaria neta inferior a 1 200 g de carbono por m²/año (Mapa 4, Anexo 1; Cuadro 4, Anexo 2). Esta es la categoría más grande en cuanto a superficie (60 por ciento de todas las tierras de pasto) y se localiza principalmente en las tierras secas y en las tierras frías. Los pastizales extensivos en áreas marginales predominan en los países desarrollados, donde representan el 80 por ciento de los pastizales, mientras que en los países en desarrollo representan menos del 50 por ciento. El contraste puede ser explicado por las diferencias en el costo de oportunidad de la tierra: en los países desarrollados las zonas con buen potencial agroecológico se usan generalmente para producciones mucho más intensivas que las de pasto. Los pastizales en áreas marginales se usan extensivamente, bien en sistemas de producción itinerantes (África, la CEI, Asia meridional y Asia oriental) o en grandes fincas (Oceanía y América del Norte). A partir de estimaciones de evapotranspiración real (ETR) como indicador del estrés climático de la vegetación, Asner *et al.* (2004) demostraron que en los biomas de tierras secas los sistemas de pastoreo

tienen tendencia a ocupar las regiones más secas y climatológicamente más inestables, mientras que en los biomas templados la tendencia es ocupar las partes más húmedas y/o frías. Por lo que se refiere a los suelos, los autores también señalan que generalmente los sistemas de pastoreo ocupan los suelos menos fértiles en las tierras secas y los suelos descongelados en las áreas boreales. En los biomas tropicales se tiende a hacer uso de los suelos menos fértiles o moderadamente fértiles. Los autores concluyeron que se ha llegado al límite de la expansión de los pastos en las áreas marginales, por lo que no existe margen adicional para una ulterior expansión.

Los pastizales extensivos en áreas con alto potencial se definen como aquellos con una productividad primaria neta superior a 1 200 g de carbono por m²/año (Mapa 4, Anexo 1; Cuadro 4, Anexo 2). Los pastos pertenecientes a esta categoría se encuentran predominantemente en los climas tropicales húmedos y subhúmedos y en algunas zonas de Europa occidental y los Estados Unidos de América. Dado que la producción de biomasa es continua o estacional, los pastos suelen estar vallados y se usan para el pastoreo durante todo el año.

La producción intensiva de pastos cultivados se lleva a cabo donde las condiciones climáticas, económicas e institucionales son favorables y la tierra es escasa. En particular, estas condiciones suelen ser características de la Unión Europea (UE), América del Norte, el Japón y la República de Corea. En la UE las explotaciones comerciales de carne y leche dependen en gran medida de pastos temporales y del cultivo de otros cultivos forrajeros para piensos frescos o conservados. La producción más intensiva de pastos se encuentra en el sur de Inglaterra, Bélgica, Holanda y zonas de Francia y Alemania. Los sistemas forrajeros están diseñados para un alto rendimiento y suelen hacer uso frecuente de altos niveles de fertilizantes minerales que se combina con la aplicación rutinaria de estiércol y la mecanización. Los sistemas intensivos de producción de pastos son la causa principal de la carga de nutrientes

y la contaminación con nitratos en estos países. Los pastos cultivados son generalmente pobres en especies, con dominio de especies *Lolium* (Comisión Europea, 2004). En algunos casos, la producción intensiva de forrajes abastece a las industrias de elaboración, tales como las de deshidratación de alfalfa o compactación de heno. Estas industrias se encuentran en su mayor parte en el Canadá y los Estados Unidos de América y están fuertemente orientadas a la exportación.

2.3.2 Cultivos forrajeros y residuos de cultivos

El uso de piensos provenientes del cultivo de alimentos básicos como los cereales y las leguminosas se ha incrementado rápidamente durante las últimas décadas, en respuesta al crecimiento de la demanda de piensos y la insuficiente capacidad de los piensos tradicionales para suministrar los niveles de cantidad y calidad requeridos. Esta demanda creciente de piensos y alimentos ha quedado satisfecha sin que se haya producido un incremento en los precios. Al contrario, la demanda fue fomentada por una rebaja en el precio de los cereales. En términos reales (USD constantes) los precios internacionales de los granos se han reducido a la mitad desde 1961 (FAO2006b). La causa fundamental de la expansión de la oferta a menores precios ha sido la intensificación de las áreas cultivadas.

Cereales

La expansión del uso de piensos disminuye a medida que la conversión de piensos mejora

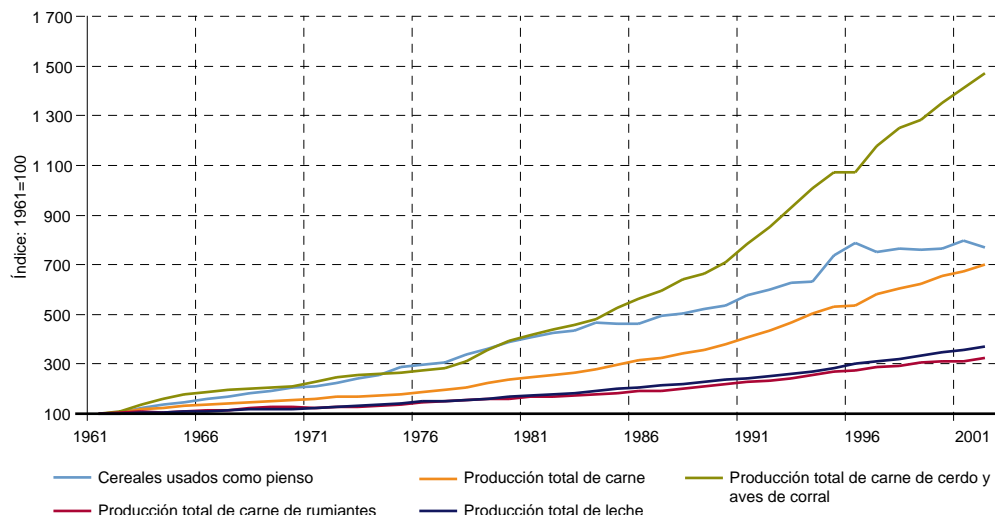
En 2002 se usaron aproximadamente 670 millones de toneladas de cereales para la alimentación del ganado, lo que corresponde a un área de alrededor de 211 millones de hectáreas. Como pienso se usa una variedad de cereales, en particular para las especies monogástricas, fundamentalmente los cerdos y las aves de corral. Los cereales se usan para los rumiantes como suplemento alimenticio, pero en la producción intensiva, ya sea en los corrales de engorde o en la producción de leche, pueden representar la mayor parte de la dieta.

A escala mundial, el uso de cereales como piensos creció más rápido que la producción total de carne hasta mediados de la década de 1980. Esta tendencia tuvo relación con la intensificación del sector pecuario en los países de la OCDE y con el consiguiente desarrollo de los sistemas de alimentación de los animales a base de cereales. Durante este período el incremento de la proporción de cereales en la ración de pienso superó la producción de carne, pero posteriormente la producción de carne ha crecido a un ritmo más rápido que los cereales usados como pienso. Esto puede explicarse por los incrementos del índice de conversión de piensos obtenido mediante el mayor peso concedido a la producción de especies monogástricas, la intensificación de la producción pecuaria basada en razas de alto rendimiento y las prácticas de manejo mejoradas. Asimismo, la reducción de los subsidios para la producción de cereales en el marco de la política agrícola común de la Unión Europea y la recesión económica en los antiguos países socialistas de Europa central han reducido la demanda de cereales para piensos.

En los países en desarrollo el incremento en la producción de carne estuvo acompañado de un aumento en el uso de los cereales para piensos durante todo el período (Gráfico 2.3). Sin embargo, recientemente la demanda de cereales destinados a la alimentación animal muestra una tendencia a la estabilización, mientras que la producción total de carne ha continuado creciendo debido, probablemente, a los sistemas de producción de monogástricos altamente intensivos que predominan en países en desarrollo como el Brasil, China y Tailandia.

En su conjunto, la demanda de cereales para la elaboración de piensos ha permanecido estable desde finales de la década de 1980. Esta estabilidad, observada a nivel agregado, oculta el radical desplazamiento geográfico en la demanda que tuvo lugar a mediados de la década de 1990. La demanda en los países en transición registró una fuerte caída, compensada con los incrementos en la demanda en los países en desarrollo asiáticos

Gráfico 2.3 Tasas de crecimiento comparativo de la producción de los productos de origen animal analizados y del uso de cereales forrajeros en los países en desarrollo



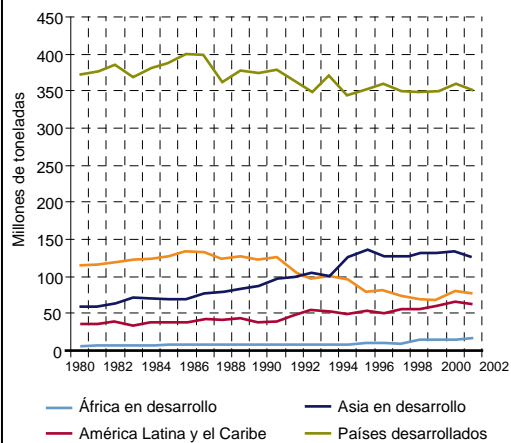
Fuente: FAO (2006b).

(Gráfico 2.4). Al mismo tiempo, aunque de manera más progresiva, la demanda disminuyó en los países industrializados y aumentó en el conjunto de los países en desarrollo.

Como porcentaje de la producción total de cereales, el volumen de cereales usados como piensos se incrementó de manera sustancial durante la década de 1960, permaneciendo después bastante estable hasta finales de la década de 1990, momento en que experimentó un descenso.

Entre los cereales, el maíz y la avena se usan principalmente como piensos, con un porcentaje superior a más del 60 por ciento de la producción total en el período comprendido entre 1961 y 2001. No obstante, la demanda de cereales para la alimentación animal muestra variaciones regionales importantes. El maíz es el cereal predominante en el Brasil y los Estados Unidos de América, mientras que el trigo y la avena dominan en el Canadá y Europa. En Asia sudoriental registra porcentajes similares del trigo hasta principios de la década de 1990, para efectuar después un cambio gradual hacia el maíz. Estas

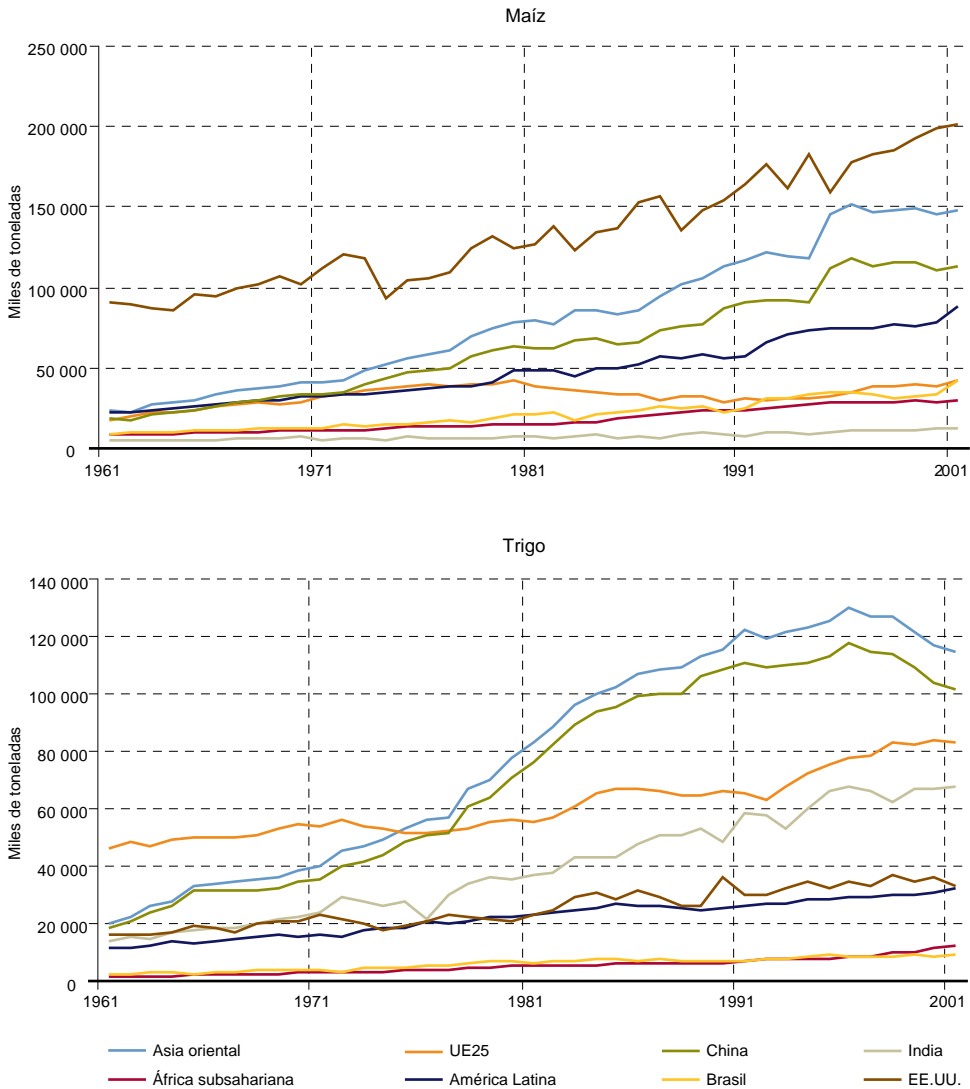
Gráfico 2.4 Tendencias regionales del uso de cereales forrajeros



Fuente: FAO (2006b).

tendencias reflejan la aptitud para la producción de determinados cultivos en estas regiones: el trigo y la avena se adaptan mejor a los climas templados o fríos que el maíz (Mapa5, Mapa6 y Mapa 7, Anexo 1).

Gráfico 2.5 Demanda de trigo y maíz para la alimentación animal en las regiones y países analizados (1961–2002)

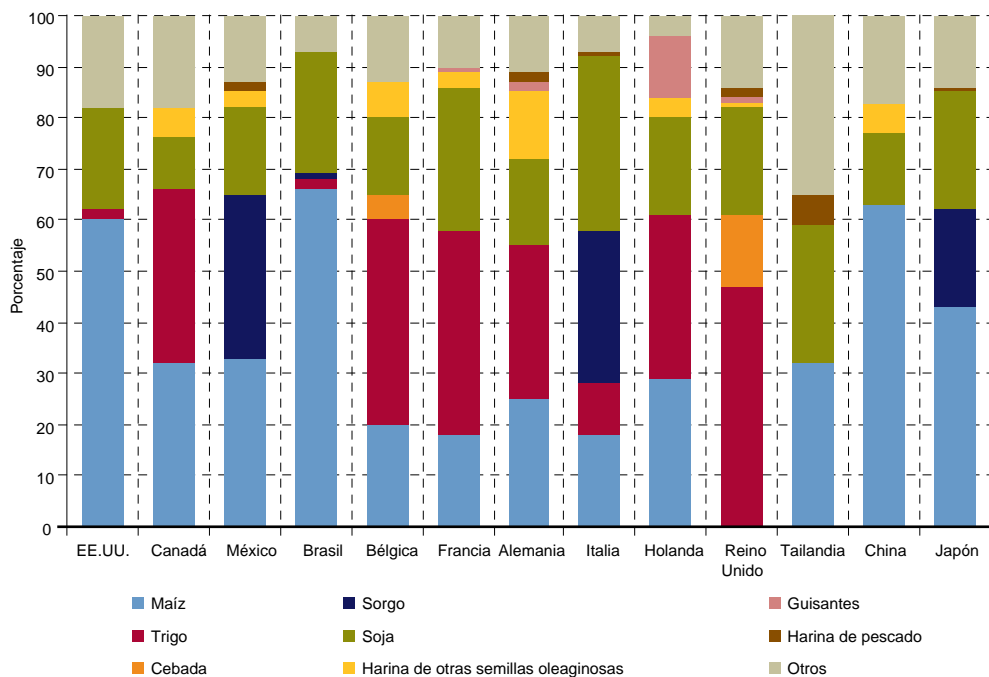


Fuente: FAO (2006b).

Las diferentes ventajas comparativas en la producción de cereales para piensos, junto con las condiciones para su comercialización, dan como resultado diferentes raciones para piensos a nivel de la producción pecuaria. Hay una homogeneidad notable en el porcentaje total de cereales de

las raciones de pienso en los países analizados. Este es el caso de los piensos usados en la avicultura, donde el peso de los cereales equivale al 60 por ciento del total (Gráfico 2.6). Sin embargo, los países difieren en las mezclas de cereales usados. Así, el maíz es el cereal predominante

Gráfico 2.6 Composición relativa de la ración de pienso para pollos en los países analizados (por peso)



Nota: para Tailandia, en la categoría "otros" se incluye una elevada cantidad de arroz.
Fuente: cálculos de los autores.

en los piensos para pollos en el Brasil, China y los Estados Unidos de América, mientras que en la Unión Europea hay un predominio del trigo. En los países analizados se observan tendencias similares para la porcicultura, si bien el contenido de cereales es más variable situándose entre un 60 y un 80 por ciento (Gráfico 2.7).

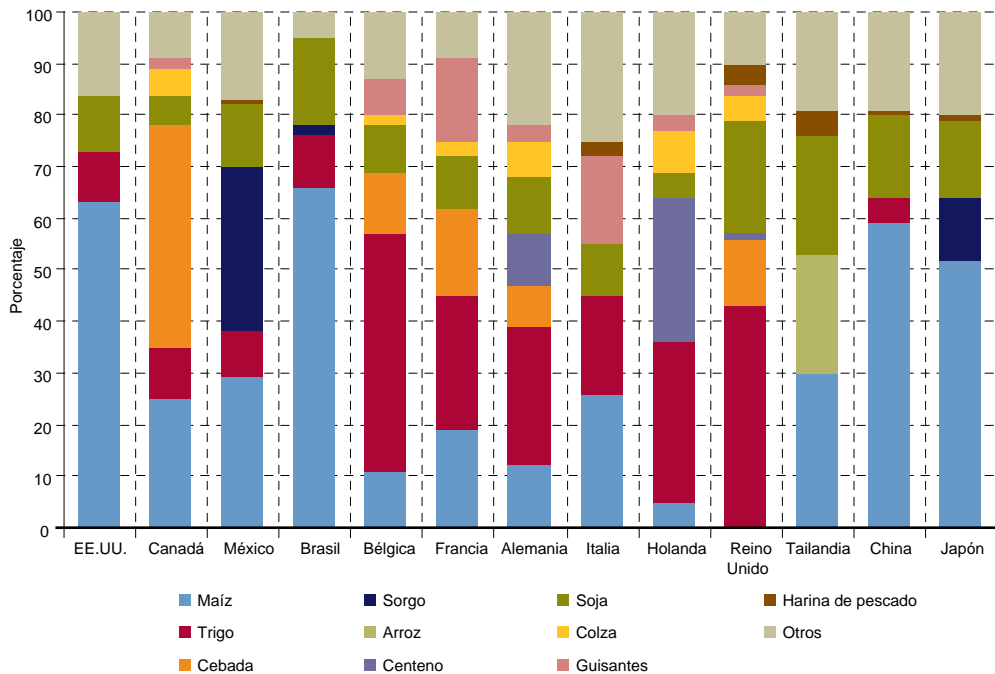
Residuos de cultivos

Un valioso recurso cada vez más desaprovechado

Los residuos de cultivos son un subproducto de los cultivos agrícolas. Generalmente tienen un alto contenido de fibra, un bajo contenido de otros componentes y una digestibilidad muy reducida, de ahí que su función sea la de servir como suplemento de calorías básicas y la de cubrir las necesidades de fibra, especialmente en las dietas de los rumiantes. El uso de residuos como pajas

y rastrojos en la alimentación animal reviste aún mucha importancia en los sistemas de producción agropecuarios mixtos, en los que el ganado (particularmente los rumiantes) transforma los residuos en alimentos valiosos y en bienes y servicios no alimenticios. Los residuos de cultivos representan un porcentaje elevado de la composición de los piensos, en particular en los ambientes tropicales semiáridos y subhúmedos donde viven la mayoría de los pobres del mundo (Lenné, Fernández-Rivera y Bümmel, 2003). Los residuos de cultivos y los subproductos agroindustriales suelen desempeñar una función muy importante durante los períodos en que la oferta de pastos es baja (Rihani, 2005). Devendra y Sevilla (2002) estimaron que en Asia el volumen de pajas de cereales potencialmente disponible para la alimentación animal era de 672 millones de to-

Gráfico 2.7 Composición relativa de la ración de pienso para cerdos en los países analizados (por peso)



Nota: para Italia, en la categoría "otros" se incluye una importante cantidad de avena.

Fuente: cálculos de los autores.

neladas y el de otros residuos de cultivos alcanzaba los 67 millones de toneladas. El uso actual de paja de arroz presenta una fuerte variación que va de más del 70 por ciento del total disponible en Bangladesh y en Tailandia, a sólo un 15 por ciento en Corea del Sur, mientras que en otros países de Asia sudoriental y en China el porcentaje estimado se sitúa entre un 25 y un 30 por ciento.

A pesar de la importancia que a nivel local tienen en los sistemas agrícolas mixtos a pequeña escala, el uso de los residuos de cultivos como pienso está disminuyendo. Esta tendencia está determinada por numerosos factores, todos ellos relacionados con la intensificación de la agricultura. En primer lugar, hay un menor volumen de residuos por unidad de cultivo disponibles debido al uso de cosechadoras más eficaces y a la selección genética encaminada a reducir los

residuos, como en el caso de los cereales enanos. En segundo lugar, la selección genética basada en las características productivas de las fracciones alimenticias del producto tiende a reducir la calidad de los residuos agrícolas (Lenné, Fernández-Rivera y Bümmel, 2003). Por último, la producción animal intensiva requiere piensos de alta calidad que no pueden obtenerse a partir de residuos. Asimismo, cabe señalar que los residuos de cultivos han cobrado una importancia creciente como fuente de energía y en la producción de muebles.

Otros cultivos forrajeros

Después de los cereales, la segunda gran categoría de cultivos forrajeros está formada por raíces y hortalizas. En el año 2001 se destinaron a la alimentación animal alrededor de 45 millones de toneladas de estos cultivos, en particular yuca,

papa, batata, col y plátano. Además se usaron en la alimentación animal alrededor de 17 millones de toneladas de leguminosas (principalmente frijoles y guisantes), que en algunos países como Italia, Francia y Holanda representaron un porcentaje significativo de la ingesta de proteínas. Se estima que la superficie destinada a cultivos forrajeros de leguminosas, raíces y hortalizas se acerca a los 22 millones de hectáreas. Las semillas oleaginosas también pueden utilizarse directamente en la alimentación animal, si bien en su gran mayoría se someten a procesos de elaboración aprovechándose como pienso sólo los subproductos. La demanda de semillas oleaginosas para piensos ascendió a cerca de 14 millones de toneladas en el año 2001, lo que equivale a una superficie cultivada de 6,4 millones de hectáreas. Las semillas oleaginosas usadas con mayor frecuencia son la soja, las semillas de algodón, las semillas de colza y las semillas de girasol.

2.3.3 Subproductos agroindustriales

El desarrollo de cadenas alimentarias cada vez más sofisticadas ha generado un crecimiento de la agroindustria que aumenta la disponibilidad de subproductos con un alto potencial de uso en la alimentación animal. Una parte creciente de los productos para la alimentación humana se somete a procesos de elaboración y el número de etapas de dichos procesos, así como el de establecimientos agroindustriales, está aumentando. Este crecimiento conlleva un aumento en la oferta de subproductos de alta calidad que, una vez transformados en piensos, resultan muy rentables.

Soja

La demanda de piensos impulsa la producción

La harina de soja, un subproducto de la industria del aceite de soja, constituye un buen ejemplo al respecto. En el proceso de extracción de aceite, las semillas de soja producen entre un 18 y un 19 por ciento de aceite y de un 73 a un 74 por ciento de harina de soja (Schnittker, 1997); el resto es desperdicio. Solo una pequeña proporción de los granos cosechados se suministra directamente

a los animales (alrededor del 3 por ciento del total). Sin embargo, más del 97 por ciento de la producción mundial de harina de soja se destina a la elaboración de piensos para la alimentación de las especies monogástricas, en especial de las aves de corral y, en menor medida, de los cerdos. El Gráfico 2.8 muestra el alto porcentaje de soja elaborada por la industria aceitera, así como la relación estable entre el grano elaborado y la torta producida durante las últimas cuatro décadas. En este mismo período la demanda mundial de harina de soja se ha disparado llegando a alcanzar los 130 millones de toneladas en el año 2002 (véase el Gráfico 2.8). Esta cifra supera ampliamente la segunda producción más grande de tortas oleaginosas, elaborada a partir de semillas de mostaza y colza, con una producción de 20,4 millones de toneladas en el año 2002.

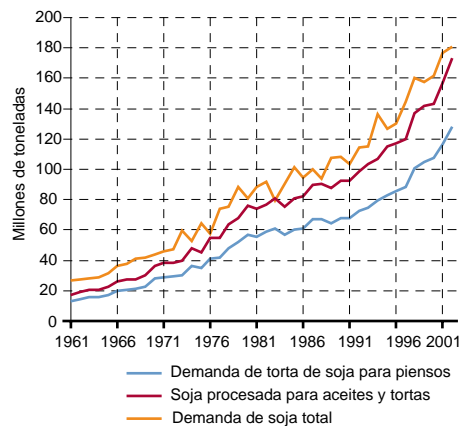
El crecimiento del empleo de harina de soja para la elaboración de piensos despegó a mediados de los años setenta y se aceleró en los inicios de los noventa, en respuesta al rápido crecimiento de la demanda en los países en desarrollo. Sin embargo el uso de harina de soja por persona es mucho más alto en los países desarrollados: 50 kg per cápita, frente a los 9 kg de los países en desarrollo. A lo largo de las últimas cuatro décadas la demanda de harina de soja se ha incrementado más rápido que la producción total de carne, lo que significa un incremento neto en el uso de harina de soja por unidad de carne producida. Esto es cierto tanto para rumiantes como para especies monogástricas. Una parte del incremento del uso de la harina de soja en la alimentación animal es consecuencia del creciente aumento de la demanda de harina de pescado en un sector de rápida expansión como la acuicultura, el cual, con un consumo más bien inflexible de harina de pescado, obligó al sector pecuario a buscar sustitutos del componente proteico de los piensos. La acuicultura depende de la harina de pescado (y aceite de pescado) en mayor medida que los animales terrestres. El porcentaje de harina de pescado usada en la acuicultura creció de un 8 por ciento en el año 1988 a un 35 por ciento en el

año 2000 (Delgado *et al.*, 2003) y a un 45 por ciento en 2005 (Banco Mundial, 2005a). Estos incrementos se registraron a pesar de los esfuerzos para reducir el porcentaje de estas materias primas en la composición de los piensos para peces. La prohibición del uso de despojos animales en la alimentación animal con el fin de reducir el riesgo de la encefalopatía espongiforme bovina o enfermedad de las vacas locas (EEB) fue otro factor que contribuyó a impulsar la producción de proteína vegetal como materia prima para la elaboración de piensos (véase la Subsección 2.3.4).

La producción mundial de soja se triplicó entre 1984 y 2004. La mitad de este incremento tuvo lugar en los últimos cinco años. La producción tiene una alta concentración geográfica y el 97 por ciento de la producción mundial proviene de sólo ocho países. Los tres principales productores (Argentina, Brasil y Estados Unidos de América) dan cuenta del 39 por ciento, 26 por ciento y 17 por ciento, respectivamente. Estos tres países alcanzaron también el más alto crecimiento absoluto de la producción durante las últimas cuatro décadas.

El Mapa 9 (Anexo 1) muestra las áreas destinadas al cultivo de soja para la producción de aceite y harina. La fuerte concentración geográfica es claramente visible. La elaboración y la comercialización de la soja tienen un alto nivel de concentración geográfica, especialización, integración vertical y economías de escala. Para los pequeños productores, especialmente en los países en desarrollo, es extremadamente difícil competir, debido a los requisitos de un mercado internacional altamente eficiente y en rápida expansión. Sin embargo, recientemente nuevos países han comenzado a producir semilla de soja para la exportación, llegando a alcanzar un importante crecimiento de la producción durante el período comprendido entre 1999 y 2004. Estos países pertenecen a América Latina, (Bolivia, Ecuador y Uruguay), al antiguo bloque soviético (República Checa, Kirguistán, la Federación de Rusia y Ucrania) y a África (Uganda). Entre los mayores productores, los Estados Unidos de América han obtenido el rendimiento medio más alto: 2,6 toneladas por hectárea.

Gráfico 2.8 Tendencias mundiales en la demanda de soja y torta de soja (1961–2002)



Fuente: FAO (2006b).

Algunos de los productores más pequeños también han conseguido buenos resultados. El rendimiento medio en la Argentina y el Brasil se acerca a 2,4t/ha, mientras que en China es solamente de 1,65t/ha. La India presenta rendimientos mucho menores con una media de 0,90t/ha (Schnittker, 1997). Durante la última década, se ha registrado un sustancial incremento del rendimiento, si bien la mayor parte del extraordinario crecimiento de la oferta fue resultado de la expansión de la superficie cultivada (véase el Gráfico 2.2). Aunque inicialmente la industria del aceite de soja fue la principal impulsora de la producción de soja, actualmente la expansión obedece fundamentalmente al abastecimiento de la demanda de piensos. De hecho, en los últimos años casi las dos terceras partes de la producción de soja se destinaron a la producción de harina y el tercio restante fue a la industria aceitera. Esta situación ha experimentado un ulterior desarrollo durante los últimos 30 o 40 años, a medida que la demanda de proteínas para la alimentación de animales terrestres y acuáticos se iba incrementando rápidamente y la producción de aceite a partir de otros vegetales como la palma aceitera,

la nabina, y el girasol debilitaron la demanda de aceite de soja (Schnittker, 1997). Estos datos quedan confirmados por el análisis de la composición de la ración del pienso (gráficos 2.6 y 2.7) según el cual la torta de soja es la principal fuente de proteínas en todos los países analizados. La contribución de otras fuentes de proteínas de origen vegetal producidas localmente como el guisante y otras tortas oleaginosas es generalmente limitada. El creciente incremento de la demanda de semillas oleaginosas para la producción de biocombustibles podría invertir estas tendencias (véase la Subsección 2.3.4).

Otros subproductos agroindustriales

Otros subproductos industriales se comercializan en menor medida y su uso se limita a sus regiones de origen. Se usan frecuentemente en caso de sequía o durante períodos de escasez de pastos o residuos de cultivos (Rihani, 2005). En África del Norte, su contribución a la alimentación de pequeños rumiantes se sitúa entre un 10 por ciento en años con buenas condiciones climáticas y un 23 por ciento en años con sequías, cuando disminuye el suministro de pastos y residuos de cultivos (Rihani, 2005). En esta región los subproductos industriales usados como piensos incluyen los desechos de cervecería, cítricos, tomate y pulpa de dátiles, tortas de oliva, y melaza y pulpa de remolacha dulce. En el Japón el 30 por ciento de los subproductos agroindustriales se reciclan como pienso una vez deshidratados (Kawashima, 2006).

En contraste, los residuos alimenticios originados durante la comercialización o provenientes del sector minorista se reciclan como pienso en un porcentaje mucho menor (del 5 al 9 por ciento, dependiendo de la fuente) debido a la fuerte variación de su contenido y calidad y a los elevados costos de recolección derivados de su dispersión geográfica. La inocuidad de estos residuos resulta además muy cuestionable.

Residuos domésticos

El uso de residuos domésticos en la alimentación animal es predominante entre las familias rurales de los países en desarrollo, mientras que en los países de la OCDE su uso es muy esporádico. En los centros urbanos es frecuente la recolección de los residuos provenientes de las industrias de alimentos. Los residuos domésticos de los hogares han sido tradicionalmente una fuente de alimento animal muy importante, sobre todo en la producción de leche y de monogástricos a pequeña escala. De hecho, esta manera de reciclar los residuos domésticos explica la estrecha correlación espacial entre las poblaciones humanas y las de cerdos y aves de corral antes de la era industrial y durante las primeras fases de la industrialización. Sin embargo, las exigencias ambientales y de salud pública suelen poner fin a este tipo de producción de corral y traspatio en áreas urbanas y periurbanas, que deja de ser prioritaria cuando las áreas rurales poseen conexiones con los centros urbanos lo suficientemente adecuadas como para abastecerlos de manera suficiente y fiable.

Cuadro 2.8

Suministro y reciclaje de subproductos alimentarios en el Japón

	Suministro de subproductos anual	Porcentaje reciclado como pienso	Porcentaje reciclado de otras maneras
	<i>(miles de toneladas)</i>	<i>(%)</i>	<i>(%)</i>
Industria manufacturera de alimentos	4 870	30	48
Mayoristas/ minoristas de alimentos	3 360	9	26
Industria de los servicios alimentarios	3 120	5	14
Total	11 350	17	32

Fuente: Kawashima (2006).

2.3.4 Tendencias para el futuro

Incremento de la demanda de piensos

Se estima que la superficie terrestre libre de agua destinada en la actualidad a la producción de piensos es de aproximadamente un 30 por ciento. Según los datos estadísticos a disposición, la superficie de pastos asciende globalmente a 34,8 millones de km², es decir, el 26 por ciento de la superficie terrestre, y estimamos que hoy en día se destinan a la producción de piensos unos 4,7 millones de km² de tierras de cultivo, lo que equivale al 4 por ciento de la superficie terrestre o el 33 por ciento de la tierra cultivable. Esta última estimación no incluye residuos de cosechas pero sí la mayor parte de los subproductos agroindustriales (véase la nota metodológica en el Anexo 3). En términos comparativos, los porcentajes de la producción total de carne proveniente de sistemas de pastoreo, mixtos e intensivos sin tierra se estiman en un 8, un 46 y un 45 por ciento, respectivamente (véase la Sección 2.4). La yuxtaposición de estas cifras da una idea del fuerte gradiente de intensidad con que el sector pecuario hace uso de la tierra.

Las proyecciones indican un crecimiento de la producción pecuaria y un consiguiente aumento de la demanda de piensos. La FAQ2003a) estima que la demanda de cereales para piensos tendrá un incremento aproximado de 1 000 millones de toneladas en el período de 1997/99 a 2030, con tasas de crecimiento de un 1,9 por ciento anual entre 1997/99 y 2015 y de un 1,6 por ciento anual posteriormente. La mayor parte de este crecimiento será impulsado por los países en desarrollo, donde se prevé que el uso de piensos concentrados crezca a un ritmo más rápido que la producción de carne. Se estima que la fabricación de piensos seguirá siendo la mayor fuerza catalizadora de la economía de los cereales a escala mundial, con un crecimiento en el porcentaje de la demanda agregada. Se prevé un incremento del uso del maíz como pienso de 625 a 964 millones de toneladas durante el período 2002-2030, registrándose las mayores tasas de crecimiento en los países en desarrollo (265 millones de toneladas),

en particular en Asia sudoriental (133 millones de toneladas), en América Latina (56 millones de toneladas) y, en menor medida, en el África subsahariana (33 millones de toneladas). Se prevé que las tasas estimadas de crecimiento de los cultivos forrajeros sean más altas que las registradas en los últimos 15 años. La proyección del incremento de la demanda de cereales para la elaboración de piensos es el resultado de una serie de tendencias que interactúan entre sí.

En primer lugar, la recuperación de la recesión económica en curso en las economías en transición será sostenida e implicará una demanda creciente de productos de origen animal. Esto a su vez estimulará la producción y conllevará un aumento de la demanda de piensos, que alcanzarán unos niveles al menos similares a los observados a principios de la década de 1990. Se prevé también un incremento de la demanda de cereales para piensos en la UE, en respuesta a la disminución de los precios en el marco del proceso de reforma de la política agrícola común. Las reformas propuestas en 1992 e implementadas en 1994 (reforma Ray MacSharry), que redujeron en un 30 por ciento el precio de referencia de los cereales, fueron introducidas progresivamente a lo largo de tres años. En marzo de 1999, en el marco de la Agenda 2000, se acordó una reducción adicional de los precios garantizados para los cereales. Simultáneamente, se prevé que los factores que ocasionan reducciones en la demanda se debiliten; en particular se registrará una reducción del incremento de la eficiencia alimenticia.

En las últimas décadas, se ha asistido a un desplazamiento hacia especies monogástricas, especialmente aves de corral, las cuales tienen un índice de conversión de piensos más alto que los rumiantes (generalmente, 2 a 4 contra 7 kg de cereales por kilogramo de carne) (Rosegrant, Leach y Gerpucio, 1999). Los incrementos adicionales en el índice de conversión de piensos, producidos gracias al uso de métodos de mejoramiento genético y de alimentación avanzados (alimentación por fases múltiples), han contribuido a hacer frente a la subida vertiginosa de la

demanda de piensos. No obstante, se prevé que el cambio hacia especies monogástricas continúe a un ritmo más lento que el de los últimos 20 años (FAO,2003a) y el espacio para ulteriores mejoramientos de los sistemas de alimentación y de cría parece ser limitado.

La función que desempeñará la acuicultura en este proceso es incierta. Productos de la pesca alimentados con piensos similares a los utilizados en la alimentación del ganado, tales como la tilapia, podrían ir sustituyendo progresivamente a los productos pecuarios. Debido a su índice de conversión de piensos considerablemente mejor que los del ganado⁵ (típicamente 1,6 a 1,8 para la tilapia), la acuicultura podría desempeñar la función que tuvieron las aves de corral en el pasado, con la consiguiente depresión de la demanda de cereales para la elaboración de piensos. Aunque es posible, un viraje significativo hacia los productos pesqueros requeriría la organización de cadenas productivas y cambios en las preferencias de los consumidores, por lo que podría darse únicamente en un período de tiempo bastante largo.

Si bien a un ritmo más lento, el número de animales en pastoreo también aumentará, por lo que se necesitará una mayor disponibilidad de forraje. Tilman *et al.* (2001) calculan un incremento neto del área de pastos de 2 millones de km² para 2020 y de 5,4 millones de km² para 2050. Aunque se acepta que la expansión de los pastizales tendrá lugar probablemente en América Latina y, en menor medida, en el África subsahariana, los autores del presente estudio consideran que estas cifras podrían estar sobreestimadas.

El potencial y la producción real de las plantas forrajeras presenta variaciones sustanciales en las diferentes regiones del mundo, de la misma manera que son diversos los contextos ecológicos, económicos, técnicos y políticos. La cuestión

de cómo la oferta de piensos puede satisfacer la floreciente demanda del sector pecuario es de una relevancia que trasciende los límites nacionales. A continuación, se tratarán pormenorizadamente algunos aspectos relacionados con esta problemática.

Pastizales: entre la espada y la pared

En una exploración de las opciones para la expansión de los pastizales, Asner *et al.* (2004) sugieren que la expansión de los sistemas de pastoreo hacia las áreas marginales ha alcanzado, en mayor o menor medida, los límites impuestos por factores relacionados con el clima y el suelo. En consecuencia, cualquier aumento significativo de la superficie de pastos podría producirse únicamente en áreas con un alto potencial agroecológico.

Para examinar cuáles son los cambios en el uso de la tierra que podrían derivarse de la expansión de la superficie de los pastos, se ha identificado el uso dominante en tierras con un alto índice de aptitud para pastos que, sin embargo, tienen en la actualidad otros usos (Mapa 10, Anexo 1). A nivel mundial, la mayor parte de estas áreas corresponden a las tierras de bosques (cerca del 70 por ciento). El porcentaje es mayor en el África subsahariana (88 por ciento) y en América Latina (87 por ciento). La tierra de cultivo es el tipo de tierra actualmente más extendido en Asia occidental y meridional, África del Norte y Europa oriental. La urbanización tiene relevancia sólo a nivel local, excepto en Europa occidental, donde las áreas urbanas ocupan el 11 por ciento de las tierras susceptibles de convertirse en pastizales.

Según estos datos, la expansión de las tierras de pastos en áreas con alto potencial agroecológico sólo puede producirse a expensas de las tierras de cultivo, lo que es muy poco probable, o mediante la conversión de bosques en pastos, como está aconteciendo actualmente en los trópicos húmedos.

En realidad, lo más probable es que los pastos continúen cediendo superficie a las tierras de cultivo. Esta tendencia se observa ya en varias regiones, en particular en Asia y el África subsahariana, y obedece al aumento de la demanda de cereales.

⁵ Generalmente los peces son animales de sangre fría, usan menos energía para ejecutar sus funciones vitales y no necesitan una estructura ósea pesada ni energía para moverse en la tierra. El catabolismo y la reproducción de los peces es también más eficiente.

Ganado vacuno mixto pastando en una finca de Obala (Camerún, 1969)

Para su expansión, las áreas urbanizadas también harán uso de las tierras de pastos, sobre todo en zonas con alto crecimiento demográfico como el África subsahariana y América Latina. Esta pérdida de superficie a favor de las tierras urbanas y de cultivo tiene repercusiones especialmente graves en los sistemas basados en el pastoreo, ya que la ampliación suele efectuarse a expensas de las tierras más productivas. De esta manera resulta comprometido el acceso a la biomasa durante la estación seca, período durante el cual la tierra menos productiva no puede sostener los rebaños. El resultado de esta situación es con frecuencia el sobrepastoreo, el incremento de la mortalidad durante la sequía y los conflictos entre los pastores y los agricultores.

La superficie de pastos está experimentando un incremento en aquellas regiones de África y América Latina en donde aún existen procesos de colonización en marcha. El ritmo de la expansión de los pastos a expensas de los bosques dependerá principalmente de las políticas a nivel macro y

micro en las áreas afectadas. En los países de la OCDE, la superficie total de pastos se estabilizará o se reducirá a medida que los pastizales se conviertan en tierras de cultivo, áreas urbanas y ecosistemas naturales o áreas de recreación. Puesto que la perspectiva de expansión de las tierras de pastos es limitada, lo más probable es que continúe la intensificación de la producción de pastos en las tierras más adecuadas y se abandonen los pastizales en las áreas marginales (Asner *et al.*, 2004). De hecho se estima que existe un espacio muy significativo para el incremento de la producción de los pastizales por la vía de la mejora de los pastos y de un mejor manejo de los mismos. En las áreas subhúmedas de África, y en particular en África occidental, Sumberg (2003) sugiere que en los suelos fértiles y con buen acceso, los cultivos y el ganado se integrarán, mientras que las áreas más remotas quedarán progresivamente marginadas o incluso abandonadas.

También es posible que el cambio climático altere los sistemas basados en pastizales. El impacto

en los pastos naturales será mayor que en las tierras de cultivo, donde las condiciones de crecimiento se pueden manejar con mayor facilidad, por ejemplo, a través de la irrigación o de la protección contra los vientos. Se prevé que el impacto será drástico en las tierras secas. Los resultados de un estudio de caso realizado en Malí por Butt *et al.* (2004) indican que el cambio climático podría reducir los rendimientos del forraje entre un 16 y un 25 por ciento para 2030, mientras que el rendimiento de los cultivos resultaría menos afectado, con una reducción máxima para el sorgo de entre el 9 y el 17 por ciento. En contraste, se espera que los pastos localizados en las zonas frías se beneficien con el aumento de la temperatura (FAO, 2006c). En los países en transición existe una oportunidad para la expansión de las tierras de pastos porque extensas superficies de pastizales que fueron abandonadas estarían disponibles para una nueva colonización a unos costos ambientales relativamente limitados.

Tierras de cultivo

La perspectiva de los rendimientos y la expansión de la tierra amenazados por la degradación y el cambio climático

Para obtener una mayor producción de piensos será necesario incrementar la productividad, aumentar la superficie cultivada o bien una combinación de ambas medidas. Hay un amplio consenso en cuanto a que el potencial para un aumento adicional de los rendimientos de los cereales y las semillas oleaginosas es generalmente grande, si bien en algunas zonas como, por ejemplo, la cuenca del Ganges, los rendimientos podrían haber alcanzado su nivel máximo (Pingali y Heisey, 1999; FAO, 2003a). En el caso de los cereales principales, el tope de rendimiento del maíz se podrá incrementar con mayor facilidad gracias a la transferencia tecnológica desde los países industrializados. Pingali y Heisey (1999) consideran que esta transferencia tiene mayores probabilidades de darse en China y otros países asiáticos, donde la elevada demanda de maíz para su uso como piensos aumentará la rentabilidad

del cultivo y donde el sector está en condiciones de asumir las inversiones necesarias. En contraste, el incremento en la producción de soja podría ser más lento (Purdue University, 2006). Asimismo, hay un potencial remanente para la ampliación de la tierra de cultivos. Se estima que en la actualidad las tierras cultivables y las tierras en cultivo permanente representan algo más de un tercio de la tierra apta para la producción de cultivos (FAO, 2003a), por lo que se prevé que la expansión de la tierra continuará contribuyendo al crecimiento de la producción agrícola primaria.

Las perspectivas varían considerablemente de una región a otra. La posibilidad de expansión de las tierras de cultivo de cereales y soja es limitada en Asia meridional y sudoriental (Pingali y Heisey, 1999), mientras que es más prometedora en otros continentes, en especial en América Latina y África. La contribución de la tierra cultivable a la expansión de la producción de cultivos durante el período 1997/1999-2030 se estima en un 33 por ciento en América Latina y el Caribe, un 27 por ciento en el África subsahariana, un 6 por ciento en Asia meridional y un 5 por ciento en Asia oriental (FAO, 2003a). Estas cifras reflejan la extensión de las superficies con alto potencial para la producción de cereales (Mapa 11, Anexo 1), y la producción de soja (Mapa 12, Anexo 1).

Dos cuestiones importantes amenazan este panorama global positivo. La primera de ellas es la degradación de las tierras asociada a la intensificación y a la expansión de la producción de cultivos, junto con sus consecuencias en términos de daños ecológicos y disminución de la productividad. Últimamente se observa una tendencia a la baja en la productividad en Asia meridional que puede estar directamente asociada con las consecuencias de la intensificación de los cultivos, entre las que cabe destacar el aumento de la salinidad, el anegamiento, la disminución de la fertilidad del suelo, el incremento en la toxicidad del suelo y el aumento de las plagas (Pingali y Heisey, 1999). La expansión de las tierras de cultivo a expensas de los ecosistemas naturales también tiene dramáticas repercusiones ecológicas, que comprenden la

pérdida de la biodiversidad y de servicios propios del ecosistema tales como la regulación del agua y el control de la erosión. Los temas relacionados con la degradación de la tierra asociados con la agricultura intensiva serán analizados con mayor profundidad en la Sección 2.5.

La segunda cuestión importante es que, aunque parece haber un potencial de producción suficiente a nivel global, existen sin embargo variaciones locales considerables. Debido a la escasez de tierras y a la pobre aptitud de las tierras para los cultivos, es probable que a nivel local se produzca una insuficiencia de tierras (FAO, 2003a). El impacto del cambio climático también tendrá variaciones regionales notables. El cambio climático alterará los rendimientos de los recursos vegetales para la producción pecuaria debido principalmente a los cambios en la temperatura, las precipitaciones, la concentración de CO₂, las radiaciones ultravioleta y la distribución de las plagas. Asimismo, podrían presentarse efectos indirectos debido a la alteración de las propiedades químicas y biológicas del suelo. Algunos de estos cambios podrían producir daños, como la reducción de los rendimientos en muchas áreas, mientras que otros podrían ser beneficiosos, como el "efecto fertilizante" de las elevadas concentraciones de CO₂. La literatura tiende a admitir que podría presentarse una reducción neta de los rendimientos agregados a nivel mundial. Sin embargo, entre las regiones en las que el cambio climático podría traer como consecuencia un aumento en los rendimientos, suelen citarse América del Norte, América del Sur, Europa occidental y Oceanía (Parry *et al.*, 2004).

Competencias y complementariedades en la búsqueda de biomasa forrajera

El sector pecuario no es el único que utiliza los cultivos, los desechos de cultivos y los subproductos. Otros sectores como los cultivos para la alimentación humana, la acuicultura, la producción forestal y la energía también hacen uso de estos recursos y, por tanto, compiten indirectamente con el ganado por el uso de los recursos de la tierra. Se considera que la competencia directa entre

la demanda de cereales para la alimentación humana y la alimentación animal es en promedio baja. La elasticidad de la demanda de cereales y semillas oleaginosas para el ganado es mucho más alta que la elasticidad de la demanda para los humanos. Así, cuando hay un aumento en el precio de los cultivos, la demanda de carne, leche y huevos tiende a disminuir rápidamente liberando una mayor cantidad de cereales para el consumo humano. Puede argumentarse, por tanto, que el uso de cereales en la alimentación animal representa una forma de amortiguamiento, que actúa para proteger la demanda de alimentos de las fluctuaciones en la producción (Speedy, 2003). Este efecto de amortiguamiento también se produce, a menor escala, por ejemplo con el engorde de ovejas en el Sahel. En un buen año, los excedentes de cereales se usan para el engorde de ovejas domésticas, mientras que en un mal año, los cereales se destinan exclusivamente al consumo humano. Sin embargo, el poder disponer de cereales para la alimentación de animales en años buenos induce a los agricultores a cultivar más de lo estrictamente necesario, asegurando así la seguridad alimentaria en un año de escasez.

Las proyecciones de la FAO sugieren que, a pesar de los contrastes en las tendencias regionales, es probable que se produzca a escala mundial un aumento del porcentaje de los cereales destinados a la alimentación animal para el año 2030, con un crecimiento de la producción de cereales situado entre 1 800 y 2 600 millones de toneladas de cereales en el período 1999/2001-2030. Un porcentaje creciente de los cereales para piensos se destinará a la industria de la acuicultura, de la que se espera un crecimiento del 4 al 6 por ciento anual hasta el año 2015 y del 2 al 4 por ciento anual durante los siguientes 15 años (FAO, 1997).

En efecto, con un mayor índice de conversión de piensos que las otras especies, la acuicultura se convertirá en un importante competidor de los monogástricos en regiones como Asia sudoriental y el África subsahariana.

El sector energético es otro competidor importante. Con el paulatino agotamiento de los recur-

energéticos fósiles y los crecientes esfuerzos para mitigar el cambio climático, las fuentes de energía verdes basadas en biomasa vegetal están cobrando impulso. Actualmente el 40 por ciento del combustible que se comercializa en el Brasil deriva del etanol obtenido de la caña de azúcar. A nivel mundial, la producción de combustible de etanol experimentó un incremento de 20 mil millones de litros en el año 2000 a 40 mil millones de litros en 2005, y se espera que alcance los 65 mil millones de litros en 2010 (Berg, 2004.). En 2005, en la Unión Europea la superficie total de la producción cultivos con destino a los biocombustibles se situó en torno a los 1,8 millones de hectáreas (UE, 2006). El rendimiento medio del etanol varía entre 3 000 litros/ha (basado en el maíz) y 7 000 litros/ha (remolacha) (Berg, 2004). A mediano y largo plazo este uso de la tierra competirá con la producción de piensos. Se prevé que una "segunda generación" de biocombustibles se obtendrá a partir de recursos de biomasa diferentes, produciéndose un cambio hacia la fermentación de materiales lignocelulósicos. Si esta perspectiva se materializa, el sector de los biocombustibles tendrá que acceder a más biomasa y se convertirá en un fuerte competidor de la producción ganadera basada en pastos.

Asimismo, existen complementariedades, algunas de ellas muy bien conocidas, como las que se establecen entre la producción para la alimentación humana y animal a nivel de los residuos de cultivos y los subproductos industriales. Un buen ejemplo es el de la harina de semillas de oleaginosas. La expansión adicional de los subproductos agroindustriales y de los recursos forrajeros no convencionales podría representar un importante potencial para el incremento de la producción de piensos a partir de la producción de cultivos primaria.

En contraste, los desechos de los alimentos raramente se reciclan como pienso. El Japón, país con un bajo nivel de autosuficiencia de piensos (24 por ciento), está explorando mecanismos para aumentar el reciclaje de desechos en piensos. Además de reducir la importación de piensos, la

meta es reducir los impactos ambientales asociados a la incineración y a los rellenos sanitarios. Kawashima (2006) propone una serie de opciones técnicas para el saneamiento y homogenización de los desechos de los alimentos basadas en la deshidratación, el tratamiento térmico y el ensilaje.

En varios contextos, los desechos de los alimentos y los subproductos agroindustriales podrían contribuir sustancialmente al abastecimiento de piensos y, por la misma razón, podrían disminuir la presión ejercida sobre la tierra. Además, un reciclaje más eficiente contribuiría a una mayor autosuficiencia en el abastecimiento de piensos, así como a incrementar la productividad animal mejorando el suplemento dietético. También resulta de interés ecológico el hecho de reciclar los nutrientes y la energía acumulados en los desechos de los alimentos y los subproductos en vez de deshacerse de ellos de forma perjudicial para el medio ambiente. No obstante, el potencial de estas prácticas resulta limitado por cuestiones éticas y relacionadas con la inocuidad de los alimentos, las cuales tendrán que afrontarse de manera más adecuada.

Incidencia de la inocuidad de los alimentos y las preferencias de los consumidores en las necesidades de pienso

Los temores desencadenados por la encefalopatía espongiiforme bovina (EEB) han mostrado las consecuencias dramáticas de una enfermedad provocada por un reciclaje mal entendido de subproductos agroindustriales (en este caso, harina de carne y huesos) como piensos. El tema y su seguimiento mediático también han llamado la atención del público en general acerca de las nuevas prácticas de alimentación del ganado. Este y otros eventos similares, como la contaminación de pollo asadero con dioxinas en algunos países de la UE, han originado una amplia desconfianza de los consumidores hacia el sector pecuario industrial. De conformidad con el principio de cautela (ONU, 1992), la UE prohibió el uso de harinas de carne y huesos en la alimentación de todos los animales de granja a partir del primero de enero del año 2001.

La adopción del principio de cautela con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos de origen animal puede haber tenido un impacto significativo en el abastecimiento de piensos. La prohibición de la harina de carne y de huesos de la UE es un drástico ejemplo. Antes de la prohibición, la cantidad de harina de carne y huesos que se consumía en la UE se situaba en torno a los 2,5 millones de toneladas al año. En términos de equivalencia proteica, esta cantidad es equivalente a 2,9 millones de toneladas de harina de soja o 3,7 millones de toneladas de soja (USDA/FAS, 2000). Principalmente debido a la prohibición, las importaciones de harina de soja se incrementaron en casi 3 millones de toneladas entre 2001 y 2003, un 50 por ciento por encima de las importaciones realizadas en los tres años anteriores a este período. La expansión de la soja y su transporte genera impactos ambientales relacionados con la erosión de la biodiversidad, la contaminación y la emisión de gases de efecto invernadero (véase el Capítulo 3). Aunque la harina de soja es el principal beneficiario de la prohibición de la harina de carne y de huesos, existen otros sustitutos potenciales como el gluten de maíz, el guisante forrajero, la harina de colza y la torta de semillas de girasol. Este ejemplo proyecta una perspectiva dramática sobre los objetivos contrastantes de la producción pecuaria.

Probablemente, la necesidad de afrontar este contraste se agudizará y las decisiones de política en la materia serán críticas para la sostenibilidad social y ambiental del sector. Otro factor que afecta al sector de la producción de piensos y, en particular, al mercado de la soja es la preocupación de los consumidores por los organismos modificados genéticamente (OMG). En respuesta a estas preocupaciones, la UE ha exigido que los productos que contengan OMG sean etiquetados de manera que los consumidores puedan identificarlos. Además la UE ha propuesto que la soja transgénica sea separada de las otras variedades, de manera que quienes la compran para la alimentación animal o como ingrediente puedan elegir. Si esta tendencia se mantiene, tendrá repercusiones en

la competitividad relativa de los productores, así como en las prácticas de producción. En términos más generales, el uso o la prohibición de OMG en los piensos para animales tendrá un impacto en las especies de cultivo utilizadas, las prácticas de producción, la competitividad de los pequeños productores, los rendimientos y la futura distribución geográfica de las zonas de producción.

2.4 Sistemas de producción: los determinantes de la localización económica

Los sistemas de producción y de elaboración se moldean por las necesidades de poner en relación la demanda con los recursos (piensos, mano de obra, agua, etc.) sobre la base del capital y de las tecnologías disponibles. Esto ha dado como resultado las diversas tendencias geográficas actuales de los sistemas de producción pecuaria. La pauta ha cambiado con el tiempo, adaptándose a dinámicas de la población humana tales como el crecimiento demográfico y los desplazamientos de la población, a cambios técnicos como la domesticación, los sistemas de cultivo o el transporte, y a preferencias culturales

El proceso de cambio geográfico está aún en curso, quizá incluso a un ritmo más acelerado, como resultado de la rápida evolución impulsada por la demanda, la escasez de recursos, la tecnología y el comercio mundial (véase el Capítulo 1). Los principales cambios en la demanda de productos animales, los cuales se analizaron con detenimiento en la Sección 2.2 *supra*, tuvieron como resultado una redistribución geográfica de la demanda, con los centros urbanos de las economías en rápido crecimiento que emergen como centros de consumo.

La disponibilidad de recursos, principalmente agua y tierra, influye sobre los costos de la producción pecuaria. En las secciones anteriores se ha señalado que en diversas regiones del mundo hay una creciente competencia por la tierra y limitadas opciones para expandir la base de piensos, mientras que en otras regiones todavía hay potencial para su expansión. En esta sección, se

examinará en primer lugar la actual distribución geográfica de la producción pecuaria y de sus sistemas de producción teniendo en cuenta los desarrollos históricos del sector. Posteriormente, se analizarán las actuales tendencias espaciales de los sistemas de producción basados en la tierra y de los sistemas de producción sin tierra.

2.4.1 Tendencias históricas y pautas de distribución

Históricamente, el transporte y las infraestructuras para la comunicación no tenían los niveles de desarrollo actuales. No había facilidades para el transporte de las mercancías y las tecnologías no se propagaban con rapidez. Como consecuencia, la demanda y los recursos tenían que conectarse localmente, la mayoría de las veces dependiendo del capital disponible y de una combinación de tecnologías. Tradicionalmente la producción animal se ha basado en los recursos para piensos disponibles a nivel local, en particular recursos con un valor muy limitado o sin un valor alternativo, como los pastos naturales y los residuos de cultivos. En un contexto en que el desarrollo de las comunicaciones aún no había alcanzado las dimensiones actuales, las culturas y las religiones no tenían una difusión tan amplia y conservaban su especificidad en zonas limitadas. Este fue un factor determinante de preferencias de consumo y opciones de producción mucho más diversificadas.

Sistemas de producción ganadera

Los entornos, la intensidad y los objetivos de la producción presentan una gran variación entre los países y dentro de ellos. Los sistemas agropecuarios se corresponden con las oportunidades agroecológicas y con la demanda de productos animales. En términos generales, los sistemas se ajustan a los entornos socioculturales y biofísicos dominantes y, tradicionalmente, se han mantenido en equilibrio con estos entornos al no hacer uso de insumos externos.

En muchos de estos sistemas, el ganado está asociado a la producción de cultivos, como en los

sistemas asiáticos de arroz/búfalo o cereal/bovino. El estiércol animal es con frecuencia esencial para el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la función que los animales prestan en el ciclo de nutrientes es a menudo una motivación importante para su cría, especialmente donde hay una transferencia de nutrientes desde recursos de propiedad comunal a tierras privadas. En otros casos, se han desarrollado formas móviles de producción ganadera con el fin de aprovechar la oferta de pastos que están disponibles de manera temporal o sujetos a cambios estacionales en zonas montañosas o semiáridas. Aunque muchos de estos sistemas son el resultado de una larga evolución histórica, actualmente están bajo presión para ajustarse a la rápida evolución de las condiciones socioeconómicas. Durante las últimas décadas, grandes unidades de producción ganadera intensiva, especialmente para la producción de cerdos y aves de corral, han emergido en muchas regiones en desarrollo en respuesta al rápido crecimiento de la demanda de productos de origen animal.

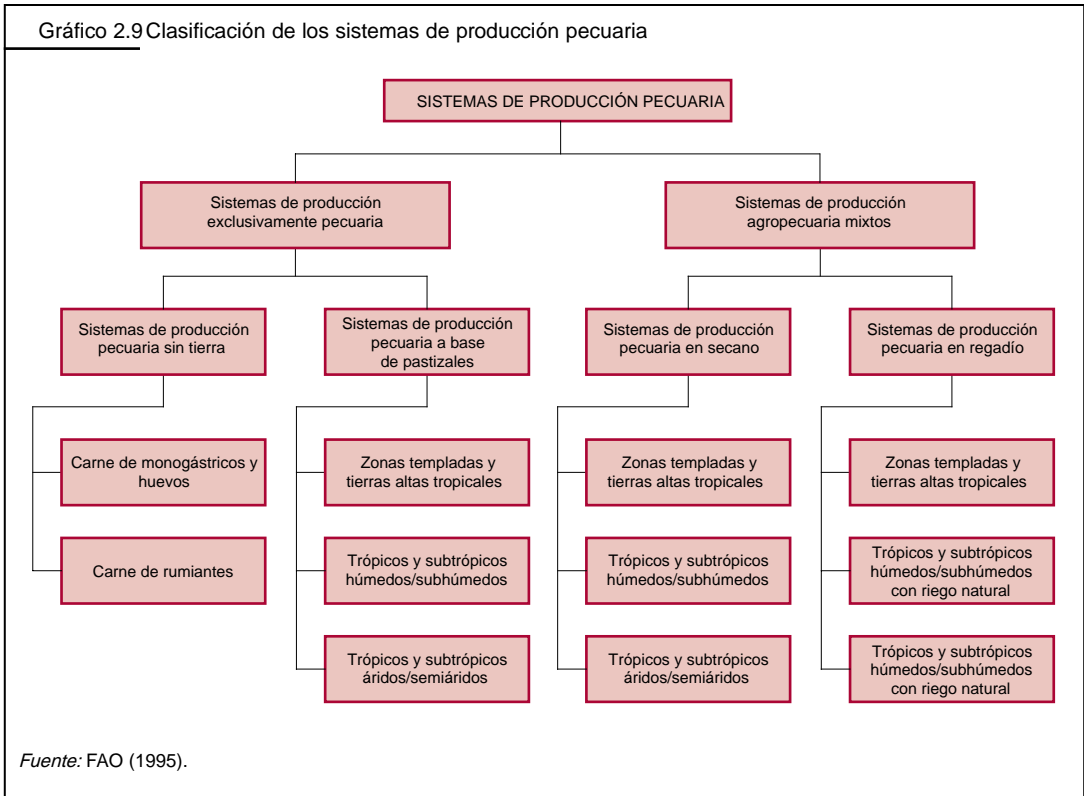
En aras de una mayor claridad en el análisis, resulta útil clasificar la vasta variedad de situaciones individuales en un número limitado de sistemas de producción ganadera diferentes. Idealmente se deben considerar los siguientes criterios:

- ~ grado de integración con cultivos;
- ~ relación con la tierra;
- ~ zona agroecológica;
- ~ intensidad de producción;
- ~ regadío o seco;
- ~ tipo de producto.

La FAO (1995) ha propuesto una clasificación en 11 categorías de los sistemas de producción pecuaria según los diferentes tipos de sistemas de producción agropecuaria, la relación con la tierra y la zona agroecológica (véase el Gráfico 2.9). Pueden identificarse dos grupos principales de sistemas:

- ~ Sistemas basados exclusivamente en la producción de animales, donde más del 90 por ciento de la materia seca que alimenta al ganado

Gráfico 2.9 Clasificación de los sistemas de producción pecuaria



proviene de pastizales, pastos, forrajes anuales y pienso comprado, y menos del 10 por ciento del valor total de la producción proviene de actividades agrícolas no ganaderas.

- ~ Sistemas donde la cría de animales y los cultivos se asocian en sistemas de producción agropecuaria mixtos, en los cuales más del 10 por ciento de la materia seca con que se alimenta el ganado proviene de subproductos de cosechas o rastrojos, o más del 10 por ciento del valor total de la producción proviene de actividades agrícolas no ganaderas.

La clasificación en sistemas de producción exclusivamente pecuaria y sistemas agropecuarios mixtos se puede subdividir a su vez en cuatro amplios grupos. El Mapa 13 (Anexo 1) muestra el predominio relativo de estos cuatro amplios grupos de sistemas de producción ganadera en el mundo (Steinfeld, Wassenaar y Jutzi, 2006), mientras que los cuadros 2.9 y 2.10 muestran el

dominio relativo por lo que se refiere a la población ganadera y a las cifras de producción. Dos de estos amplios grupos pertenecen a los sistemas de producción exclusivamente pecuarios: los sistemas de producción pecuaria sin tierra y los sistemas de producción pecuaria a base de pastizales.

Los *sistemas de producción pecuaria sin tierra* en su mayor parte son sistemas intensivos que adquieren los piensos a otras empresas. Están ubicados principalmente en la parte oriental de América del Norte, en Europa y en Asia oriental y sudoriental. Se definen como los sistemas en que menos del 10 por ciento de la materia seca que sirve para alimentar a los animales se produce en la granja, y en los cuales las tasas poblacionales medias anuales se sitúan por encima de las 10 unidades ganaderas por hectárea (en promedio a nivel de la unidad censal). La categoría de sistemas de producción pecuaria sin tierra definida por

Cuadro 2.9

Población y producción pecuaria en diferentes sistemas de producción a nivel mundial

Parámetro	Sistema de producción pecuaria			
	Pastoreo	Mixto en seco	Mixto en regadío	Industrial/sin tierra
Población (millones de cabezas)				
Ganado bovino y búfalos	406,0	641,0	450,0	29,0
Cabras y ovejas	590,0	632,0	546,0	9,0
Producción (millones de toneladas)				
Carne de vacuno	14,6	29,3	12,9	3,9
Carne de oveja	3,8	4,0	4,0	0,1
Carne de cerdo	0,8	12,5	29,1	52,8
Carne de aves de corral	1,2	8,0	11,7	52,8
Leche	71,5	319,2	203,7	–
Huevos	0,5	5,6	17,1	35,7

Nota: promedios mundiales de 2001 a 2003.

Fuente: cálculos de los autores.

la FAO (1995) se subdivide a su vez en sistemas de monogástricos y de rumiantes. La presencia de sistemas de producción ganadera sin tierra o “industriales” está asociada tanto a los factores de la demanda como a los determinantes de la oferta. Estos sistemas son dominantes en las áreas con alta densidad de población y un elevado poder adquisitivo, en particular en las zonas costeras de Asia meridional, Europa y América del Norte, que además están conectadas con puertos marítimos para la importación de piensos. En contraste, hay zonas con una amplia oferta de piensos, como la región centro-occidental de los Estados Unidos de América y zonas internas del Brasil y la Argentina, donde se han desarrollado sistemas industriales usando los excedentes locales de la producción de piensos. Entre las regiones en desarrollo, Asia oriental y sudoriental ostentan la primacía en la producción de monogástricos. El sur del Brasil es otro epicentro de producción industrial de importancia mundial. Hay también centros de producción industrial de importancia regional, por ejemplo, en Chile, Colombia, México y la República Bolivariana de Venezuela, así como, para aves de corral, en el Cercano Oriente, Nigeria y Sudáfrica.

Las tres principales categorías restantes se basan en la tierra y se subdividen a su vez en tres zonas agroecológicas: zonas templadas y tierras altas tropicales, trópicos y subtrópicos húmedos/subhúmedos, y trópicos y subtrópicos áridos/semiáridos.

Los *sistemas de producción pecuaria a base de pastizales (o pastoreo)* son sistemas de producción exclusivamente ganaderos, con frecuencia basados en el pastoreo migratorio, en pastizales estacionales o en pastos de altura. Suelen estar ubicados en las zonas más marginales, que no resultan aptas para los cultivos, bien sea por las bajas temperaturas, las escasas precipitaciones o las condiciones topográficas. Son los sistemas dominantes en zonas áridas y semiáridas. Se definen como sistemas en los que más del 10 por ciento de la materia seca que sirve de alimento para los animales se produce en la granja, y en los cuales las tasas poblacionales medias anuales se sitúan por debajo de 10 unidades ganaderas por hectárea de tierra cultivada. Estos son los sistemas que ocupan una mayor superficie de tierras, estimada actualmente en el 26 por ciento de la superficie total del planeta libre de hielo. Aquí

Cuadro 2.10

Población y producción pecuaria en diferentes sistemas de producción en los países en desarrollo

Parámetro	Sistema de producción pecuaria			
	Pastoreo	Mixto en seco	Mixto en regadío	Industrial/sin tierra
Población (millones de cabezas)				
Ganado bovino y búfalos	342,0	444,0	416,0	1,0
Cabras y ovejas	405,0	500,0	474,0	9,0
Producción (millones de toneladas)				
Carne de vacuno	9,8	11,5	9,4	0,2
Carne de oveja	2,3	2,7	3,4	0,1
Carne de cerdo	0,6	3,2	26,6	26,6
Carne de aves de corral	0,8	3,6	9,7	25,2
Leche	43,8	69,2	130,8	0,0
Huevos	0,4	2,4	15,6	21,6

Fuente: cálculos de los autores.

se incluyen una gran variedad de contextos agroecológicos con niveles de producción de biomasa muy diferentes.

Los otros dos tipos de sistemas basados en la tierra asocian la producción de cultivos y la crianza de ganado. Estos sistemas mixtos se encuentran en ecosistemas con mejores condiciones bioclimáticas.

Los *sistemas de producción pecuaria en seco* son sistemas mixtos en los que más del 90 por ciento del valor de la producción agrícola no ganadera proviene de tierras no irrigadas. La mayoría de los sistemas de producción pecuaria mixtos son de seco y se localizan especialmente en las zonas semiáridas y subhúmedas de los trópicos y de las zonas templadas.

Los *sistemas de producción pecuaria en regadío* son sistemas mixtos que se encuentran en muchos lugares del mundo, pero generalmente con una extensión espacial muy limitada. Las excepciones son el oriente de China y el norte de la India y el Pakistán, donde estos sistemas están presentes en amplias zonas. Se definen como sistemas mixtos en los cuales más del 10 por ciento del valor de la producción no ganadera proviene del uso de tierras en regadío.

Los cuadros 2.9 y 2.10 muestran la distribución de la producción (rumiantes y monogástricos) y la población animal (solamente rumiantes) en los cuatro grupos de sistemas de producción, tanto a nivel mundial como en las regiones en desarrollo. Los 1 500 millones de cabezas de bovinos y búfalos y los 1 700 millones de cabras y ovejas están uniformemente distribuidas entre los sistemas basados en la tierra. Sin embargo, la densidad media es mucho mayor en los sistemas en regadío que en los sistemas de pastoreo, debido a que los primeros tienen una capacidad de carga por unidad de área mucho más elevada.

La producción de especies monogástricas se desplaza hacia sistemas industriales sin tierra, la producción de rumiantes sigue basada en la tierra
Hasta ahora solo una pequeña fracción de la población de rumiantes del mundo se cría en corrales de engorde industriales y usualmente, incluso en estos sistemas de producción intensivos, los corrales se utilizan solo en las últimas fases del ciclo productivo. La mayor parte de la población de grandes y pequeños rumiantes se encuentra en regiones en desarrollo. La productividad de los rumiantes varía considerablemente en cada

sistema pero, en términos generales, la productividad de los sistemas mixtos y de pastoreo en los países en desarrollo es más baja que en los países desarrollados. A nivel mundial, la producción de carne por animal en los sistemas de pastoreo es de 36 kg/cabeza al año, mientras que el promedio para los países en desarrollo es de 29 kg/cabeza al año. Sin embargo, la variación más grande en cuanto a la intensidad de producción se presenta en el sistema mixto de secano, que produce los mayores volúmenes de productos provenientes de rumiantes. A pesar de que las regiones en desarrollo albergan la gran mayoría de los animales de esta categoría, apenas dan cuenta de menos de la mitad de la producción global de la categoría. Así, la productividad media de la carne en estas regiones es de 26 kg/cabeza, comparada con un nivel mundial de 46 kg/cabeza, y su producción de leche corresponde sólo al 22 por ciento de la producción mundial. Si se tiene en cuenta la producción conjunta de las cuatro categorías, las regiones en desarrollo producen la mitad de la carne bovina del total mundial, cerca del 70 por ciento de la carne de cordero y alrededor de un 40 por ciento de la producción de leche.

Las especies monogástricas presentan una situación de fuerte contraste. Actualmente más de la mitad de la producción mundial de carne porcina proviene de los sistemas industriales, porcentaje que asciende a más del 70 por ciento en el caso de las aves de corral. Cerca de la mitad de la producción industrial se origina en los países en desarrollo y, aunque no se dispone de cifras fiables sobre la población, la variación de la productividad entre regiones es probablemente mucho más baja que para el caso de los rumiantes. No obstante, existen grandes diferencias en la producción total entre las diversas regiones en desarrollo. La mayor parte de la producción mundial de huevos y carne de aves de corral y cerdo procedente de los sistemas mixtos en regadío se localiza en las regiones en desarrollo. A pesar de tener una importancia sustancial, la producción en América Latina es sólo una décima parte de la asiática, mientras que la producción es casi

inexistente en África y Asia occidental. En conjunto, los países desarrollados y Asia dan cuenta de más del 95 por ciento de la producción porcina industrial a nivel mundial.

Distribución geográfica de las principales especies de ganado

La distribución de las especies también puede analizarse en función de las zonas agroecológicas (Cuadro 2.11). El fuerte crecimiento de la producción industrial de especies monogástricas que recientemente se ha registrado en los trópicos y subtropicos, ha dado lugar a unos niveles de producción similares a los de las regiones templadas. La situación de la producción de rumiantes es, sin embargo, muy diferente, en parte porque es una producción basada en el medio natural. La producción y la productividad son mucho más altos en los climas más fríos. La producción de pequeños rumiantes en los (sub)trópicos (semi)áridos es una excepción notable, que puede explicarse por el elevado número de cabezas de ganado y la productividad relativamente alta de estas especies, resultado de su adaptabilidad a las condiciones adversas en áreas marginales. La baja productividad relativa del sector lechero en los trópicos más húmedos se relaciona con el fuerte dominio de los sistemas mixtos en estas regiones, donde el uso de animales para la tracción y otros usos como el transporte reviste aún una gran importancia.

De todas las especies de ganado, las aves de corral muestran la pauta de distribución más cercana a las poblaciones humanas (véase el Mapa 16, Anexo 1). Esto puede resultar, en principio, sorprendente ya que las aves de corral se crían principalmente en sistemas intensivos, pero se explica por la amplia difusión de estos sistemas. A nivel mundial, hay un promedio de 3 aves por hectárea de tierra agrícola, con las concentraciones más altas en Europa occidental (7,5 aves/ha), Asia oriental y sudoriental (4,4 aves/ha) y América del Norte (4,3 aves/ha). En China la media es de 6,9 aves por hectárea de tierra agrícola. En relación con la población humana, la tasa aves de corral/persona más alta se registra en

Cuadro 2.11

Población y producción pecuaria en diferentes zonas agroecológicas

Parámetro	Zonas agroecológicas		
	Trópicos y subtrópicos áridos y semiáridos	Trópicos y subtrópicos húmedos y subhúmedos	Zonas templadas y tierras altas tropicales
Población (millones de cabezas)			
Ganado bovino y búfalos	515	603	381
Cabras y ovejas	810	405	552
Producción (millones de toneladas)			
Carne de vacuno	11,7	18,1	27,1
Carne de oveja	4,5	2,3	5,1
Carne de cerdo	4,7	19,4	18,4
Carne de aves de corral	4,2	8,1	8,6
Leche	177,2	73,6	343,5
Huevos	4,65	10,2	8,3

Nota: promedios mundiales de 2001 a 2003.

Fuente: cálculos de los autores.

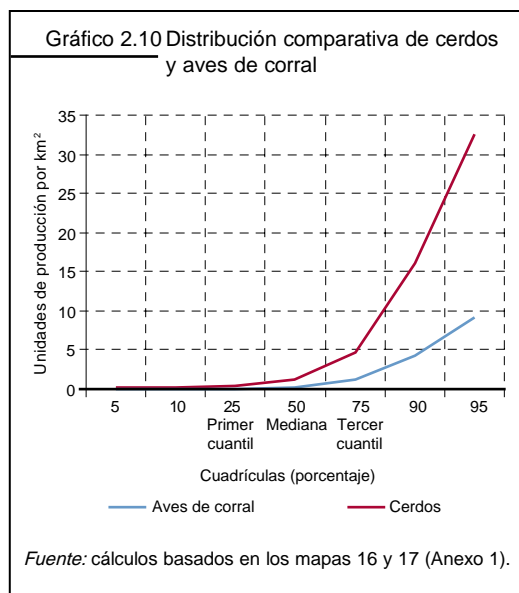
América del Norte (6,7 aves por persona), seguida de América Latina con 4,5 aves por persona. Estas cifras son consistentes con los altos volúmenes de exportación de productos avícolas de estas dos regiones (véase el Cuadro 14, Anexo 2).

Históricamente la distribución de la población de cerdos estuvo más cercana a la población humana. La fuerte concentración de la industria porcina en regiones especializadas ha conducido a intensas concentraciones subnacionales (véase el Mapa 17, Anexo 1). La tendencia a una mayor concentración de cerdos que de aves de corral en áreas con mayores densidades de animales se ilustra en el Gráfico 2.10. Esta tendencia puede ser resultado del alto impacto ambiental de la producción de cerdos. Otra característica destacada de la distribución de la población porcina es su ausencia relativa en tres regiones (Asia occidental y África del Norte, África subsahariana y Asia meridional) por razones culturales (véase el Cuadro 7, Anexo 2). Por otro lado, las densidades más altas de cerdos en relación con la tierra agrícola y la población humana se presentan en Europa y Asia sudoriental.

Las principales densidades de bovinos se registran en la India (con una media de más de una

cabeza de ganado por hectárea de tierra agrícola), el nordeste de China (en particular, ganado de leche), el norte de Europa, el sur del Brasil y las tierras altas de África oriental (véase el Mapa 18, Anexo 1, y el Cuadro 8, Anexo 2). Concentraciones más reducidas se registran en los Estados Unidos de América, América Central y China meridional. Aunque no se registran grandes concentraciones en Oceanía, la región tiene más cabezas de vacuno que habitantes, sobre todo en Australia donde la cabaña de bovinos es aproximadamente un 50 por ciento más alta que la población humana. Sin embargo, el promedio de la cabaña de bovinos por unidad de tierra agrícola está entre los más bajos, en línea con el carácter extensivo de la producción de vacunos.

Los pequeños ruminantes no son comunes en América, excepto en el Uruguay y, en menor medida en México y el norte del Brasil (véanse el Mapa 19 del Anexo 1 y el Cuadro 9 del Anexo 2). En contraste, se registran elevadas densidades en Asia meridional y Europa occidental (1,3 y 0,8 cabezas por hectárea de tierra agrícola, respectivamente) y hay concentraciones locales en Australia, China, África del Norte y en las tierras secas africanas. Como en el caso de los bovinos, el África



subsahariana tiene una proporción de animales en relación con la población humana mayor que la media mundial, lo que se explica por la fuerte dependencia de los rumiantes y la baja productividad de los animales.

El Mapa 20 (Anexo 1) muestra las tendencias geográficas mundiales de la distribución agregada de las especies pecuarias expresada en términos de unidades de ganado. Se observan seis zonas principales de concentración: zona central y oriental de los Estados Unidos de América, América Central, sur del Brasil, norte de Argentina, Europa central y occidental, la India y China. Cuatro zonas presentan áreas densamente concentradas de menor extensión: África oriental, Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda.

Tendencias recientes de la distribución

Los monogástricos se expanden a un ritmo más rápido que los rumiantes

La comparación entre dos cuantificaciones de los sistemas de producción ganadera mundial realizadas por la FAO (1995) (promedios para 1991-1993 y para 2001-2003) muestran que una serie de cambios significativos en la dotación de recursos han provocado cambios en el tipo y extensión de los sistemas de producción. La cabaña bovina

ha registrado un ligero aumento a nivel mundial (5 por ciento), con un considerable incremento en el África subsahariana, Asia y América Latina. Una fuerte caída en el número de animales de casi un 50 por ciento se registró en Europa oriental y en casi todos los países de la CEI como consecuencia de los cambios geopolíticos y el colapso de la Unión Soviética.

La producción mundial creció en un 10 por ciento en el período estudiado, con diferencias muy marcadas a nivel regional. La producción de carne bovina casi se duplicó en Asia y se incrementó en un 30 por ciento en el África subsahariana, en un 40 por ciento en América Latina, y en cerca del 20 por ciento en Asia occidental y África del Norte, aunque a partir de un nivel absoluto más bajo. El aumento más alto de la producción bovina se presentó en los sistemas mixtos de las zonas húmedas. Con niveles de producción en su conjunto más bajos (véase el Cuadro 2.9 y el Cuadro 2.10), la producción total de carne de pequeños rumiantes se incrementó en un 10 por ciento aproximadamente, si bien la población animal permaneció muy constante en los dos períodos de referencia. Se observaron cambios interregionales en la distribución. El número de ejemplares de la cabaña ganadera experimentó un notable incremento en el África subsahariana y Asia y una fuerte disminución en América Latina, los países de la OCDE, y especialmente en Europa oriental y la CEI. Estos incrementos se dieron principalmente en los sistemas húmedos mixtos. Los cambios en la producción de monogástricos son más notables. El total de la producción de carne porcina (la más alta producción de carne por especies en 2002) aumentó en un 30 por ciento a nivel mundial, un incremento registrado casi en su totalidad en Asia. En la mayoría de las regiones se observó un aumento de la producción de carne porcina, si bien en Europa oriental y la CEI hubo una caída del 30 por ciento. La producción industrial de carne de cerdo creció casi un 3 por ciento anual. Se presentaron asimismo fuertes incrementos en los sistemas irrigados mixtos de las zonas húmedas y templadas.

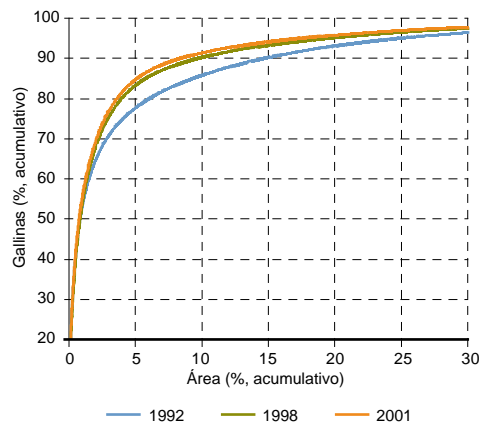
La producción total de carne de aves de corral creció casi un 75 por ciento, la expansión más fuerte de todos los productos de origen animal. Las diferencias regionales fueron pronunciadas, con una altísima expansión en Asia (incremento del 150 por ciento, con tasas de crecimiento anual por encima del 9 por ciento). Las tasas de crecimiento generalmente fueron positivas, situándose entre un 2 y un 10 por ciento en las diferentes regiones, en su mayor parte debido al desarrollo de los sistemas industriales. La producción mundial de huevos creció en un 40 por ciento. En Asia la producción de huevos creció más del doble, para alcanzar un porcentaje de casi el 50 por ciento de la producción mundial. Los sistemas de producción sin tierra registraron un crecimiento de cerca del 4 por ciento anual.

2.4.2 Concentración geográfica

La industrialización de la producción pecuaria se produce en los lugares donde hay crecimiento económico (véase el Capítulo 1). De esta manera, los nuevos sistemas de producción se convierten en los sistemas dominantes en los países industrializados y en los países con rápido crecimiento económico. Una característica de estos sistemas es la segmentación de las fases de producción (producción del alimento, cría de los animales, sacrificio y elaboración) y la ubicación de cada segmento donde los costos de operación sean inferiores. En este proceso, las granjas tienden a concentrarse y agruparse geográficamente.

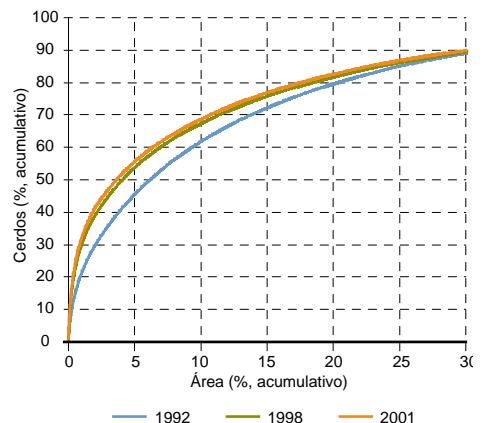
La tendencia de los sistemas de producción sin tierra a la agrupación es una tendencia en curso tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Una serie de análisis de las poblaciones porcina y avícola realizados a nivel de municipio en el Brasil indican una concentración geográfica más acentuada de las gallinas que de los cerdos, y una concentración en aumento para las dos especies durante el período 1992-2001 (véanse el Gráfico 2.11 y el Gráfico 2.12). En 1992, un 5 por ciento de la superficie total del país albergaba el 78 por cien-

Gráfico 2.11 Cambios en la concentración geográfica de gallinas en el Brasil (1992–2001)



Fuente: cálculos de los autores.

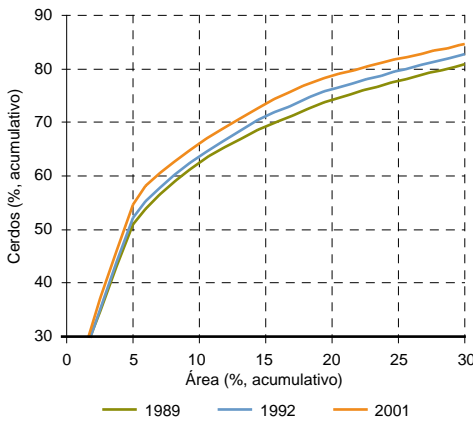
Gráfico 2.12 Cambios en la concentración geográfica de cerdos en el Brasil (1992–2001)



Fuente: cálculos de los autores.

to de la población de gallinas, que se incrementó hasta alcanzar el 85 por ciento de la población en el año 2001. Las cifras correspondientes para cerdos durante el mismo período son del 45 y el 56 por ciento, respectivamente. Un análisis similar realizado en Francia y en Tailandia mostró resultados similares (véanse el Gráfico 2.13 y el Gráfico 2.14).

Gráfico 2.13 Cambios en la concentración geográfica de cerdos en Francia (1989–2001)



Fuente: cálculos de los autores.

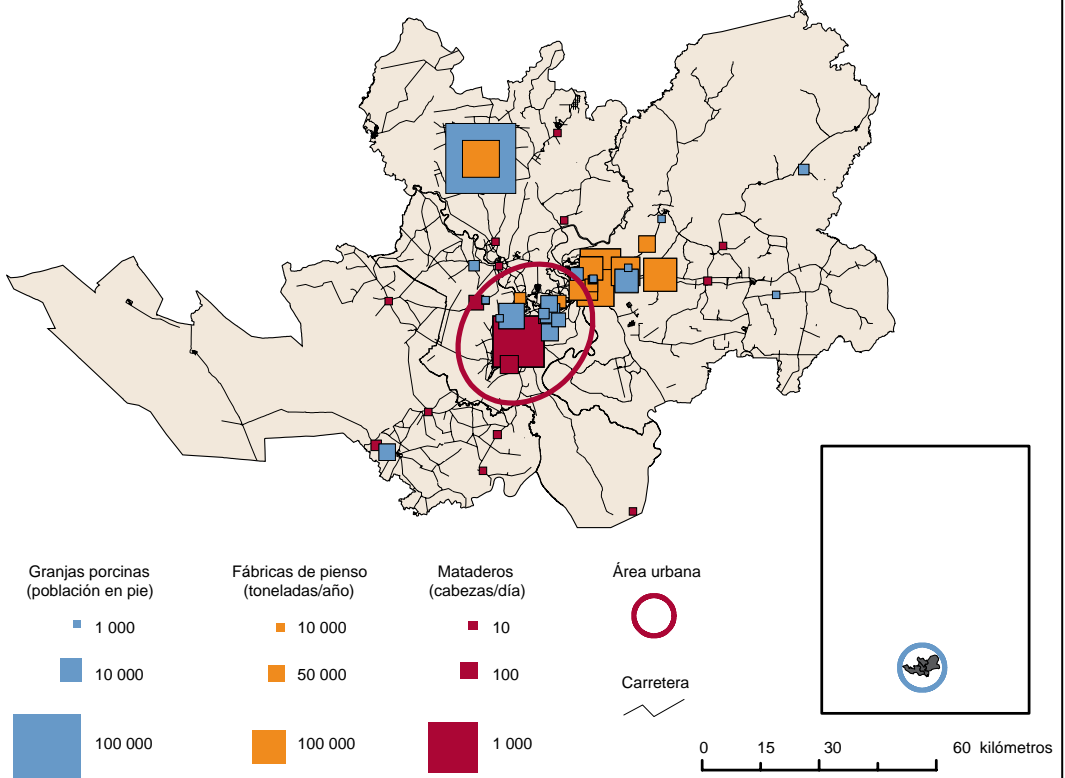
Sistemas de producción sin tierra

Un movimiento con dos pasos: de lo rural a lo urbano,

de lo urbano a las fuentes de suministro de alimento

Cuando los países en desarrollo se industrializan, la producción pecuaria suele reubicarse en dos etapas (Gerber y Steinfeld, 2006). Tan pronto como la urbanización y el crecimiento económico traducen el aumento de la población en una demanda “al por mayor” de productos de origen animal, surgen los operadores a gran escala. En una etapa inicial, estos operadores se ubican en las cercanías de los centros rurales y urbanos, debido a que los productos pecuarios figuran entre los productos más perecederos y a que su conservación y transporte sin enfriamiento y elaboración plantea serios problemas. En consecuencia, mientras la infraestructura

Mapa 2.1 Localización del sector porcícola industrial en el sur de Viet Nam (Dong Nai, Binh Duong, ciudad de Ho Chi Minh y provincia de Long An)



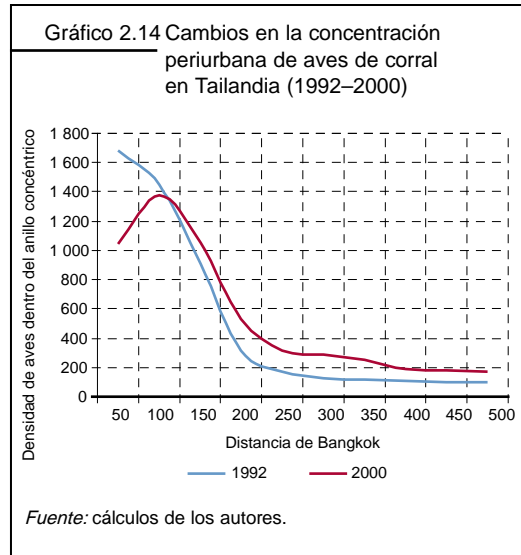
Fuente: Tran Thi Dan et al. (2003).

de transportes sea inadecuada, la producción de alimentos de origen animal tendrá que ubicarse en las inmediaciones de la demanda. El Mapa 2.1 muestra cómo la producción porcina intensiva se ha ubicado en la periferia de la ciudad de Ho Chi Minh, en Viet Nam. La mayor parte de las fábricas de piensos, granjas y mataderos se encuentran en un radio de 40 km del centro de la ciudad.

En una segunda etapa, la infraestructura y la tecnología de transportes tienen un desarrollo suficiente, que posibilita desde el punto de vista técnico y financiero mantener retiradas las explotaciones de los centros de consumo. De esta manera, la producción pecuaria se aleja de las áreas urbanas, debido a una serie de factores, tales como los costos inferiores de la tierra y la mano de obra, el mejor acceso a los piensos, los estándares ambientales menos estrictos, los incentivos fiscales y la menor presencia de enfermedades. Siguiendo una tendencia similar, la densidad de las explotaciones de aves de corral en áreas situadas a menos de 100 km de Bangkok disminuyó entre los años 1992 y 2000, con la mayor disminución (40 por ciento) en las áreas más cercanas a la ciudad (menos de 50 km). Por el contrario, la densidad se incrementó en todas las áreas situadas a más de 100 km (véase el Gráfico 2.14). En este caso particular el cambio geográfico se aceleró también gracias a los incentivos fiscales.

Cuando se abandonan las áreas periurbanas, los sistemas de producción sin tierra tienden a reubicarse en lugares más cercanos a las fuentes de recursos para piensos a fin de minimizar los costos del transporte de insumos, dado que el pienso usado por cabeza tiene un volumen mayor que el producto pecuario obtenido. El desplazamiento se efectúa hacia las zonas de producción de piensos (por ejemplo, la zona de producción de maíz en los Estados Unidos de América, el Mato Grosso en el Brasil, El Bajío en México) o hacia las zonas de importación y elaboración (por ejemplo, la provincia Chachoengsao en Tailandia o Jeddah en Arabia Saudita).

En los países de la OCDE, donde la industrialización del sector pecuario comenzó en 1950, los polos industriales se establecieron en zonas rurales con excedentes en la oferta de cereales. Aquí,



en una primera etapa, los animales se criaban como un medio de diversificación y de agregación de valor. En Europa este tipo de agrupación de la producción de cerdos y de aves de corral se dio en Bretaña, el valle del Po en Italia, el occidente de Dinamarca y Flandes. La distribución geográfica de estos polos resultó afectada por el aumento de piensos importados. Así, las agrupaciones que contaban con buenas conexiones con los puertos se fortalecieron (por ejemplo, los de Bretaña, occidente de Dinamarca y Flandes), y surgieron nuevas zonas de producción en las inmediaciones de los puertos principales (Baja Sajonia, Países Bajos, Cataluña). Por último, hay que señalar también que un tipo más reciente de polo productivo relacionado con los piensos es el que ha surgido en las cercanías de las plantas de elaboración de piensos de nueva creación, lo que ha ampliado la cadena de producción animal. Una serie de análisis sobre el número de cerdos y producción de cultivos forrajeros realizados a nivel municipal puso de relieve la existencia de este tipo de concentración cercana a los establecimientos de elaboración de piensos en el Brasil. De 1992 a 2001, parte de la población de cerdos se alejó de las áreas tradicionales de producción de alimentos para animales y se concentró en torno a las principales fábricas de piensos en el Mato Grosso.

Sin embargo, las estrategias para el control de las enfermedades podrían diseminar los polos de producción. Para limitar la propagación de enfermedades, las grandes explotaciones agropecuarias tienden a apartarse de otras explotaciones similares o de las unidades a pequeña escala. Una distancia de unos cuantos kilómetros es suficiente para evitar la difusión de enfermedades. En consecuencia, es probable que esta tendencia evite la concentración de explotaciones agropecuarias a pequeña y gran escala, especialmente en asentamientos periurbanos, pero es también probable que no altere la tendencia hacia el establecimiento de polos especializados, con presencia de fábricas de piensos, mataderos y servicios de salud animal.

Sistemas basados en la tierra: hacia los sistemas intensivos

El forraje es voluminoso y su transporte resulta costoso. De ahí que la cría de ganado en los sistemas basados en la tierra esté estrechamente ligada a las zonas de producción de recursos forrajeros. Sin embargo, tal y como se ha expuesto en las secciones anteriores, se prevé una limitada

expansión de la superficie de pastos, obstaculizada, por un lado, por la falta de tierras aptas y, por otro, por la competencia de tierras para otros usos con costos de oportunidad más bajos (por ejemplo, agricultura, silvicultura, conservación).

En consecuencia, y estimulados por la creciente demanda de carne y leche, parte de los sistemas de producción basados en la tierra están transformándose en sistemas intensivos como corrales de engorde y centrales lecheras (véase el Capítulo 1), siguiendo la misma tendencia de la producción intensiva de monogástricos.

Los sistemas basados en la tierra tienden también a expandirse hacia las áreas remanentes con buen potencial para pastos o hacia las áreas donde no existen fuertes competidores por el uso de la tierra. Esto ocurre fundamentalmente en Oceanía y América del Sur. Entre 1983 y 2003, la producción de carne y leche creció en un 136 y un 196 por ciento, respectivamente, en Oceanía y en un 163 y un 184 por ciento, respectivamente, en América del Sur. En comparación, la producción mundial en su conjunto se incrementó en un 124 por ciento para los dos productos en el mismo período (FAO, 2006b).

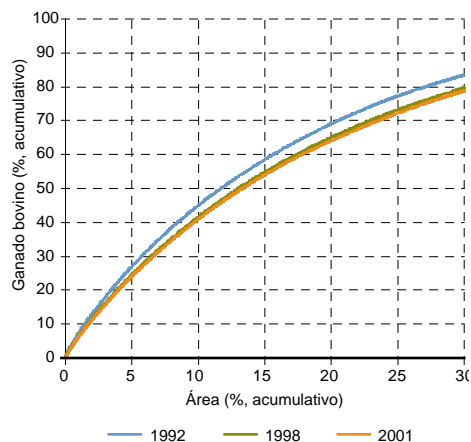
Estas tendencias generales quedan confirmadas por los análisis locales. En el Brasil, en los sistemas basados en la tierra, las cifras de bovinos por municipio muestran una dispersión geográfica aún más uniforme del ganado (véase el Gráfico 2.15) que la observada para la misma población en sistemas intensivos sin tierra. En la sección dedicada a los lugares críticos de degradación de la tierra (Sección 2.5 *infra*) se realizará una descripción pormenorizada de la expansión de los pastizales hacia la Amazonia.

2.4.3 Aumento del nivel de dependencia del transporte

La mejora de los sistemas de transporte y comercialización aumenta el transporte de productos pecuarios

El transporte de productos del sector pecuario ha experimentado grandes progresos técnicos y sus costos son cada vez más accesibles. Los avances técnicos en el sector del transporte, como los rela-

Gráfico 2.15 Cambios en la concentración geográfica del ganado bovino en el Brasil (1992–2001)



Fuente: cálculos de los autores (2005).

Transporte de pollos a una central avícola cerca de Magee (Estados Unidos de América)

cionados con el desarrollo de la infraestructura, el transporte a gran escala de productos agrícolas o la consolidación de una cadena de frío para largas distancias, han desempeñado una función decisiva en la configuración de la transformación del sector pecuario.

Los avances en el sector del transporte han hecho posible colmar el vacío geográfico entre la demanda urbana de productos de origen animal y la oferta de tierras para su producción. El incremento en el comercio y transporte de productos animales y piensos ha sido un factor fundamental en la industrialización del sector pecuario. Los sistemas industriales sin tierra operan a gran escala, con volúmenes considerables de insumos y productos y, como consecuencia, dependen de manera intrínseca del transporte para el abastecimiento de insumos (fundamentalmente piensos) y la entrega de productos. Además cabe señalar que los bajos costos del transporte privado (un factor que casi nunca se tiene en cuenta en los costos ambientales y sociales) han ejercido una notable influencia en la economía de la ubicación de diversos segmentos de la cadena productiva del sector pecuario, desde la producción y las fábricas de piensos, a la producción animal, los mataderos y la elaboración. Dado que los costos de transportar cada segmento son limitados, otros costos de producción tienen mayor relevancia en la determinación de la ubicación. Entre estos parámetros figuran el costo de la tierra, la mano

de obra, los servicios, el control de enfermedades, el régimen de impuestos y el rigor de las normas ambientales. Aunque en menor extensión que los sistemas industriales sin tierra, los sistemas de producción basados en la tierra dependen también cada vez más del transporte, en la medida en que las tierras disponibles se alejan de los centros de consumo.

A nivel mundial, la mayor parte de la producción pecuaria se destina al consumo nacional. Sin embargo, hay un paulatino aumento del comercio de productos de origen animal y el porcentaje de la producción mundial que se comercializa es mayor actualmente que en los años ochenta. La tendencia ha sido especialmente dinámica para la carne de pollo, donde el porcentaje comercializado internacionalmente ascendió del 6,5 por ciento registrado en el período 1981-1983 al 13,1 por ciento de 2001-2003. En este último período también se comercializó más del 12 por ciento de la producción mundial de carne bovina, carne de aves de corral y leche, mientras que para la carne de cerdo el porcentaje se situó en el 8,2 por ciento. Todos estos porcentajes estuvieron por encima de los valores medios del período 1981-1983. Por lo que se refiere a los piensos, el comercio de harina de soja fue el que registró un mayor porcentaje (entre un 24 y un 25 por ciento de la producción), si bien su incremento fue muy reducido (véase el Cuadro 2.12). En cuanto a los cereales para piensos, el porcentaje de la producción comercializado perma-

Cuadro 2.12
Comercio como porcentaje de la producción total para los productos seleccionados

Producto	1981-1983 promedios	2001-2003 promedios
	(..... %))	
Carne de vacuno	9,4	13,0
Carne de cerdo	5,2	8,2
Carne de aves de corral	6,5	13,1
Equivalente de leche	8,9	12,3
Harina de soja ¹	24,3	25,4

¹ Comercio de harina de soja sobre la producción total de soja.
Fuente: FAO (2006b).

neció muy estable. Entre los factores catalizadores del incremento del comercio destaca el número de medidas normativas y acuerdos orientados a facilitar el comercio internacional, que incluyen los acuerdos regionales, la armonización de estándares y la inclusión de la agricultura en el mandato de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

El comercio de piensos: América domina las exportaciones, China y la Unión Europea dominan las importaciones

A medida que la producción pecuaria crece y se intensifica, depende en menor medida de los recursos alimenticios disponibles localmente y más de los piensos comercializados tanto a nivel local como internacional. En los mapas 21 y 22 (Anexo 1) se muestran las tendencias espaciales estimadas del superávit/déficit de piensos para cerdos y aves de corral, que pone en evidencia la alta dependencia del sector del comercio. El comercio de piensos y la relativa transferencia virtual de agua, nutrientes y energía es un factor determinante de los impactos asociados al sector. Generalmente las estadísticas sobre el comercio de los cereales destinados a la alimentación animal no están separadas de las del conjunto de los cereales comercializados. Sin embargo, es posible inferir las principales tendencias a partir de los flujos comerciales a nivel regional, tal y como muestra el Cuadro 10 del Anexo 2 para el maíz. América del Norte y América del Sur son las dos regiones con niveles de exportaciones interregionales más significativas. El maíz que desde estas regiones se exporta a África se destina principalmente al consumo humano, mientras que un alto porcentaje de las exportaciones dirigidas a Asia, la UE y América se destinan al abastecimiento de la demanda de piensos (Ke, 2004). La demanda asiática de maíz, impulsada por el sector de alimentos para animales, queda satisfecha en su mayor parte por América del Norte, si bien las importaciones procedentes de América del Sur se han incrementado drásticamente durante el período. América del Norte también exportó grandes volúmenes de maíz a América del Sur y

América Central (respectivamente, un promedio de 2,8 y 9,2 millones de toneladas entre 2001 y 2003). Ambos flujos han registrado un fuerte incremento durante los últimos 15 años. Por su parte, América del Sur domina el mercado de la UE. Esta tendencia se explica por el contraste en el perfil de los países y en las estrategias. Las exportaciones desde América del Norte y América del Sur son impulsadas por países como la Argentina, el Canadá y los Estados Unidos de América, con abundantes tierras y fuertes políticas para la exportación de cereales. Por otro lado, China, uno de los principales catalizadores de las importaciones asiáticas, compensa su escasez de tierras mediante las importaciones.

La comparación entre los recursos de cereales y la demanda de los mismos a nivel local permite hacer estimaciones del comercio doméstico (véase el Mapa 21, Anexo 1), si bien lo más probable es que las importaciones internacionales abastezcan parte de la demanda en las zonas deficitarias.

Cerca de un tercio de la producción mundial de soja, aceite de soja y harina de soja se comercializa (29,3, 34,4 y 37,4 por ciento, respectivamente). Este porcentaje está muy por encima del registrado para otros productos agrícolas. La harina de soja y las semillas de soja representan el 35 y el 50 por ciento, respectivamente, del valor total del comercio de la soja (FAO, 2004a). Un reducido número de países que son grandes productores abastece el amplio consumo de muchos países importadores (véase el Cuadro 11 y el Cuadro 12 del Anexo 2 y el Mapa 22 del Anexo 1). Los Estados Unidos de América es el mayor exportador de soja (29 millones de toneladas), seguido del Brasil (17 millones de toneladas). Entre los siete principales productores, China es el único en el que han disminuido las exportaciones durante el período analizado (véase el Cuadro 11, Anexo 2). De hecho, en las últimas dos décadas China ha pasado de ser un exportador de soja a ser el mayor importador mundial. Este país también es un gran importador de harina de soja (una tercera parte del consumo se cubre con importaciones).

Los países importan soja bruta o transformada en aceite y/o harina de soja en función de la demanda doméstica, que está también determinada por la estructura de la industria de elaboración local. Los Estados Unidos de América exportan cerca del 35 por ciento de su soja cruda, sin elaborar. En contraste, la Argentina y el Brasil agregan valor a la mayor parte de su cosecha, elaborando entre el 80 y el 85 por ciento de la soja antes de exportarla (Schnittker, 1997). El mercado interregional de harina de soja está dominado por América del Sur, con la UE como primer cliente y Asia como el segundo (18,9y 6,3 millones de toneladas, respectivamente, en 2002). Los Estados Unidos de América tienen una menor participación en el comercio interregional de harina de soja. En los últimos años, un número importante de países importadores, especialmente en la UE, ha sustituido la importación de harina de soja por la importación de la semilla, lo que refleja los esfuerzos por promover la elaboración a nivel local. Como consecuencia, seis millones de toneladas de harina de soja producida en la UE se comercializaron, principalmente a nivel intraregional, pero también hacia Europa oriental. También existe un mercado internacional para otros productos forrajeros como la alfalfa elaborada y el heno prensado. Los principales países exportadores son el Canadá y los Estados Unidos de América. El Japón es, con gran diferencia, el mayor importador, seguido de la República de Corea y Taiwan Provincia de China.

Aumento mundial del comercio de animales y productos derivados

Los animales vivos y productos derivados se comercializan en volúmenes más reducidos que los piensos, porque los volúmenes de la demanda son menores y los costos privados de transporte por unidad son más altos. Sin embargo, el comercio de productos pecuarios está creciendo a un ritmo mayor que el de los piensos y el de la producción animal. Este rápido crecimiento se ve facilitado por el debilitamiento de las barreras arancelarias en el contexto del Acuerdo general sobre aranceles aduaneros y comercio (GATT), y la

redacción de normas y códigos para la regulación del comercio mundial. En paralelo, la tendencia al aumento en la demanda de productos elaborados por parte de los hogares y los servicios de comidas ha contribuido a impulsar la expansión del transporte de productos animales.

Durante los últimos 15 años, el comercio de la carne de aves de corral ha sobrepasado el comercio de carne vacuna, con un volumen que ha ascendido de 2 millones de toneladas en 1987 a 9 millones de toneladas en 2002, frente a un aumento de la carne vacuna de 4,8a 7,5 millones de toneladas durante el mismo período. Con la excepción de Europa oriental, todas las regiones analizadas han aumentado paulatinamente su participación en el comercio (véase el Cuadro 14, Anexo 2). América del Norte abastece a cerca de la mitad del mercado interregional (un promedio de 2,8 millones de toneladas anuales entre 2001 y 2003), seguido de América del Sur (1,7 millones de toneladas) y de la UE (900 000 toneladas). El Brasil es el mayor exportador. Con unos costos de los cereales y la mano de obra relativamente bajos y economías de escala cada vez más grandes, los costos estimados de producción en el Brasil para los pollos eviscerados son los más bajos entre los principales abastecedores (USDA/FAS, 2004). Por lo que se refiere a los importadores, el cuadro es más diversificado que para la carne vacuna, con varias regiones importadoras. Asia es el principal importador seguido de los Estados bálticos y la CEI, la UE, el África subsahariana y América Central. Un fuerte y rápido crecimiento a nivel regional se está registrando en Asia y la UE, dos regiones con ventajas competitivas locales.

A fin de realizar una evaluación más detallada del transporte de carne, hemos calculado el balance entre la producción primaria y la demanda de productos pecuarios a nivel local. Los resultados obtenidos para la carne de aves de corral se muestran en el Mapa 23 (Anexo 1). La producción es similar al consumo en la mayoría de las cuadrículas. Una situación de equilibrio (establecida como +/-100 kg de carne por km²) se documenta en los sistemas basados en la tierra,

tal y como podemos observar comparando este mapa con el Mapa13 del Anexo 1. Las áreas con balances positivos altos (superávit) están asociadas a sistemas industriales sin tierra (Mapa 14, Anexo 1), mientras que los balances negativos (déficit) generalmente coinciden con densidades de población altas y áreas urbanas. La posición exportadora de aves de América del Norte y América del Sur aparece reflejada aquí en el dominio de píxeles rojos (superávit) en estas dos regiones. El mismo análisis elaborado para la carne de cerdo (Mapa24, Anexo 1) muestra una coincidencia similar de balances positivos en las zonas de producción industrial. Sin embargo, la carne de cerdo y ave difieren en la extensión geográfica de las áreas con balances positivos y negativos. Las zonas de producción generalmente están más dispersas entre las zonas de consumo en las aves de corral que en los cerdos. Los tres mapas muestran también la importancia del comercio interno.

Las exportaciones de carne bovina provienen en su mayor parte de Oceanía y América del Sur, regiones que aprovechan las ventajas de los sistemas de producción ganadera basados en la tierra (Cuadro 13, Anexo 2). América del Norte es el principal mercado de Oceanía (un promedio de 903000 toneladas anuales entre 2001 y 2003), si bien las importaciones asiáticas procedentes de Oceanía han aumentado drásticamente en los últimos años (un promedio de 686000 toneladas anuales entre 2001 y 2003, lo que equivale a un aumento del 173 por ciento en 15 años). La mayoría de las exportaciones de América del Sur tiene como destino la UE (un promedio de 390000 toneladas anuales entre 2001 y 2003) y Asia (27000 toneladas). Estos dos volúmenes se han prácticamente duplicado en los últimos 15 años. La UE y América del Norte también contribuyen en amplia medida al abastecimiento mundial de carne bovina, con una producción basada en sistemas de producción más intensivos, sobre todo en los Estados Unidos de América. La mayor parte del comercio de la UE se efectúa dentro de la misma región, si bien la UE también abasteció a los Estados bálticos y los países de la CEI en 2002. América del Norte abas-

tece predominantemente a Asia, que es, con gran diferencia, el mayor importador de carne de las 10 regiones analizadas, con unas importaciones que se cifraron en torno a los 1,8 millones de toneladas de carne bovina anuales entre 2001 y 2003 (véase el Cuadro 13, Anexo 2). Las importaciones asiáticas, impulsadas por China, son también las más dinámicas, con un aumento del 114 por ciento durante el período comprendido entre 1987 y 2002. Asia intenta satisfacer su elevada demanda mediante el comercio interregional, pero también recurriendo a un floreciente mercado intrarregional. El mercado interregional también está experimentando un desarrollo en el África subsahariana. Por último, en el Cuadro 13 (Anexo 2) se ilustra el colapso de Europa oriental en el período analizado, con importaciones procedentes de América del Norte, el África subsahariana y los Estados bálticos y la CEI cercanas a cero. Los balances estimados para carne bovina (Mapa25, Anexo 1) muestran la necesidad tanto de un mercado internacional como de un mercado interno.

2.5 Lugares críticos de la degradación de la tierra

El sector pecuario es un gran usuario de tierras y tiene una considerable influencia en los mecanismos de degradación de las tierras en el contexto de una creciente presión sobre este recurso. (Recuadro 2.3). En los sistemas basados en la tierra, dos regiones presentan los problemas más graves. Se puede observar un proceso de degradación de los pastizales, en particular en las zonas áridas y semiáridas de África y Asia, que está presente también en las zonas subhúmedas de América Latina. Asimismo, hay un problema con la expansión de los pastos y la transformación de bosques en pastizales, que afecta sobre todo a América Latina.

Los sistemas industriales sin tierra no están conectados con la base del recurso en que se basan. Esta separación de la producción y los recursos crea con frecuencia problemas de degradación del suelo y de contaminación, tanto en las fases de la producción de los piensos como de

la gestión de los animales. Al mismo tiempo, la expansión de los cultivos forrajeros a expensas de los ecosistemas naturales es otra de las causas de degradación de la tierra.

En las secciones sucesivas se examinarán los cuatro principales mecanismos de degradación de la tierra relacionados con el sector pecuario, a saber:

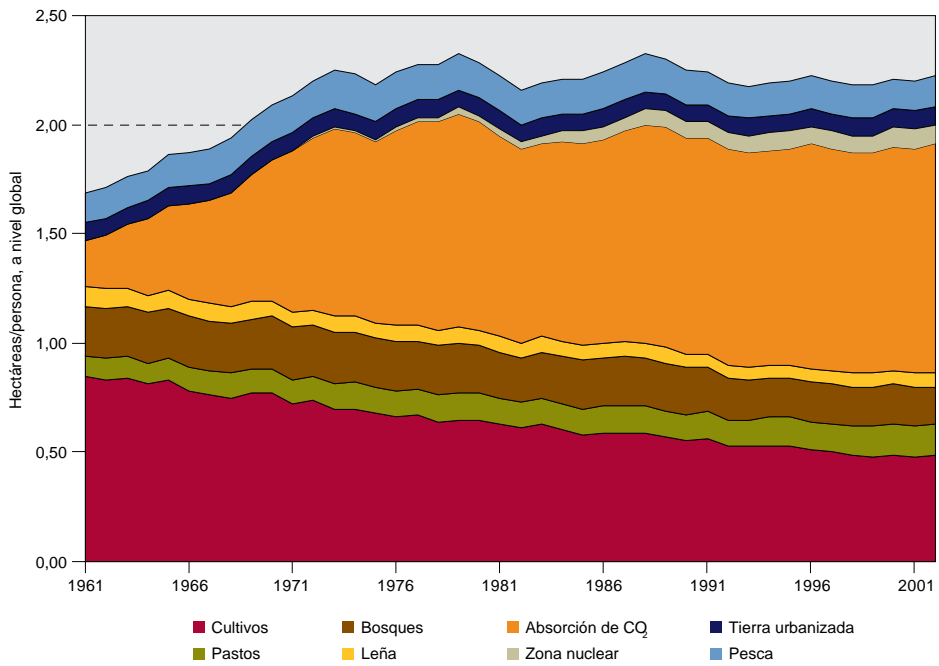
- ~ expansión a expensas de los ecosistemas naturales;
- ~ degradación de praderas;
- ~ contaminación en los entornos periurbanos;
- ~ contaminación, degradación del suelo y pérdidas de productividad en las áreas de producción de cultivos forrajeros.

Se realizará una valoración de la extensión geográfica de estos problemas, así como de los procesos biofísicos subyacentes. Se hará aquí un simple listado de los impactos sobre el medio ambiente global. Las repercusiones de estos problemas en el cambio climático, el agotamiento del agua y la erosión de la biodiversidad, se describirán de manera detallada en los capítulos sucesivos.

2.5.1 La superficie de tierra destinada a pastos y cultivos forrajeros sigue creciendo a expensas de los ecosistemas naturales

La expansión de los pastos y los cultivos dentro de los ecosistemas naturales ha contribuido al crecimiento de la producción pecuaria y es probable que esta tendencia continúe si no se presentan modificaciones sustanciales de este escenario. Independientemente del propósito, la destrucción de los hábitats naturales para su conversión en tierra agrícola implica una pérdida directa y considerable de biodiversidad. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) retiene que los cambios en el uso de la tierra son la principal causa de pérdida de biodiversidad (EM,2005a). La destrucción de la cubierta vegetal, también origina la liberación de carbono, contribuyendo así al cambio climático. Además, la deforestación afecta el ciclo del agua, reduciendo la infiltración y el almacenamiento y aumentando la escorrentía por la remoción de la cubierta forestal y la hojarasca, así como por la reducción de la capacidad de infiltración del suelo provocada por la disminución en el contenido de humus (Ward y Robinson, 2000).

La huella ecológica por persona y por componentes



Fuente: Red de la huella global (disponible en <http://www.footprintnetwork.org>).

En los países de la OCDE, la decisión de plantar soja o cereales generalmente no implica el desmonte de los hábitats naturales. Los productores simplemente realizan una selección entre un cierto número de cultivos, dentro de una superficie agrícola que permanece más o menos estable. Sin embargo, en muchos países tropicales la producción de cultivos es un proceso que con frecuencia conduce a la conversión de extensas áreas de hábitats naturales en tierras agrícolas. Este es el caso de muchas zonas tropicales de América Latina, el África subsahariana y Asia sudoriental. La soja, en particular, es uno de los principales causantes de esta situación. Entre 1994 y 2004, la superficie de tierra destinada al cultivo de soja en América Latina creció más del doble, hasta llegar a alcanzar los 39 millones de hectáreas, lo que la convierte en la mayor superficie destinada a un solo cultivo, muy por encima del maíz que ocupa el segundo lugar con 28 millones de hectáreas (FAO, 2006b). En Rondônia, localidad situada al occidente de la Amazonia, solo había 1 800 hectáreas de soja en 1996, pero la superficie plantada en 1999 era ya de 14 000 hectáreas. En el estado de Maranhão, al este de la Amazonia, la superficie plantada de soja aumentó de 89 100 a 140 000 hectáreas entre 1996 y 1999 (Fearnside, 2001). La demanda de piensos, combinada con otros factores, ha disparado la producción y las exportaciones de países como el Brasil, donde la tierra es relativamente abundante.

La superficie de tierra usada para el pastoreo extensivo en los geotrópicos ha experimentado un continuo crecimiento durante las últimas décadas; la mayor parte de este aumento se ha producido a expensas de los bosques. La deforestación con fines ganaderos es una de las principales causas de la liberación de carbono en la atmósfera, así como de la pérdida de especies únicas de animales y plantas en los bosques tropicales de América Central y América del Sur. Las proyecciones indican que la producción pecuaria será el principal uso de la tierra después de que los bosques neotropicales sean talados. En Wassenaar *et al.* (2006) se estima que la expansión de los pastos a expen-

sas de los bosques es mayor que la de los cultivos. El Mapa 33B (Anexo1) muestra los lugares críticos de la deforestación en América del Sur y en las áreas con pautas de deforestación más difundidas. Aún no se ha conseguido comprender plenamente las consecuencias ecológicas y ambientales de estos procesos de deforestación, que merecen una mayor atención por parte de la comunidad científica. Este es un problema que reviste una especial gravedad, puesto que el mayor potencial para la expansión de los pastos reside actualmente en las áreas de bosques húmedos y subhúmedos. Hay poca evidencia de que el sector pecuario sea un factor clave de deforestación en el África tropical. Las principales causas de deforestación en esta región parecen ser la explotación maderera y el fuego. En los casos en que el bosque es reemplazado por explotaciones agrícolas, estas se destinan fundamentalmente a la producción de cultivos a pequeña escala o al aprovechamiento de la madera presente en los bosques secundarios y los matorrales.

Las principales cuestiones ambientales globales asociadas a la expansión de pastizales y cultivos forrajeros en los ecosistemas naturales incluyen el cambio climático, a través de la oxidación de la biomasa y la liberación de carbono en la atmósfera, el agotamiento de los recursos hídricos a través de la ruptura de los ciclos del agua, y la erosión de la biodiversidad a través de la destrucción de los hábitats. Estos temas serán objeto de estudio en los capítulos 3, 4 y 5, respectivamente.

2.5.2 Degradación de pastizales: cambios en la vegetación y desertificación

La degradación de los pastizales asociada al sobrepastoreo es un problema frecuente ampliamente estudiado. Esta degradación puede darse en todos los sistemas de producción y en todos los climas, y generalmente está asociada a un desfase entre la densidad de los animales y la capacidad de los pastizales para servir de alimento y para resistir al pisoteo. El problema se asocia con frecuencia a la mala ordenación de los

pastizales. La tasa tierra/ganado óptima debería ajustarse continuamente a las condiciones de los pastizales, especialmente en los climas secos, donde la producción de biomasa es errática, pero este ajuste casi nunca se realiza. Este es el caso, en particular, de las áreas de pastoreo comunal semiáridas y áridas en el Sahel y en Asia central. En estas áreas, el incremento de la población y el avance de la tierra cultivable hacia las tierras de pastoreo han restringido fuertemente la movilidad y la flexibilidad de los rebaños, que es lo que posibilita estos ajustes. La degradación de los pastos genera una serie de problemas ambientales tales como la erosión del suelo, la degradación de la vegetación, la liberación de carbono procedente de la materia orgánica en descomposición, la pérdida de biodiversidad debida a la transformación de los hábitats y la alteración de los ciclos del agua.

En áreas como los márgenes fluviales, los senderos, los abrevaderos o los lugares para el suministro de sal y piensos, la continua "acción de las pezuñas" del ganado provoca la compactación de los suelos húmedos (expuestos o con vegetación protectora) y su acción mecánica altera los suelos secos y expuestos. Los efectos del pisoteo dependen de la estructura del suelo. Así los suelos con una mayor proporción de limo y arcilla se compactan más fácilmente que los suelos arenosos. Los suelos compactados y/o impermeables pueden presentar una disminución en la tasa de infiltración y, por consiguiente, incrementar el volumen y la velocidad de las escorrentías. Los suelos sueltos por la acción del ganado durante la estación seca son una fuente de sedimento al inicio de la estación de lluvias. En las áreas de ribera la desestabilización de los márgenes fluviales contribuye localmente a la alta descarga de material erosionado. Además el ganado puede sobrepastorear la vegetación, alterando su función de retener y estabilizar el suelo, y agravando la erosión y la contaminación. Los rumiantes tienen hábitos de pastoreo diferentes y, por lo tanto, el efecto del sobrepastoreo tiene manifestaciones diversas. Así, por ejemplo, las cabras pueden pas-

tar en la biomasa residual y consumir especies leñosas, pero tienen también mayor capacidad para minar la resiliencia de los pastizales (Mwendera y Mohamed Saleem, 1997; Sundquist, 2003; Redmon, 1999; Engels, 2001; Folliott, 2001; Bellows, 2001; Mosley *et al.*, 1997; Clark Conservation District, 2004).

Asner *et al.* (2004) sugiere tres tipos de síndrome de degradación de los ecosistemas relacionado con el pastoreo:

- ~ desertificación (en climas áridos);
- ~ aumento de la cobertura de plantas leñosas en praderas subtropicales y semiáridas;
- ~ deforestación (en climas húmedos).

La función del ganado en el proceso de deforestación se ha analizado en la Sección 2.1 *supra*. En el estudio de Asner *et al.* (2004) se describen tres elementos de desertificación principales, a saber: incremento del área con la superficie de suelo desnuda, disminución de la cubierta de especies herbáceas, y aumento de la cubierta de arbustos leñosos y agrupaciones de arbustos.

La pauta general es la de un aumento de la heterogeneidad espacial de la cubierta vegetal y de las condiciones del suelo (por ejemplo, materia orgánica, nutrientes, humedad del suelo).

La invasión de plantas leñosas ha sido bien documentada en las praderas semiáridas y subtropicales del mundo. Hay lugares críticos en América del Norte y América del Sur, África, Australia y otras regiones, donde la cubierta de vegetación leñosa ha registrado un considerable aumento durante las últimas décadas. Entre las causas de esta invasión cabe destacar el sobrepastoreo de especies herbáceas, la supresión de los incendios, el enriquecimiento atmosférico con CO₂ y el depósito de nitrógeno (Asner *et al.*, 2004; van Auken, 2000; Archer, Schimel y Holland, 1995).

La extensión de la degradación de los pastizales en los climas semiáridos y áridos es motivo de preocupación y objeto de importantes debates debido a la complejidad de su cuantificación. No hay indicadores fiables y de fácil medición sobre

la calidad de la tierra, los ecosistemas también fluctúan, y la vegetación anual de estas zonas áridas ha demostrado una gran resiliencia. Así, por ejemplo, después de una década de desertización en el Sahel, se documentó un aumento en el verdor estacional de vastas áreas para el período comprendido entre 1982 y 2003. Aunque las precipitaciones emergen como la principal causa del aumento del verdor de la vegetación, existe evidencia de otro factor determinante, hipotéticamente un cambio de naturaleza antropogénica superpuesto a la tendencia climática. Se pone en duda así la idea de una degradación irreversible de origen antrópico de los pastizales del Sahel (Herrmann, Anyamba y Tucker, 2005). Por otro lado, el desierto está avanzando sobre los pastizales en el noroeste de China (Yang *et al.*, 2005). Existen diversas estimaciones sobre la extensión de la desertificación. Según la metodología de la evaluación mundial de la degradación del suelo inducida por el hombre, la superficie de tierra afectada por la desertificación es de 1 100 millones de hectáreas, cifra similar a las estimaciones

del PNUMA (PNUMA, 1997). Según esta misma fuente (PNUMA, 1991), si se añadieran las praderas con vegetación degradada (2600 millones de ha), el porcentaje de tierras secas degradadas ascendería al 69,5 por ciento. Según Oldeman y Van Lynden (1998), las tierras con degradación leve, moderada e intensa abarcan una superficie de 4 900, 5 000 y 1 400 millones de hectáreas, respectivamente. Sin embargo, estos estudios no tienen en cuenta la degradación de la vegetación. El Mapa 26 (Anexo 1) muestra la localización de las praderas situadas en suelos frágiles y en condiciones climáticas adversas que corren un riesgo considerable de degradación si no se gestionan adecuadamente.

En los pastizales de los climas templados y húmedos existe también riesgo de degradación. Cuando la carga animal es demasiado alta, la extracción de nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo) mediante los productos del ganado y los procesos de degradación del suelo puede ser superior a los aportes, dando como resultado un “agotamiento” de los suelos. A largo plazo, esto

conduce a la degradación de los pastizales, que se pone de manifiesto en un descenso de la productividad (Bouman, Plant y Nieuwenhuys, 1999). Al reducirse la fertilidad del suelo, las malezas y especies herbáceas no deseadas compiten con mayor intensidad por la luz y los nutrientes. Para controlarlas, se precisan más herbicidas y mano de obra, lo que genera un impacto negativo sobre la biodiversidad y los ingresos de los productores (Myers y Robbins, 1991). La degradación de los pastizales es un problema muy difundido: se estima, por ejemplo, que la mitad de los 9 millones de hectáreas de pastizales de América Central están degradadas (Szott, Ibrahim y Beer, 2000). La degradación de los pastizales puede ser incluso más pronunciada localmente. Como ejemplo puede citarse el estudio de Jansen *et al.* (1997), que estima que más del 70 por ciento de los pastizales de la zona del Atlántico Norte de Costa Rica presenta un estado avanzado de degradación que tiene como principales causas el sobrepastoreo y la falta de aportes de N suficientes.

Las principales cuestiones ambientales globales asociadas con la degradación de pastizales incluyen el cambio climático a través de la oxidación de la materia orgánica del suelo y la liberación de carbono en la atmósfera, el agotamiento de los recursos hídricos a través de la reducción de la recarga de los acuíferos, y la erosión de la biodiversidad a través de la destrucción de los hábitats. Estos temas se tratarán con detalle en los capítulos 3, 4, y 5, respectivamente.

2.5.3 Contaminación de entornos periurbanos

En los apartados anteriores, se ha descrito el proceso de concentración geográfica de los sistemas de producción pecuaria, en primer lugar, en las áreas periurbanas y, después, en las cercanías de los lugares de producción y elaboración de piensos. De manera similar, la elaboración de los alimentos de origen animal se localiza también en las áreas periurbanas, donde es posible disminuir los costos de transporte, agua, energía y servicios.

La concentración geográfica de los animales en áreas con poca o ninguna tierra agrícola genera elevados impactos sobre el medio ambiente (agua, suelo, aire y biodiversidad), que generalmente se asocian al manejo inadecuado del estiércol y las aguas residuales. La sobrecarga de nutrientes puede ser el resultado de varias formas de manejo errado del proceso productivo, entre las que se incluyen la fertilización excesiva de los cultivos o el suministro excesivo de alimento en los estanques de peces y la disposición inadecuada de residuos agrícolas (del ganado) o agroindustriales. La sobrecarga de nutrientes proveniente de los sistemas agropecuarios mixtos suele ocurrir cuando los nutrientes presentes en el estiércol no se reciclan o eliminan adecuadamente. Los principales efectos de la mala gestión de los desechos animales en el ambiente han sido sintetizados por Menzi (2001) como sigue:

- ~ Eutrofización de las fuentes de agua (deteriorando su calidad, estimulando el crecimiento de algas, causando daños a la población piscícola, etc.) debido a los aportes de sustancias orgánicas y nutrientes cuando los excrementos animales o las aguas residuales de las unidades de explotación alcanzan las corrientes de agua a través de las descargas, la escorrentía o el desbordamiento de lagunas de oxidación. La contaminación de las aguas superficiales amenaza los ecosistemas acuáticos y la calidad del agua potable que se extrae de los cursos de agua. El nitrógeno y el fósforo se asocian usualmente con la eutrofización acelerada de las aguas superficiales (Correll, 1999; Zhang *et al.*, 2003). Sin embargo, el fósforo a menudo es el factor limitante para el desarrollo de algas verde-azuladas, que son capaces de utilizar el N₂ atmosférico. De esta forma, el manejo del fósforo se considera una estrategia clave en la limitación de la eutrofización de las aguas superficiales proveniente de fuentes agrícolas (Mainstone y Parr, 2002; Daniel *et al.*, 1994).
- ~ Lixiviación de nitratos y posibles transferencias de patógenos a las aguas subterráneas procedentes de los sitios donde se almacena el

estiércol o en los que se han hecho aplicaciones abundantes del mismo. Tanto la lixiviación de nitratos como la transferencia de patógenos constituyen una amenaza para la calidad del agua potable.

- ~ Acumulación excesiva de nutrientes en el suelo cuando se aplican altas dosis de estiércol. Esto puede ser una amenaza para la fertilidad del suelo debido al desequilibrio de los nutrientes o incluso a concentraciones nocivas de los mismos.
- ~ La contaminación del agua tiene un impacto directo en áreas naturales como los humedales o los manglares, lo que conduce con frecuencia a la pérdida de biodiversidad.

Los resultados de una serie de estudios realizados por LEAD muestran que en la mayor parte de los contextos asiáticos el reciclaje del estiércol animal en los cultivos o en los estanques piscícolas es una opción menos costosa (incluidos los costos sanitarios) que el tratamiento de los nutrientes, ya que estos se eliminan por medio de procesos bioquímicos (Proyecto de gestión de los desechos pecuarios en Asia oriental) (véase el Recuadro 2.4). Cuando la producción o la elaboración se localizan en áreas periurbanas, alejadas de los cultivos y de los estanques piscícolas (véase el Gráfico 2.17), los altos costos de transporte determinan la falta de rentabilidad financiera de las prácticas de reciclaje. Las unidades productivas con frecuencia tienen que hacer frente a los altos precios de la tierra y, en consecuencia, tienden a ahorrar en la construcción de instalaciones de tratamiento del tamaño adecuado. El resultado es, con frecuencia, la descarga directa de excretas animales en los desagües urbanos, con repercusiones dramáticas en los nutrientes, los residuos de drogas y hormonas y la carga de materia orgánica. Sin embargo, algunos tipos de estiércol con alto valor (por ejemplo, los excrementos avícolas o la boñiga bovina) se comercializan a menudo fuera de las áreas periurbanas.

Asimismo cabe destacar que existen diversas enfermedades animales asociadas con el

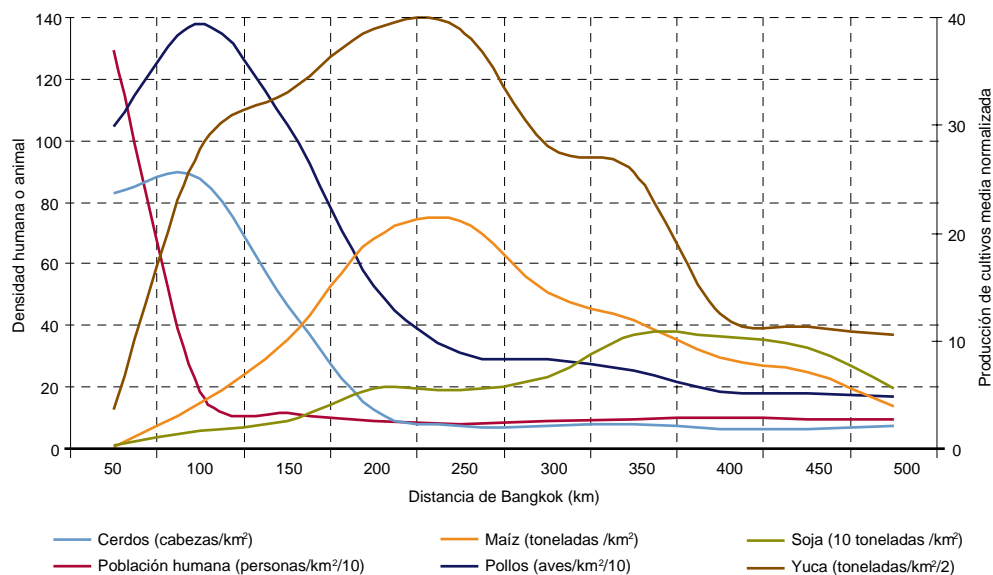
aumento de la intensidad de producción y la concentración de los animales en espacios limitados. Muchas de estas enfermedades zoonóticas representan una amenaza para la salud humana. Las formas de producción animal intensivas e industriales pueden ser un campo de cultivo de enfermedades emergentes (virus Nipah, EEB) con consecuencias para la salud pública. Los riesgos de contaminación intraespecies e interespecies son particularmente altos en entornos periurbanos donde coinciden las altas densidades de seres humanos y animales (véase el Gráfico 2.17).

Como resultado de las economías de escala, la producción pecuaria industrial genera un ingreso por unidad de producto considerablemente menor que el de la producción a pequeña escala. Además, los rendimientos económicos y los beneficios indirectos, generalmente, van a las áreas urbanas. El viraje hacia este tipo de producción tiene así, una vez considerados todos los factores, un fuerte efecto negativo en el desarrollo rural (de Haan *et al.*, 2001).

Las principales cuestiones ambientales globales asociadas a la contaminación de los entornos periurbanos incluyen el cambio climático a través de emisiones gaseosas provenientes del manejo de los desechos animales, el agotamiento de los recursos hídricos por la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, y la erosión de la biodiversidad por la contaminación del suelo

Fincas en Prune (India), situadas en la proximidad de edificios residenciales

Gráfico 2.17 Distribución espacial de las personas, el ganado y los cultivos forrajeros en los alrededores de Bangkok (2001)



Fuente: cálculos de los autores.

y del agua. Estos temas se tratarán con detalle en los capítulos 3, 4 y 5, respectivamente.

2.5.4 La agricultura intensiva de los cultivos forrajeros

La mejora en el rendimiento de los cultivos resultante de la intensificación presenta con frecuencia costos ambientales considerables (Pingali y Heisey, 1999; Tilman *et al.*, 2001). La intensificación agrícola puede tener consecuencias negativas en varios niveles, a saber:

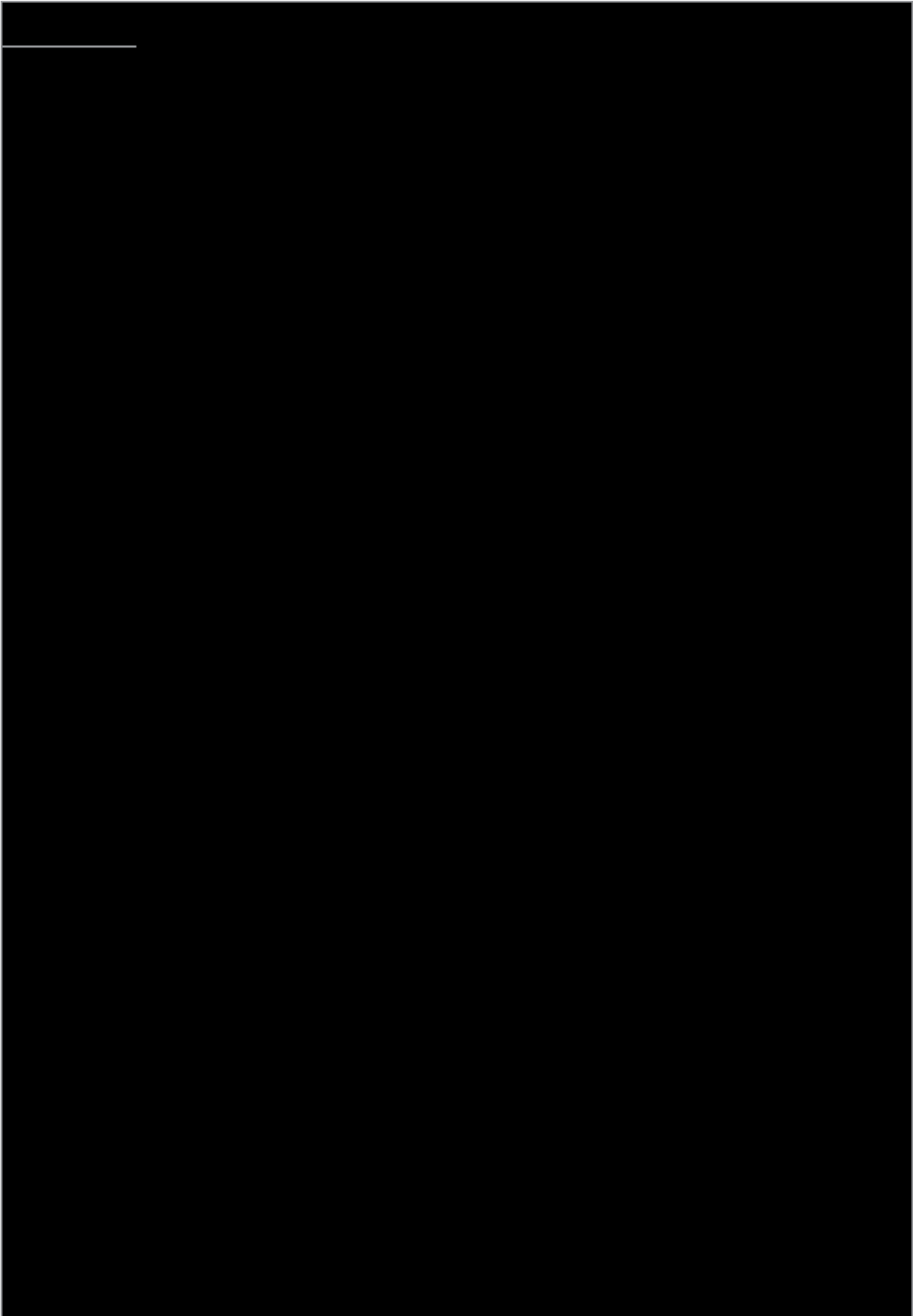
- ~ nivel local: aumento de la erosión, reducción de la fertilidad del suelo, y disminución de la biodiversidad;
- ~ nivel regional: contaminación de aguas subterráneas y eutrofización de ríos y lagos;
- ~ nivel global: impacto en los constituyentes atmosféricos, clima y aguas oceánicas.

Consecuencias biológicas al nivel agroecosistema

Un aspecto fundamental de la agricultura intensiva es la alta especialización de la producción, orienta-

da a menudo al monocultivo con un estricto control de las especies de “malezas” indeseadas. La reducción de la diversidad de las comunidades vegetales afecta al complejo de plagas, lo mismo que a los invertebrados y microorganismos del suelo, lo que a su vez afecta al crecimiento de las plantas y la salud. La baja diversidad de los sistemas agrícolas de monocultivo suele tener como resultado una mayor pérdida de cosechas ocasionadas por las plagas de insectos, que son los menos diversos, pero los más numerosos (Tonhasca y Byrne, 1994; Matson *et al.*, 1997). La reacción inmediata es el aumento de la aplicación de plaguicidas. Esto resulta en una dispersión de los plaguicidas a lo largo de las cadenas alimenticias de la fauna y la flora silvestres, así como en un aumento de la resistencia a los plaguicidas, que se ha convertido en un problema grave en todo el mundo.

Los efectos del monocultivo en las comunidades bióticas del suelo son menos evidentes, lo mismo que el efecto de estos cambios en los agroecosistemas. Sin embargo, una serie de estudios de las principales instituciones indican que la reducción



de la biota del suelo bajo prácticas agrícolas podría alterar sustancialmente el proceso de descomposición y la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Matson *et al.*, 1999).

Cambios en los recursos naturales

La materia orgánica es un componente clave de los suelos. Este componente suministra el sustrato para la liberación de los nutrientes y es fundamental en la estructura del suelo, al incrementar la capacidad de retención de agua y reducir la erosión. En la agricultura intensiva de las zonas templadas las pérdidas de materia orgánica del suelo son más rápidas durante los primeros 25 años de cultivo, con pérdidas típicas del 50 por ciento del C original. En contraste, en los suelos tropicales estas pérdidas pueden ocurrir en los cinco primeros años de la conversión (Matson *et al.*, 1999). Además de los impactos producidos en ámbito local, la liberación de grandes cantidades de CO₂ por descomposición de la materia orgánica contribuye en gran medida al cambio climático.

El aumento de los rendimientos está supeditado al uso de mayores cantidades de agua. La superficie de tierra en regadío se expandió a un ritmo del 2 por ciento anual entre 1961 y 1991 y del 1 por ciento durante la última década (FAO, 2006b) (Cuadro 1, Anexo 2). Esta tendencia tiene consecuencias dramáticas sobre los recursos hídricos. El exceso de riego es un problema grave en muchas regiones, especialmente en las zonas donde se siembran especies de cultivos forrajeros en áreas agroecológicas que no son las más adecuadas para la especie (por ejemplo, el maíz en muchas partes de Europa) y donde el uso de recursos hídricos no renovables (aguas fósiles) es frecuente. El regadío se utiliza con frecuencia en entornos con escasez de agua y se prevé un empeoramiento de esta situación en la medida en que aumente la competencia por su extracción a raíz del crecimiento demográfico, el desarrollo y el cambio climático.

Deterioro del hábitat

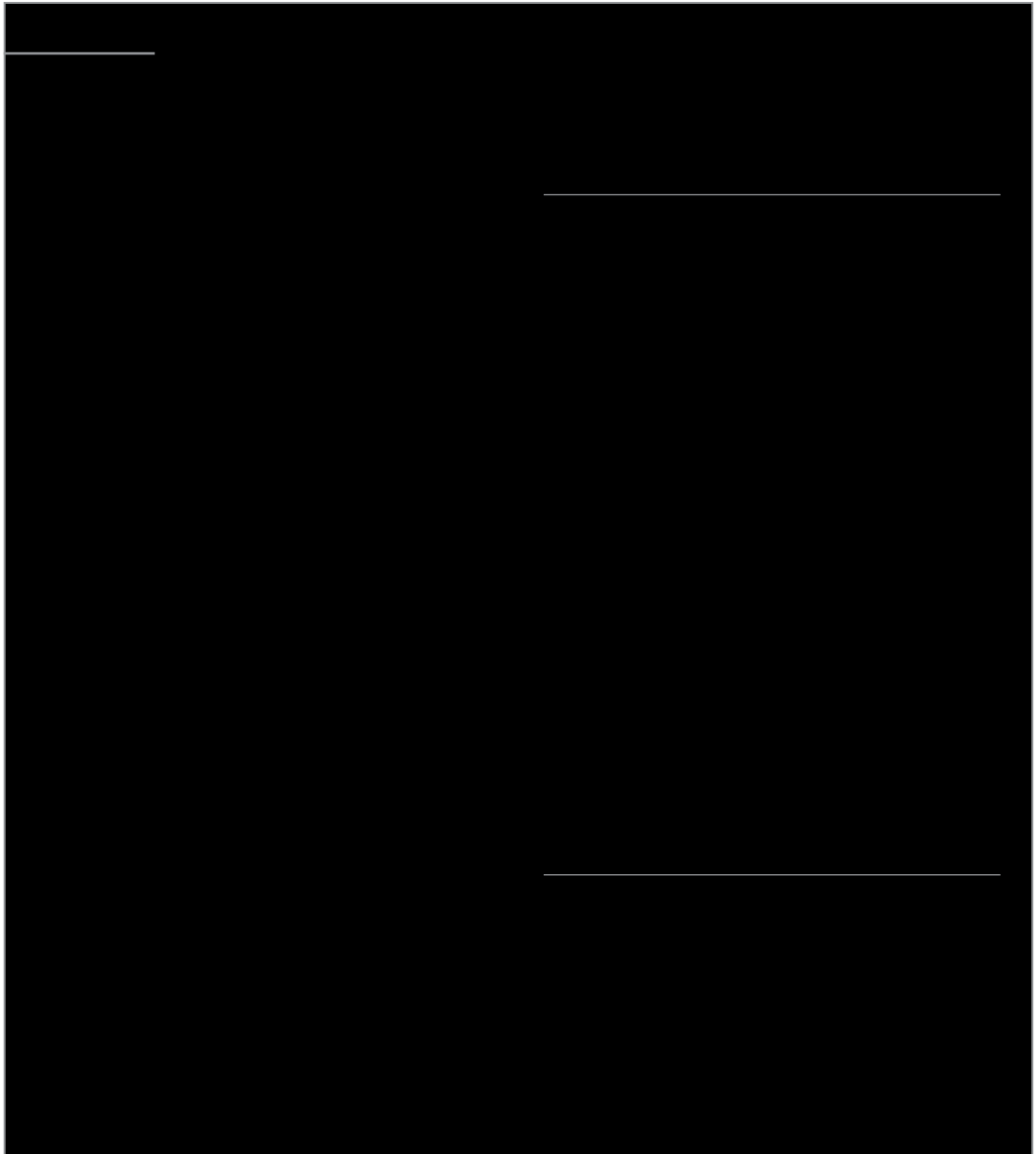
La intensificación de la producción agrícola ha ido acompañada de fuertes aumentos de la fertiliza-

ción con nitrógeno (N) y fósforo (P) a nivel mundial. El consumo de fertilizantes químicos creció en un 4,6 por ciento anual a lo largo del período 1961-1991 para estabilizarse a partir de entonces (FAO, 2006b) (Cuadro, Anexo 2). La estabilización del consumo de fertilizantes a nivel mundial se debe al equilibrio del consumo, que registra un aumento en los países en desarrollo y una disminución en los países desarrollados.

Los cultivos absorben los nutrientes de los fertilizantes de manera limitada. Una parte importante del P se pierde por la escorrentía. Matson *et al.* (1999) estiman que alrededor del 40 al 60 por ciento del N que se aplica a los cultivos queda en los suelos o se pierde por lixiviación. La lixiviación de nitratos del suelo a los sistemas de abastecimiento de agua produce un aumento de su concentración en el agua potable y la contaminación de los sistemas de abastecimiento superficiales y subterráneos, lo cual se convierte en una amenaza para la salud humana y para los ecosistemas naturales. En particular, la eutrofización de los desagües y de las áreas costeras provoca la muerte de organismos acuáticos y, con el tiempo, produce pérdidas en la biodiversidad.

La fertilización nitrogenada, tanto química como orgánica, produce también un aumento en las emisiones de gases como los óxidos de nitrógeno (NO_x), el óxido nitroso (N₂O) y el amoníaco (NH₃). Klimont (2001) documentó que las emisiones de amoníaco en China ascendieron de 9,7Tg en 1990 a 11,7Tg en 1995 y, según las estimaciones, se situarán en 20 Tg NH₃ en 2030. La mayor fuente de emisiones la constituye la urea y el bicarbonato amónico, los fertilizantes más importantes en China.

El óxido de nitrógeno y el amoníaco pueden ser transportados y depositados en los ecosistemas según la dirección del viento. Esta deposición puede conducir a la acidificación del suelo, la eutrofización de los ecosistemas naturales y a cambios en la diversidad de las especies, con efectos en los sistemas de predadores y parásitos (Galloway *et al.*, 1995). Se prevé que la deposición de nitrógeno, en su mayor parte de origen agrícola, aumente considerablemente durante las



próximas décadas. La emisión de óxido nitroso también tiene impactos sobre el cambio climático, contribuyendo al calentamiento global. De hecho, el potencial de calentamiento global del N_2O es 310 veces mayor que el del CO_2 .

Finalmente, el uso de la tierra para la agricultura intensiva tiene impactos en el hábitat de la vida silvestre. Las zonas en monocultivo ofrecen

poco alimento o abrigo a la fauna silvestre que, de hecho, en su mayor parte está ausente de las tierras de cultivo intensivo. Asimismo hay que señalar que las parcelas cultivadas intensivamente con frecuencia constituyen una barrera para el movimiento de la fauna silvestre y comportan la fragmentación de los ecosistemas. En consecuencia, Pingali y Heisey (1999) sugieren que para satisfa-

cer la demanda de alimentos en el largo plazo, en particular de cereales, será necesario más que un cambio en el tope de los rendimientos. También serán necesarios cambios fundamentales en el modo de uso de los pesticidas y fertilizantes, así como en el manejo del suelo. Para sostener el crecimiento de la productividad de los cereales conservando la base del recurso será necesario que los incrementos de la producción se alcancen con incrementos de los insumos químicos menores que los proporcionales. Los recientes avances en las fórmulas de los fertilizantes y los pesticidas, así como en las tecnologías y técnicas para su uso eficiente, pueden contribuir al cumplimiento de estos objetivos (Pingali y Heisey, 1999).

Erosión del suelo

Las tasas de erosión presentan una fuerte variación en función de las condiciones locales, de manera que, con mucha frecuencia, resulta difícil comparar datos locales. En las tasas de erosión influyen varios factores, tales como la estructura del suelo, la morfología del paisaje, la cubierta vegetal, las precipitaciones y los vientos, y el uso y manejo de la tierra, que comprende el método, el momento y la frecuencia de cultivo (Stoate *et al.*, 2001) (véase el Recuadro 2.5). Dado que la erosión más intensa es la causada por la escorrentía, la erosión tiende a aumentar cuando disminuye la infiltración. Cualquier actividad que modifique significativamente el proceso de infiltración tiene un impacto en el proceso erosivo.

Las tierras de cultivo, en especial las destinadas a la agricultura intensiva, suelen ser más propensas a la erosión que las tierras destinadas a otros usos. Entre los principales factores que contribuyen al aumento de las tasas de erosión en las tierras de cultivo cabe destacar los siguientes:

- ~ la remoción de la vegetación natural que retiene el suelo, lo protege del viento y mejora la infiltración;
- ~ las prácticas de cultivo inapropiadas;
- ~ el impacto mecánico de la maquinaria agrícola pesada;
- ~ el agotamiento de la fertilidad natural del suelo.

Barrow (1991) estudió la magnitud de la erosión en las tierras de cultivo de varios países. Dado que las metodologías utilizadas para la evaluación de la erosión no han sido estandarizadas, resulta difícil efectuar una comparación entre mediciones diferentes. Este autor observó que los niveles de erosión pueden llegar a ser extremadamente graves en algunos casos causando la pérdida de más de 500 toneladas de suelo por hectárea al año (documentada en el Ecuador y Côte d'Ivoire). Como referencia, una pérdida de 50 toneladas por hectárea al año equivale a una pérdida del perfil del suelo de aproximadamente 3 mm/año. Si la capa arable es poco profunda esto sería suficiente para afectar a la agricultura en muy poco tiempo. En la literatura hay un escaso consenso acerca de las tasas de erosión permisibles, si bien niveles de erosión entre 0,1 y 0,2 mm anuales se consideran aceptables (Barrow, 1991).

Las principales cuestiones ambientales globales asociadas con la producción agrícola intensiva de cultivos forrajeros incluyen el cambio climático, por las emisiones gaseosas resultantes de la aplicación de fertilizantes y la descomposición de la materia orgánica del suelo, el agotamiento de los recursos hídricos, por la contaminación y la extracción, y la erosión de la biodiversidad, por la destrucción del hábitat y la contaminación de aguas y suelos. Estos temas se tratarán con detalle en los capítulos 3, 4, y 5, respectivamente.

2.6 Conclusiones

Actualmente el sector pecuario es uno de los principales usuarios de tierras. Ocupa una superficie de más de 3900 millones de hectáreas, es decir, cerca del 30 por ciento de la superficie de las tierras del planeta. La intensidad con la que el sector hace uso de la tierra es extremadamente variable. De los 3900 millones de hectáreas, 500 millones de hectáreas se destinan a cultivos intensivos (Sección 2.3), 1400 millones corresponden a pastos con una productividad relativamente alta y los 2000 millones de hectáreas restantes son pastizales extensivos con una productividad relativamente baja (Cuadro 4,

Anexo 2). El sector es el principal usuario de tierra agrícola. Se destina a este uso el 78 por ciento de la tierra agrícola y el 33 por ciento de la tierra de cultivo. A pesar de que los sistemas intensivos sin tierra han sido los responsables de la mayor parte del crecimiento del sector, la influencia del sector en las tierras de cultivo es aún considerable y las cuestiones ambientales asociadas a la producción pecuaria no pueden comprenderse plenamente sin la inclusión del sector de los cultivos en el análisis.

A medida que el sector pecuario se desarrolla, sus necesidades de tierra aumentan, lo que ha generado una transición geográfica que comprende cambios en la intensidad en el uso de la tierra y en las pautas de distribución geográfica.

La intensificación reduce el ritmo de expansión del uso de tierras para el sector pecuario

El primer factor que caracteriza esta transición geográfica es la intensificación del uso de la tierra. Este aspecto tiene una estrecha relación con el abastecimiento de piensos, que es el propósito fundamental de la explotación de la tierra por el sector, ya sea directamente a través de los pastizales o indirectamente a través de los cultivos forrajeros. La producción intensiva de cultivos forrajeros y pastos cultivados se concentra en áreas con una infraestructura de transporte desarrollada, instituciones sólidas y un índice de aptitud agroecológica alto. El Gráfico 2.18 muestra la marcada diferencia de las tasas de crecimiento de la superficie mundial destinada a pastos y a la producción de piensos en comparación con las de la producción de leche y carne. Este incremento de la productividad es consecuencia de la fuerte intensificación del sector a escala mundial. El cambio de especies rumiantes a monogástricas, fomentado por el mejoramiento de las dietas, ha desempeñado una función clave en este proceso.

Se prevé que el crecimiento de la demanda de productos de origen animal seguirá siendo importante durante las próximas décadas y conducirá a un incremento neto de la superficie destinada a la producción pecuaria, a pesar de la tendencia a la intensificación. Los pastos extensivos y la produc-

ción de forrajes se expandirán a expensas de los hábitats naturales con bajos costos de oportunidad. Sin embargo, es probable que la expansión más alta de los pastos y los cultivos forrajeros se haya producido ya y que, gracias al proceso de intensificación, la tendencia a ocupar mayores áreas de tierra llegue a su fin y conduzca a una disminución neta de la superficie de pastos y cultivos forrajeros.

Dentro de estas tendencias mundiales hay variaciones regionales. En la UE (Gráfico 2.19), y de manera más general en los países de la OCDE, el crecimiento de la producción de carne y leche ocurrió al mismo tiempo que la reducción en el área dedicada a los pastos y los cultivos forrajeros. Esto se consiguió fundamentalmente por la vía del mejoramiento de los índices de conversión de piensos, si bien parte de la reducción de la superficie local destinada a los cultivos forrajeros fue también posible gracias a la importación de piensos, procedentes en su mayor parte de América del Sur. De hecho, las tendencias comparables en América del Sur (Gráfico 2.20) muestran un crecimiento relativo más fuerte de la superficie de cultivos forrajeros. El desarrollo acelerado de la

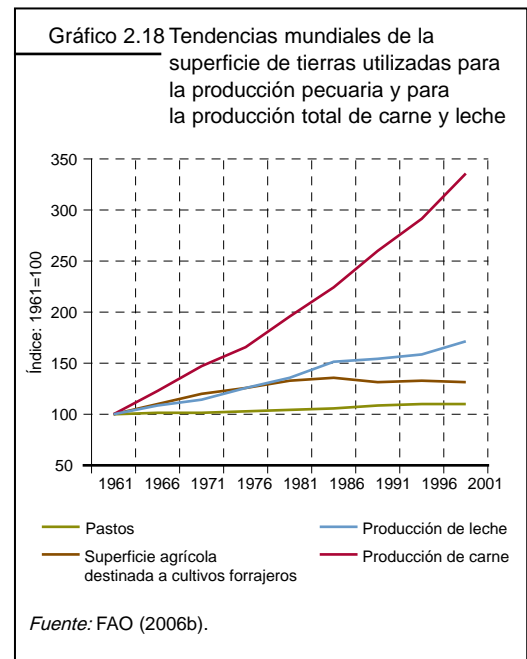
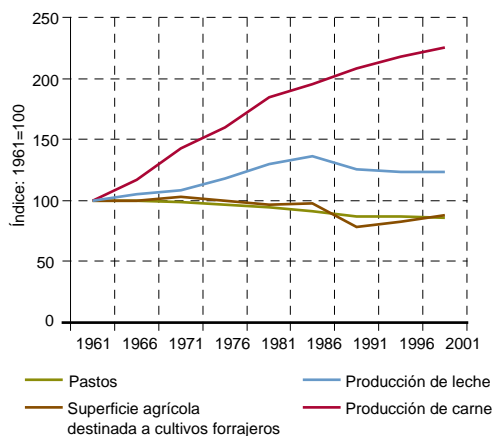
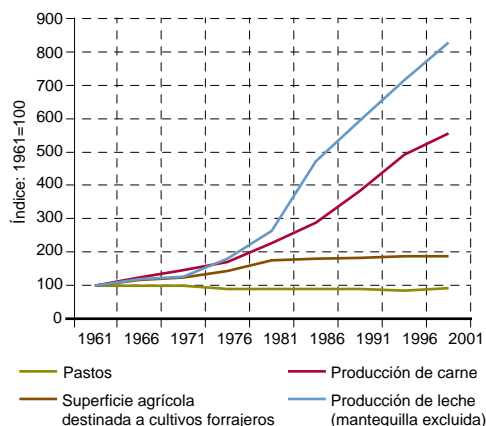


Gráfico 2.19 Tendencias de la superficie de tierras utilizadas para la producción pecuaria y para el abastecimiento local de carne y leche – UE 15



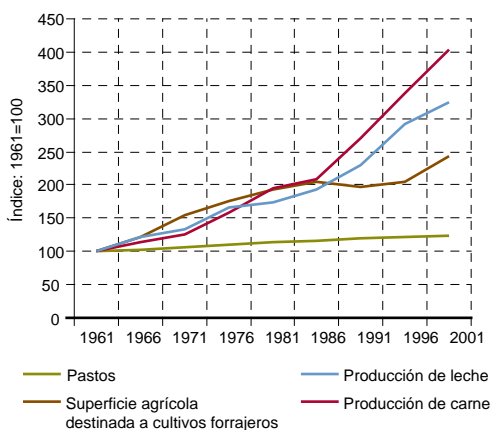
Fuente: FAO (2006b).

Gráfico 2.21 Tendencias de la superficie de tierras utilizadas para la producción pecuaria y para el abastecimiento local de carne y leche – Asia oriental y sudoriental (China excluida)



Fuente: FAO (2006b).

Gráfico 2.20 Tendencias de la superficie de tierras utilizadas para la producción pecuaria y para el abastecimiento local de carne y leche – América del Sur



Fuente: FAO (2006b).

la década de 1970 y a finales de los años noventa, cuando los países desarrollados, primero, y los países en desarrollo, más tarde, industrializaron la producción pecuaria y comenzaron a importar fuentes proteicas para los piensos.

Este mismo proceso está actualmente en curso en Asia oriental y sudoriental (Gráfico 2.21), donde la producción ha crecido a un ritmo extremadamente más rápido que el área destinada a cultivos forrajeros y pastos, que ha permanecido estable. Estas diferencias en las tasas de crecimiento son el resultado de la importación de piensos, así como de la intensificación acelerada de la producción pecuaria, que incluyó el mejoramiento de las razas, los sistemas de cría y el cambio hacia la avicultura. La metodología desarrollada para estimar el uso de la tierra por el sector pecuario y otros resultados complementarios se presentan en la Sección 3.1 del Anexo 3.

producción pecuaria intensiva regional dinamizó la industria de la producción de piensos, pero las exportaciones fueron las responsables de un crecimiento adicional. Los cultivos forrajeros crecieron a un ritmo especialmente rápido durante

La producción se traslada a las áreas con recursos de piensos o con costos más reducidos

El segundo factor que caracteriza la transición geográfica del sector pecuario es el desplazamiento en la distribución espacial de la produc-

ción. Las áreas de producción y consumo ya no se superponen, puesto que la mayor parte del consumo se concentra en centros urbanos, muy distantes de los recursos de piensos. El sector pecuario se ha adaptado a esta nueva configuración separando la cadena de productos y localizando cada segmento específico de la producción o de la elaboración allí donde los costos de producción son más reducidos. Con el desarrollo de la infraestructura de transportes, el transporte de productos animales supone un costo relativo cada vez menor si se compara con otros costos de producción. La tendencia hacia alimentos más elaborados contribuye también a la disminución de los costos de transporte. La producción pecuaria, en consecuencia, se establece en puntos cada vez más cercanos a las áreas con recursos de piensos o a lugares donde el contexto normativo (régimen de impuestos, normas laborales, normas ambientales), el acceso a los servicios o las condiciones sanitarias minimicen los costos de producción. En esencia, el ganado se mueve de una estrategia de “usuario pasivo de la tierra” (como el único medio de aprovechar la biomasa de tierras marginales, residuos y zonas intersticiales) a una estrategia de “usuario activo de la tierra” (compite con otros sectores para el establecimiento de cultivos forrajeros, pastos intensivos y unidades de producción).

El pago de los costos ambientales

Este proceso genera un aumento de eficiencia en el uso de los recursos, pero usualmente se desarrolla en un contexto de externalidades ambientales y sociales que resultan, en general, ignoradas, y de una fijación inadecuada del precio de los recursos basada en los costos privados más que en los costos sociales. Como resultado, los cambios en la geografía del sector pecuario están asociados a impactos ambientales considerables. Así, por ejemplo, los costos privados del transporte son bajos debido a distorsiones y no reflejan los costos sociales. La expansión y la intensificación de los cultivos agrícolas comportan graves problemas de degradación de la tierra. La expansión

permanente de la agricultura en los ecosistemas naturales es uno de los factores causantes del cambio climático y de la pérdida de biodiversidad. La desconexión de la producción animal de su base de alimentos crea condiciones inadecuadas para las buenas prácticas de manejo de los desechos, lo que a menudo causa contaminación del agua y del suelo, así como emisiones de gases de efecto invernadero.

De continuar las tendencias actuales, la huella ecológica del sector pecuario aumentará debido a la expansión del uso de la tierra y a su degradación. Para hacer frente a los desafíos ambientales globales, será necesario evaluar y gestionar la disyuntiva entre la satisfacción de la actual demanda de alimentos de origen animal y el mantenimiento de la capacidad de los ecosistemas para el suministro de bienes y servicios en el futuro (Foley *et al.*, 2005). Finalmente, para alcanzar un equilibrio sostenible se necesitará una adecuada fijación de los precios de los recursos naturales, la internalización de las externalidades y la conservación de los ecosistemas estratégicos.

03

3.1 Temas y tendencias

La atmósfera es fundamental para la vida en la tierra. Además de suministrar el aire que respiramos, regula la temperatura, distribuye el agua y es parte de procesos fundamentales como los ciclos del carbono, nitrógeno y oxígeno, y protege a los seres vivos de las radiaciones perjudiciales. Estas funciones están reguladas por procesos físicos y químicos complejos que operan en un equilibrio dinámico muy frágil. Hay una creciente evidencia de que las actividades humanas están alterando los mecanismos atmosféricos.

Las siguientes secciones se centrarán en los procesos antropogénicos que tienen relación con el cambio climático y la contaminación atmosférica, así como con el papel que desempeña

el ganado en ambos procesos. No se tratará la cuestión del agujero de ozono. La contribución del sector pecuario en su conjunto en estos procesos no es bien conocida. Prácticamente en todas las etapas del proceso de producción animal se emiten y liberan en la atmósfera sustancias que contribuyen al cambio climático o a la contaminación del aire, o se obstaculiza su retención en otros reservorios. Estos cambios son no sólo el efecto directo de la cría del ganado sino también la contribución indirecta de otras fases del largo camino que conduce a la comercialización de los productos pecuarios. A continuación se efectuará un análisis de los procesos más relevantes, siguiendo el mismo orden secuencial que tienen en la cadena alimentaria,

así como una evaluación de su efecto acumulativo. Por último, se presentarán una serie de opciones para mitigar los impactos examinados.

Cambio climático: tendencias y perspectivas

En la actualidad se considera que el cambio climático de origen antropogénico es un hecho comprobado y sus repercusiones en el ambiente han comenzado a someterse a examen. El efecto invernadero es un mecanismo fundamental para la regulación de la temperatura, sin el cual la temperatura media de la superficie terrestre no sería de 15°C sino de -6 °C. La tierra emite de nuevo al espacio la energía recibida del sol a través de la reflexión de la luz y las emisiones de calor. Una parte del flujo de calor viene absorbida por los gases denominados de efecto invernadero y queda atrapada en la atmósfera. Entre los principales gases de efecto invernadero que guardan relación con este proceso destacan el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los clorofluorocarbonos. Desde el comienzo de la era industrial las emisiones antropogénicas han originado un incremento de la concentración de estos gases en la atmósfera, el cual ha producido a su vez un calentamiento global. La temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado en 0,6 °C desde finales del siglo XIX.

Las proyecciones recientes sugieren que la temperatura media podría aumentar entre 1,4 °C y 5,8°C para el año 2100 (CMNUCC, 2005). Aún en los escenarios más optimistas, el aumento medio de la temperatura será más alto que el ocurrido durante los últimos 10 000 años del presente período interglacial. Los registros climáticos basados en núcleos de hielo permiten una comparación de la situación actual con la de los períodos interglaciales precedentes. El núcleo de hielo antártico Vostok, que encapsula los últimos 420 000 años de la historia de nuestro planeta, muestra una notable correlación general entre los gases de efecto invernadero y el clima durante los cuatro ciclos glaciales-interglaciales (basados en intervalos de más de 100000 años).

Suelo arcilloso agrietado (Túnez, 1970)

Estos datos quedaron confirmados recientemente en el núcleo de hielo antártico Dome C, el más profundo hasta ahora perforado, el cual representa unos 740000 años y constituye el registro climático anual más largo y continuo obtenido a partir de núcleos de hielo (EPICA, 2004). Esto confirma que, con gran probabilidad, los períodos de concentración de CO₂ han contribuido a las principales transiciones de calentamiento global de la superficie de la tierra. Los resultados también muestran que las actividades humanas han provocado las actuales concentraciones de CO₂ y CH₄, que no tienen precedentes en los últimos 650 000 años de historia del planeta (Siegenthaler *et al.*, 2005).

A causa del calentamiento global se prevén cambios en los patrones meteorológicos, entre los que cabe destacar un aumento de las precipitaciones globales y cambios en la intensidad o frecuencia de fenómenos atmosféricos tales como tormentas, inundaciones y sequías.

Es probable que el cambio climático tenga un impacto considerable en el ambiente. En términos generales se puede afirmar que cuanto más rápido ocurran los cambios, mayor será el riesgo de que los daños excedan nuestra capacidad para hacer frente a sus consecuencias. Se espera que para el año 2100 el nivel medio del mar aumente entre 9 cm y 88cm, causando inundaciones en zonas bajas y otros daños. Las zonas climáticas podrían sufrir un desplazamiento hacia los polos

La larga sombra del ganado

problemas ambientales y opciones

