

## El cambio climático y su impacto en la producción de alimentos de origen animal (Climate change impacts on animal food production)

**Alonso-Spilsbury, María<sup>1\*</sup> | Ramírez-Necoechea, Ramiro<sup>1</sup> | Taylor-Preciado, Juan de Jesús<sup>2</sup>** <sup>1</sup>Área de Investigación: Ecodesarrollo de la Producción Animal. Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco. Calz. del Hueso 1100. Col. Villa Quietud. México, D. F. 04960. México. <sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Km. 15.5, Carretera Guadalajara-Nogales, Las Agujas, Nextipac, Zapopan Jalisco. México.



**María Alonso-Spilsbury**, Médico Veterinario Zootecnista, Especialista en Cerdos, Dipl. en Estudios Ambientales, Dipl. en Fauna Silvestre, Dipl. en Bioética, PhD. en comportamiento animal. Es profesora Titular "C" e investigadora en el Área Ecodesarrollo de la Producción Animal en el Dpto. de Prod. Agrícola y Animal, de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco (UAM-X), Responsable del Laboratorio de Etología y Fauna Silvestre, líder del Cuerpo Académico Consolidado: "Etología, Producción Porcina y Fauna Silvestre" de la misma dependencia, miembro de la Academia Veterinaria Mexicana e integrante del Comité de Bienestar Animal del Consejo Nacional de Salud Animal (CONASA). E-mail: [marilu@correo.xoc.uam.mx](mailto:marilu@correo.xoc.uam.mx)

**Ramiro Ramírez-Necoechea**, Médico Veterinario Zootecnista, Especialista en Cerdos, Master en Patología Veterinaria, PhD. Ex director de la Lic. en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco. Investigador y Docente del Dpto. de Prod. Agrícola y Animal, de la UAM-X y miembro honorario de la Academia Veterinaria Mexicana.

**Juan de Jesús Taylor-Preciado**, es Médico Veterinario Zootecnista, Maestro y Doctor en Ciencias en Nutrición Animal, Ex-Rector del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara. Actualmente es Director de la División de Ciencias Veterinarias del CUCBA, miembro honorario de la Academia Veterinaria Mexicana y Presidente de la Federación Panamericana de Facultades y Escuelas de Ciencias Veterinarias.

### RESUMEN

En la presente revisión se reseñan los desafíos que el cambio climático representa sobre la producción de alimentos de origen animal. Se enfatiza en las teorías científicas y posturas políticas actuales del cambio climático y calentamiento global en torno a las conclusiones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007). Se ilustran los efectos sobre la ganadería, en términos de shock calórico y enfermedades transmitidas por vectores, así como las pérdidas por catástrofes climáticas como

sequías e inundaciones, ejemplificando el caso de México. También se describe el impacto que tiene la ganadería en la emisión de gases con efecto invernadero, resumiendo algunas medidas de mitigación mediante una producción orgánica y/o sustentable, amigables con el bienestar animal.

**Palabras Clave:** cambio climático | calentamiento global | producción pecuaria | bienestar animal | México.

## ABSTRACT

This review article shows an overview of the climate change challenges to animal food production. Emphasize is given to the current climate change and global warming scientific theories and political trends, according to the International Panel on Climate Change (IPCC, 2007). Examples of the negative effects of climate change are provided in livestock, in terms of heat stress and vector disease transmission, and loss due to droughts and floods with Mexican case studies. Livestock impact on greenhouse gases is described as well with some mitigation measurements through sustainable and/or organic animal welfare friendly- production systems resumed.

**Keywords:** climate change | global warming | animal food production | animal welfare | Mexico.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los grupos ecologistas y de protección ambiental han alertado a las instituciones políticas y público en general, sobre la importancia que la producción ganadera intensiva desempeña en el fenómeno del Calentamiento Global (CWF, 2008). Por otro lado, existe preocupación por el efecto que tienen el Cambio Climático y los desastres naturales sobre los animales, ya sea por su pérdida, abandono o incluso muerte (Morton y de Haan, 2006). Antes de examinar las pruebas del Cambio Climático y sus repercusiones en la producción de alimentos, es necesario hacer una breve introducción sobre las definiciones y corrientes científicas y políticas en torno a los dos fenómenos climáticos, el calentamiento global y el cambio climático global.

Calentamiento Global es el aumento de la temperatura superficial terrestre, debida al aumento de la cantidad de gases invernadero en la atmósfera. En tanto que el Cambio Climático Global define al conjunto de cambios ambientales afectados por la actividad humana, con especial referencia a los cambios en los procesos que determinan el funcionamiento del sistema Tierra; o sea, aquellas actividades que, aunque ejercidas localmente, tienen efectos que trascienden el ámbito local o regional para afectar el funcionamiento global de la Tierra (Duarte, 2006). De forma similar, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007), define el Cambio Climático como “*toda modificación del clima habitual, atribuido o no a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante largos periodos de tiempo*”. En este sentido, para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el término se usa sólo para referirse al cambio por actividades humanas.

Los informes del IPCC (por sus siglas en inglés, Panel Intergubernamental de Cambio Climático creado por la ONU), indican impactos globales importantes, debidos al Calentamiento Global. En general, señalan cambios en las concentraciones de CO<sub>2</sub>, valores de las temperaturas del aire y del suelo, así como variaciones en las precipitaciones estacionales, que tendrán efectos devastadores en la agricultura, pesca, recursos hidrológicos, turismo, transporte y sanidad (IPCC, 2007).

De acuerdo con el IPCC (2007), el aumento irrestricto de las emisiones de gases está subiendo la temperatura del planeta. Las consecuencias incluyen el derretimiento de glaciares, el aumento de las precipitaciones y de la frecuencia de eventos meteorológicos extremos, y modificaciones en las estaciones del clima. El ritmo acelerado de Cambio Climático (CC), junto con el aumento de la población y del poder adquisitivo a nivel mundial, amenaza la seguridad alimentaria en todas partes (Nelson *et al.*, 2009).

El CC puede repercutir en el bienestar humano de varias maneras, en particular surtiendo efectos en la producción de alimentos y la seguridad alimentaria, por ejemplo debido a la escasez de agua, la degradación de las tierras y la desertificación; en la salud y la incidencia de diversas enfermedades transmitidas por vectores; en la frecuencia y la intensidad de los eventos meteorológicos extremos, como las inundaciones, las sequías y las tormentas tropicales, y en el aumento del nivel del mar. Los dos últimos tipos de efectos tienen consecuencias particularmente graves para los asentamientos humanos y el desplazamiento involuntario de la población (IPCC, 2007) y sus animales.

La cruzada internacional que impulsó el ex presidente norteamericano Al Gore y la IPCC (ganadores del Premio Nobel de la Paz en 2007) sobre el Calentamiento Global, ha estado en tela de juicio, algunos lo llaman el "*Climategate*". Es, supuestamente, la prueba que da la razón a quienes creen que el Cambio Climático, no es más que una conspiración de un grupo de científicos acusados de ocultar un descenso en la temperatura ambiental de 20 años, engañando al público. En noviembre de 2009, más de 1,000 correos electrónicos y 3,000 documentos de científicos colaborando con la Unidad de Investigación Climática de la Univ. Británica de East-Anglia, fueron robados y dados a conocer a la luz pública por un hacker no identificado; los documentos crearon polémica en torno a la veracidad de las predicciones. Son varios los escépticos, profesionales o no, que quieren desconocer o minimizar los efectos del Cambio Climático Global por razones económico-políticas, algunos de ellos han sido fuertemente financiados por la trasnacional Exxon (Schoijet, 2008), aduciendo que el centro del debate depende en gran medida, de la fiabilidad de las observaciones y de los modelos empleados para predecir el comportamiento del clima (Horner, 2007). En un estudio llevado a cabo por Oreskes (2004), donde analizó el 10% (928) de todos los artículos científicos sobre Cambio Climático publicados entre 1993 y 2003, identificó un consenso general sobre el aspecto científico del CC y los investigadores concuerdan con la postura del IPCC sobre sus causas antropogénicas. En este manuscrito, ofrecemos al lector una revisión de los efectos del Calentamiento Global y el Cambio Climático en la producción animal, a fin de que juzgue por sí mismo, su impacto y retos en el bienestar animal y en la cadena de producción de alimentos, ambos temas importantes en el ejercicio veterinario contemporáneo.

## Efectos sobre la Producción Pecuaria y el Bienestar Animal

De acuerdo con Broom (1993), el bienestar de un individuo, “*es el estado del animal en lo que respecta a sus intentos de hacer frente a las dificultades de su entorno, que tiene que hacer para afrontar las situaciones que se le presentan, y cuán bien o mal hace frente con éxito a todas esas circunstancias*”. Por su parte, Broom y Johnson (1993), mencionan que el Bienestar Animal es un estado medible, es una característica del animal y no algo que se le proporciona; no es una característica que simplemente existe o no existe, sino que presenta una gradación que oscila entre muy deficiente (malo) y muy bueno, como la salud de un animal. Por lo tanto, para utilizar el concepto de Bienestar Animal de un modo científico, siempre es necesario especificar su nivel y no solamente su presencia o ausencia; así, el nivel de bienestar de un animal es pobre cuando éste tiene dificultad para afrontar cambios en el ambiente o cuando fracasa en el intento (Broom, 2004).

La Asociación Mundial para la Protección de los Animales (WSPA, por sus siglas en inglés), organización que agrupa a 1,000 sociedades protectoras y organizaciones animalistas en 150 países, está llevando a cabo una campaña para lograr que la Organización de las Naciones Unidas realice una Declaración Universal para el Bienestar de los Animales y espera que los países firmantes, reconozcan los riesgos que factores medioambientales como el Cambio Climático, la pérdida del hábitat y la contaminación, causan a los animales (WSPA, 2008).

El bienestar y la productividad animal están en situación de riesgo debido a la acción de factores ambientales que influyen en el comportamiento animal. Cada animal posee una gama de comportamientos que son usados como herramientas de adaptación y ajustes frente al medio ambiente. El animal necesita percibir los cambios del medio para entonces manifestar su respuesta; así, monitorean su ambiente de varias maneras: utilizando la visión, audición, paladar, olfato, la temperatura y el tacto, que son estimulados por receptores específicos localizados en varias partes del cuerpo (Betancourt *et al.*, 2005).

Schimmelpfennig *et al.* (1996), describen la existencia de numerosos informes que indican daños potenciales a los animales en función de los cambios de clima proyectados. Para los sistemas de ganadería de carne y leche, de acuerdo con MVOTMA (2010) y MGAP (2010ab) en Uruguay, se esperan: altos niveles de incertidumbre en la productividad de cultivos y pasturas, ampliación en períodos de sequía que generan problemas de disponibilidad de agua para riego y consumo animal, aumento en la intensidad de lluvias generando inundaciones que perjudican la producción; aumento en la incidencia de enfermedades y plagas tanto en la producción animal como en la vegetal como consecuencia del incremento de temperatura y humedad; mayores riesgos de no disponer de agua para el ganado; más eventos de estrés calórico estival, disminución del pastoreo, de la producción de leche y de la fertilidad; menores pérdidas medias de peso invernal por menos trabajo de regulación térmica; mayor riesgo de degradación de la composición botánica de las pasturas y menor resiliencia (capacidad de recomposición ante eventos extremos); cambios en la distribución anual de las pasturas y en la dinámica de poblaciones de las especies forrajeras del campo natural; mayor riesgo de erosión de suelos y contaminación de aguas superficiales; cambios en la dinámica y proporción de especies de la flora y

fauna de bosques nativos, y mayor riesgo de incendios forestales. De forma similar, y a manera de síntesis, Rötter y van de Geijn (1999) y Zhao *et al.* (2005), indican que el clima afecta la producción animal global en cuatro sentidos:

- 1) El impacto de los cambios en la disponibilidad y precio de los granos para alimentar al ganado.
- 2) El impacto sobre la producción y calidad de los pastizales y forrajes.
- 3) El efecto directo del estado del tiempo y los fenómenos meteorológicos externos sobre la salud, el crecimiento y la reproducción animal.
- 4) Los cambios en la distribución de las enfermedades de las plantas y los animales.

Por su parte, Evenson (1999) afirma que el Cambio Climático va a favorecer la sucesión de crisis alimentarias locales y las consecuentes hambrunas en muchos países en vías de desarrollo. Sin duda, la agricultura y la ganadería son los sectores más amenazados. La demanda de materia prima agrícola, aumenta a la par que la población mundial y el CC afecta a la seguridad alimentaria. Se ha estimado que el CC acarreará aumentos adicionales de precios para los principales cultivos, tales como el arroz, trigo, maíz y soya. Esto implica un aumento en los costos de la alimentación animal, que se traducirá en un aumento de los precios de la carne. Como consecuencia, el CC reducirá ligeramente el crecimiento del consumo de carne y producirá una caída más notable en el consumo de cereales (Nelson *et al.*, 2009).

La agricultura es extremadamente vulnerable al Cambio Climático. Desde el punto de vista forrajero, la escasez de agua de lluvia además de disminuir el rendimiento de las plantas nativas o cultivadas y que esto se refleje en una drástica reducción de la capacidad de carga animal de los predios, también afecta el nivel nutricional de ganado, ya que ante el estrés hídrico las plantas aceleran su metabolismo normal pasando en menor tiempo del estado de crecimiento al estado reproductivo o de formación de semilla, con lo que su contenido nutricional se disminuye tanto en la cantidad como en la calidad de sus nutrientes, lo que provoca que el ganado no llegue ni siquiera a cubrir sus requerimientos de mantenimiento (materia seca), mucho menos para cubrir los requerimientos nutricionales y continuar con alguna función productiva y/o reproductiva (Giner *et al.*, 2011).

De acuerdo con el cuarto informe de evaluación del IPCC (2007), la temperatura media mundial ha subido alrededor de 0.74°C en el último siglo y se estima que las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) producirán inevitablemente un mayor calentamiento. Sin embargo, retomemos que el caso *Climategate*, de supuesta corrupción científica, se originó por omitir cifras de descenso de temperatura, más que ascensos de la misma. En este sentido, es importante saber que las investigaciones que los científicos usaron para llegar a su dramática conclusión del incremento en la temperatura del planeta, son resultados de modelos computarizados del clima. Se señala que emplearon programas de computadora donde el código, algoritmos y ecuaciones, fueron diseñados para demostrar resultados que les permitan afirmar que no hay otra explicación para el calentamiento que el aumento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera. De acuerdo con los detractores del CC, la gente involucrada en los datos, le llama "significativo" a 0.8°C en 150 años ó 0.08°C por década, o bien, 0.008°C por año. Pero según Ferreira (2010), si se revisa cuidadosamente la gráfica de 1997, había la misma

temperatura que en 1900; pasaron 97 años y las temperaturas subieron, bajaron y volvieron a subir y nuevamente a bajar, y a subir de nuevo, ¿todo causado por el CO<sub>2</sub>, o por alguna causa natural?

No obstante, actualmente, los modelos constituyen el único medio disponible para la consideración del amplio rango de procesos físicos interactivos que caracterizan el sistema climático. Los modelos climáticos debido a la complejidad de los sistemas que rigen el clima, incorporan a su vez, modelos atmosféricos (que reproducen el comportamiento de la atmósfera basándose en principios físicos) y modelos oceánicos (que representan el comportamiento del océano). El instrumento más desarrollado en la predicción del clima es el modelo de circulación general (Colegio Oficial de Físicos, 1999).

El efecto del clima en la producción animal ha sido estudiado desde hace aproximadamente medio siglo, lográndose importantes avances en el entendimiento de los aspectos fisiológicos y de comportamiento animal bajo condiciones de estrés climático. En la actualidad es posible evaluar en forma conjunta el efecto de factores tales como: radiación solar, humedad relativa, temperatura ambiental, velocidad del viento, precipitaciones, tipo de dieta, nivel energético de la dieta, genotipo, etc. (véase revisión de Arias *et al.*, 2008). En conjunto, estas variables tienen un efecto directo sobre el bienestar animal, así como también en los índices productivos, como la ganancia de peso diaria, producción diaria de leche, conversión de alimento, tasa de preñez, etc. (Mitloehner *et al.*, 2001; Brown-Brandl *et al.*, 2006).

El forraje de baja calidad, la disponibilidad limitada del agua, las altas temperaturas ambientales y del aire, y los niveles elevados de radiación solar directa e indirecta, son los factores que más influyen la productividad del ganado en zonas áridas y tropicales (Bañuelos-Valenzuela y Sánchez-Rodríguez, 2005). Corresponde mencionar que la zona termoneutral (ZTN) en las vacas lecheras está entre 6°C y 16°C, la menor límite de ZTN de todas las especies que consumimos, por lo tanto el ganado lechero es muy vulnerable al Calentamiento Global. A 26°C, comerá menos; a 32°C, disminuye su producción de leche y cae la tasa de concepción; a 37°C con una humedad relativa mayor a 80%, corre el riesgo de muerte, mientras que a 46.7°C y humedad menor a 50%, también está en riesgo de muerte (Hahn y Mader, 1997). Otros autores señalan que la temperatura de confort ambiental en el ganado lechero oscila entre los 5 y 24°C y se espera que medio-ambientes con temperaturas superiores a los 24°C, afecten su metabolismo basal, comprometiendo su función reproductiva (Aréchiga-Flores y Hansen, 2003) con retrasos en el ciclo estral de las hembras.

En el ganado lechero se utiliza el índice temperatura-humedad (THI, por sus siglas en inglés) como un indicador de riesgo de estrés calórico. Tradicionalmente, se han empleado los siguientes valores: <70, son confortables; con 72, hay estrés calórico manifiesto con un incremento en la frecuencia respiratoria (FR); entre 75 y 78, es estresante para el animal, y >78, ocasiona malestar y riesgos de salud (Armstrong, 1994). Sin embargo, un estudio de la Universidad de Arizona (Zimbelman *et al.*, 2009), muestra que un valor de THI de 68, ocasiona disminución de la producción lechera. Estudios recientes en la zona tropical de Veracruz, en México (Hernández *et al.*, 2011), revelan que para los periodos 1917-1960, 1961-1990 y 1991-2008, considerando mayo que es cuando las temperaturas son mayores, se observaron THI de 83, 85 y 86,

respectivamente, lo que indica que las posibilidades de confort animal son escasas y se proyecta que con el Cambio Climático serán peores.

Otro valor empleado en la evaluación de bienestar pobre por estrés calórico, en este caso en ganado de engorda en corral, es la calificación de jadeo (escala de 0 a 4, dependiendo el número de respiraciones por minuto y la presencia de sialorrea) (Mader *et al.*, 2002) acompañada del índice de carga calórica, donde los valores <70 son termoneutrales y >96, son extremos (Gaughan *et al.*, 2010). Sin embargo, existirán diferencias raciales en la tolerancia al calor. Brown-Brandl *et al.* (2006) evaluaron las características raciales del color del pelo y capa en Angus (negras), Marc III (rojo oscuro), Gelbvieh (beige) y Charolais (blanco y rosa); sus resultados concluyen que las vaquillas Angus tuvieron FR, calificación de jadeo y temperatura superficial, más elevadas, seguidas de Marc III, Gelbvieh y Charolais.

Como se señaló, los animales tienen un umbral por encima del cual entran en estrés calórico, comprometiendo su bienestar y consumo alimenticio, siendo las razas de *Bos taurus*, más sensibles que las de *Bos indicus*, pues estas últimas cuentan con mejores adaptaciones anatómicas al tener orejas más largas y pliegues de piel que aumentan la superficie corporal y con ello pierden más calor por unidad de peso; así mismo, tienen mayor densidad de glándulas sudoríparas (Dowling, 1955), aunque cabe hacer notar que las cruces Brahman x Hereford llegan a tener más glándulas sudoríparas y menor FR en situaciones con un THI >90, que las razas Brahman y Hereford. Estos estudios demuestran que las cruces tienen un rendimiento intermedio entre las dos especies (Gaughan *et al.*, 1999). Por el contrario, *Bos taurus* es más tolerante a climas templados; la raza Holstein es mejor productora de leche que la raza Cebú (>30 kg/día vs. <7.5 kg/día). La tolerancia al calor del ganado cebuino se atribuye a su poca producción lechera, sugiriendo que una selección para mayor producción, conlleva a una disminución en la tolerancia al calor (Ravagnolo y Misztal, 2000). No obstante, la producción de Holstein en regiones tropicales es factible siempre y cuando se le provea al ganado de medios para disipar calor, una nutrición que soporte su potencial genético y cuidados veterinarios (Berman, 2012), también habrá que tomar en cuenta que las razas europeas son más susceptibles a las enfermedades parasitarias (*Babesia* spp.) y a aquellas transmitidas por garrapatas (*Anaplasma* spp.), dos enfermedades hemoparasitarias de ambientes tropicales (Mahoney *et al.*, 1981, a pesar de que éstas no causan brotes o problemas serios en la población bovina originaria del lugar (Milián, 2000). Para una revisión sobre las adaptaciones al estrés calórico en rumiantes, se remite al lector al trabajo de Bernabucci *et al.* (2010).

Generalmente, los rumiantes tienen mayor tolerancia térmica que los monogástricos. Al aumentar el rendimiento lechero de la vaca y las tasas de crecimiento y magrura en las aves y cerdos, la producción metabólica también se ha incrementado, disminuyendo con ello, la capacidad de tolerar temperaturas elevadas (Zumbach *et al.*, 2008).

En los EEUU, se ha estimado que por cada animal que muere por estrés climático, se pierden \$5,000 dólares (St-Pierre *et al.*, 2003). Para tratar de mitigar las pérdidas económicas debidas a los efectos estresantes del clima, los ganaderos disponen, por un lado, de estrategias nutricionales que apuntan a mantener el equilibrio calórico del ganado, y por otro, de ciertas técnicas para mitigar el calor, como el uso de sombras, micro-aspersores o ventiladores (Bucklin *et al.*, 1991). Estudios de etología muestran

que ante el estrés calórico en ganado, el uso de sombras es mucho más eficiente que el de aspersores (Mitloehner *et al.*, 2001); la interpretación de estos resultados sugiere que el dosel de un árbol es más eficiente que un ventilador. Sin embargo, para el caso de los cerdos y aves, cuya crianza es básicamente en confinamiento, esto supone un gran gasto energético, empleando sistemas de ventilación forzada para abatir el estrés calórico en los animales.

Otro problema de bienestar animal, lo constituye el transporte de ganado a larga distancia, especialmente si se realiza durante las horas más calurosas; se han identificado los siguientes problemas: lesiones, mayor susceptibilidad a infecciones por el mayor contacto entre animales transportados, hambre, sed, dolor, frustración, miedo y estrés (Wilkins, 2009). Lo ideal sería que no hubiese transportes con jornadas prolongadas ni a largas distancias, tan sólo hace falta un camión para transportar 24 toneladas de carne de caballo, mientras que serían necesarios más de 5 vehículos para trasladar a las decenas de equinos de los que se obtendría dicha carne. Esto cobra relevancia en el impacto que tiene en la emisión de GEI. Se calcula que el transporte de alimento para consumo animal, y el procesamiento y transporte de los productos de origen animal, emite decenas de millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Sólo el transporte de alimento y productos animales emite 0.8 ton. anuales de CO<sub>2</sub> (Steinfeld *et al.*, 2006). En los EEUU, un alimento recorre un promedio de 1,500 millas antes de llegar desde el lugar de producción a la mesa, en tanto que en el Reino Unido, la importación de productos alimentarios y piensos mediante transporte marítimo, aéreo y por carretera, equivale a más de 83,000 millones de toneladas kilómetro (Simms, 2000); las ton. km. se calculan multiplicando el peso en toneladas de cada carga transportada por la distancia en kilómetros. Este dato, que se puede aplicar de forma semejante a varios productos animales, muestra que el transporte a larga distancia conlleva perjudiciales consecuencias medioambientales debido a la cantidad de gases contaminantes emitidos por los camiones que recorren distancias de miles de kilómetros alrededor del mundo, contribuyendo de forma antropogénica, al Calentamiento Global.

Las emisiones de GEI pueden proceder de todas las principales fases del ciclo de la producción pecuaria. Las emisiones causadas por la producción de forraje y los pastos están vinculadas a la producción y la aplicación de fertilizantes químicos y plaguicidas, a la pérdida de materia orgánica del suelo y al transporte. Cuando los bosques se desmontan para obtener pastos y forraje, se liberan a la atmósfera grandes cantidades de carbono almacenado en la vegetación y el suelo. Por el contrario, cuando se ponen en práctica unas buenas prácticas de manejo en la tierra degradada, los pastos y las tierras de cultivo pueden convertirse en sumideros netos de carbono y capturar carbono de la atmósfera (FAO, 2006).

En la década 1990-2000, Latinoamérica continuó siendo la región del mundo con las más altas tasas de deforestación, con un promedio neto de 4.4 millones de ha./año (FRA, 2000). En términos absolutos, Brasil, México, Argentina, Perú y Venezuela, fueron los países con las más altas tasas de pérdida de bosques; para el caso de México, el promedio fue de 6 ha./año (FAO, 2001), éste país presentó una de las más altas tasas porcentuales mundiales de cambio de uso de suelo (Maser *et al.*, 1997).

Se predice que en América Latina, la producción ganadera basada en el pastoreo será afectada negativamente por un incremento en la variabilidad de las precipitaciones, y de igual forma, aquellas áreas propensas a sequías e inundaciones, se verán perturbadas severamente (IPCC, 2007). En particular, este sería el caso de todas las zonas de Chile, México, Guatemala y El Salvador, que cuentan con mayores riesgos de sequías y donde las predicciones de por lo menos 7 de 8 de los modelos de clima global, indican que para el 2030 el número de días consecutivos de sequía aumentará y las olas de calor se mantendrán por más tiempo.

En México existe una fuerte polarización económica, social y ecológica que da sustento a una gravísima paradoja productiva que consiste en la sobreexplotación y contaminación de ciertos recursos, con el sub-aprovechamiento y destrucción de muchos otros (Toledo, 1996). Por si fuera poco, en dicho país se carece de un plan agropecuario estratégico (Salazar y Maserá, 2010); sus características geográficas, condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, así como su situación económica y social, lo convierten en un Estado altamente vulnerable a eventos hidrometeorológicos que pueden llegar a situaciones de desastre. Se pronostica que un cambio a condiciones más cálidas y más secas, podría dar origen a una crisis nutricional y económica porque el sector agropecuario está presionado por precipitaciones escasas y variables (Calvo *et al.*, 2000), efectos que ya se están viviendo: de acuerdo con la SAGARPA (Toribio, 2012), la sequía que afecta al norte del país desde mayo de 2011, ha ocasionado la pérdida de más de 60,000 cabezas de ganado a un costo aproximado de \$420 millones de pesos.

Por otro lado, irónicamente, en el “año internacional de los bosques”, México enfrentó una oleada de incendios forestales que no había visto desde hace 12 años. Al 3 de junio del 2011, se habían registrado 9,975 incendios en 6 meses en 30 entidades, con las siguientes pérdidas tan solo para Coahuila, al norte de la República, declarado estado de emergencia: 270,630 ha. de bosques y arbustos (36%) y pastizales (64%); más de \$600 millones de pesos (Muñoz, 2011); escasez de pastos que afectó 18,500 cabezas de ganado; 25,000 cabezas de ganado desplazadas y daños en infraestructura agropecuaria e hidrológica, entre otros. Todo ello debido a que en 8 meses hubo menos lluvia de la que se acostumbraba, aunado a tormentas eléctricas en seco en zonas difíciles de ingresar para su control y combate, y la falta de respuesta temprana de las autoridades correspondientes.

En el lado opuesto, un exceso de agua también trae consecuencias graves. En México, por ejemplo, los efectos ocasionados por las lluvias atípicas y las inundaciones de Tabasco, en el sureste del país en 2008, causaron la pérdida de cosechas, pastizales, producción pesquera y acuícola y plantaciones silvícolas comerciales, viveros y la muerte de animales; murieron un total de 21,831 cabezas, de las cuales el 21,8% correspondió a ganado bovino —vacas lecheras, doble propósito y terneros— y 1,9% a ovinos. Algunas vacas que se encontraban preñadas sufrieron abortos y otras, absorción embrionaria. El estrés en las vacas causado por las lluvias y las inundaciones ocasiona una disminución de los rendimientos para la producción de leche, que se extenderá durante varios meses —aproximadamente entre cuatro o cinco— mientras se recuperan los niveles promedio de producción. Se afectó un 32% de la superficie de los pastizales, lo que equivale a un total de 503,977 ha., 322,029 en forma parcial y el resto dañado totalmente, lo que ocasionó una disminución en la producción de forrajes. La

economía de traspatio también se vio afectada con la desaparición de 14,562 aves y 2,013 porcinos. Esta producción pertenece a familias campesinas que se encuentran en la línea de pobreza o extrema pobreza y el impacto del desastre causó grandes mermas de sus ingresos. El subsector apícola también mostró daños y pérdidas, se destruyeron un total de 1,200 colmenas que aproximadamente producen cada una, 35 kg. de miel por año (CEPAL, 2011). Este es tan sólo un ejemplo, de lo que se viene vaticinando por el IPCC (2007), respecto a las perturbaciones en la ganadería por el Cambio Climático.

## **Efectos sobre la Salud**

El Cambio Climático amenaza la salud humana y la animal. El Foro Económico Mundial de Davos, en enero del 2007, reveló que hace un cuarto de siglo varios de los 23 riesgos que actualmente afectan a las diversas economías no existían a nivel global. Entre ellos citan los riesgos ambientales como el Cambio Climático y la presión sobre el agua dulce y riesgos sociales, que incluyen la propagación de nuevas enfermedades infecciosas en los países en desarrollo y enfermedades crónicas en los países industriales.

Desde el punto de vista de sanidad animal, cabe esperar que el Cambio Climático aumente el riesgo de incidencia de los procesos parasitarios e infecciosos, cuyos agentes etiológicos o sus vectores, tengan una estrecha relación con el clima, de enfermedades emergentes y re-emergentes (Summers, 2009; van Dijk *et al.*, 2010), así como de plagas en pasturas. Las enfermedades transmitidas por vectores son especialmente susceptibles a las condiciones cambiantes del medio ambiente debido a que las tasas de reproducción, crecimiento de la población y alimentación de los vectores aumentan con incrementos en la temperatura (Hoberg *et al.*, 2008). De esta forma, el clima puede afectar directamente la supervivencia de los artrópodos, pero también la replicación viral y la proliferación de los artrópodos (véase revisión de Torremorell, 2010).

Muchas de las parasitosis que afectan a los animales se deben a artrópodos, fundamentalmente moscas, mosquitos y garrapatas, que como se señaló, dependen totalmente del clima para regular su ciclo biológico, así como de la presencia de barreras biológicas y de bosques tropicales y de pino encino, entre otros, dependiendo de las condiciones climáticas. La situación de inviernos más suaves y con mayores precipitaciones, implicará una menor mortalidad de las poblaciones de todos los parásitos, lo que se traducirá en un mayor número de individuos en primavera. Esta población afectará preferentemente a los animales jóvenes que realizan su primera salida a pastos en esta época y que tienen una inmunidad deficiente como consecuencia de la edad, lo que provocará pérdidas económicas sustancialmente mayores.

Por otro lado, el incremento global en la transmisión de zoonosis virales se debe primordialmente a las actividades antropogénicas, tales como el cambio en el uso del suelo, intensificación de la agricultura y ganadería y globalización del comercio mundial, entre otros factores (Vandegrift *et al.*, 2011).

En áreas templadas como el norte de Europa, se está dando la presencia de Lengua Azul en el ganado, enfermedad que sólo se encontraba en áreas tropicales de África y Asia; se cree que en Europa se presenta debido al aumento en la temperatura ambiental en los años 1990's (Purse *et al.*, 2005). Por otra parte, los cambios en patrones de lluvia afectan la presencia de brotes como el caso del virus de la fiebre del Valle de Rift en el este de África (Thornton *et al.*, 2008). También se especula que el Cambio Climático afecta la ecología de poblaciones de aves migratorias en el caso de Influenza Aviar (Gilbert *et al.*, 2008).

El agua estancada es un buen medio para la reproducción de vectores. Además, las aguas de inundación arrastran aguas de desagüe con residuos químicos y desechos de animales o animales muertos. Las inundaciones son un factor de riesgo en la transmisión de Leptospirosis (Barcellos y Sabroza, 2001), importante zoonosis mundial. En las inundaciones de Nicaragua de 1995 se desarrolló un importante brote de leptospirosis que cursó con un cuadro de fiebre aguda y hemorragia pulmonar (Beniston, 2002).

En el caso de los ovinos, es muy difícil que sobrevivan en condiciones de extrema humedad y terreno fangoso, quedando expuestos a varias enfermedades. A manera de ejemplo, las inundaciones en la zona de cría en una región de Argentina, ocasionaron un aumento notable de varias enfermedades del ganado, como se señalan a continuación (INTA, 2003):

- a) Parasitosis externas e internas, por nemátodos o coccidiosis, manifestaciones clínicas que se presentan tanto en ovinos como en bovinos.
- b) Enfermedades carenciales, mayor ocurrencia de muertes por hipomagnesemia en la especie bovina.
- c) Enfermedades ocasionadas por el consumo de sustancias o plantas tóxicas que normalmente el animal no consume. Las micotoxinas derivadas de hongos en el alimento para suplementación (granos o forraje húmedo) o en los pastos, también son causa de intoxicación.
- d) Enfermedades infecciosas como diarrea neonatal en terneros, colibacilosis, leptospirosis y brucelosis. Además de un aumento de las afecciones respiratorias de origen vírico o bacteriano y neumonías.
- e) En los ovinos, fueron más patentes las enfermedades clostridiales: gangrena infecciosa, enterotoxemia, hepatitis infecciosa necrosante, tétanos y carbunco.
- f) Enfermedades venéreas, como tricomoniasis y campilobacteriosis genital bovina.

### **La Producción de Alimentos, bajo la Mira**

La seguridad alimentaria y el Cambio Climático son los retos más importantes del siglo XXI puesto que la leche, carne, pescado y huevo, constituyen parte sustancial de una dieta saludable y bien balanceada en el hombre (Schwein, 2012). Sin embargo, hay quien asegura que si nos preocupa realmente el Cambio Climático y el bienestar

animal, deberíamos ser vegetarianos estrictos. Algunos argumentos de esta corriente, son resumidos por Goodland y Anhang (2009):

- El ganado contribuye a la emisión de gases invernadero hasta en un 51% en el mundo y de acuerdo a la FAO (2006), alrededor de un 37% del metano proviene del ganado.
- La deforestación, producto de crear zonas de pastoreo para el ganado: se estima que se requiere alrededor de una ha. de pastos para sostener a una sola cabeza de ganado.
- A nivel mundial se utiliza alrededor de un 26% de tierras para el ganado, contra un 33% para la agricultura.
- De 2002 a 2009 se incrementaron en un 12% los productos derivados de la explotación ganadera, lo que significa un aumento en la emisión de gases contaminantes.
- Otra forma de emisión de gases contaminantes es aquella derivada del mantenimiento de la industria cárnica. Por ejemplo, toda la infraestructura utilizada para mantener a cierta temperatura, las granjas o la construcción y operación de industrias dedicadas a procesar organismos marinos utilizados para alimentar al ganado.
- En sí, toda la infraestructura derivada del mantenimiento, conservación, procesamiento y consumo de productos de origen animal, como por ejemplo, la gran cantidad de agua necesaria para el ganado, la emisión de fluro-carbonos de los refrigeradores, el cocinar a altas temperaturas e incluso la industria farmacéutica destinada a la cura y tratamiento de diversas enfermedades de los animales de abasto.

Como se observa, prácticamente en todas las etapas del proceso de producción animal se emiten y liberan a la atmósfera sustancias que contribuyen al Cambio Climático o a la contaminación del aire, o bien, 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 (Steinfeld *et al.*, 2006).

A pesar de que el Protocolo de Kioto entró en vigor en 2005, las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> han ido aumentando. Se considera que el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el metano, gases de efecto invernadero muy potentes, representan el mayor volumen de emisiones directas de la agricultura, específicamente, por la actividad ganadera. En el año 2000, aproximadamente el 35% de las emisiones GEI procedían de las emisiones de los productos no energéticos: de la agricultura, el 14% de óxido nitroso y de metano, y un 18% del cambio del uso de tierras principalmente por la deforestación con fines agrícolas (Stern, 2006).

De acuerdo con la FAO (2006), la producción de alimentos para los animales, utiliza actualmente un tercio de las tierras de cultivo del mundo y de los fertilizantes químicos responsables de la mayor parte de las emisiones antropogénicas de óxido nitroso. Igualmente la acuicultura, es cada vez más dependiente de la manufactura de alimentos como lo es el ganado. Los pastizales representan un tercio de los depósitos de carbono terrestre, principalmente por su masa de raíces y han evolucionado en coexistencia con el ganado. Pero se culpa erróneamente a la ganadería extensiva de

alterar el clima; cuando los pastizales se transforman en cultivos, a menudo para obtener más alimento para un número creciente de cabezas de ganado, liberan a la atmósfera el carbono almacenado.

Se debe reconocer que efectivamente, la producción pecuaria consume grandes cantidades de energía. Por ejemplo, se ha estimado que para procesar 1 kg. de carne de res, se requiere de 4.37 megajoules (MJ) ó 1.21 kilowatt-hora y procesar una docena de huevos, requiere >6 MJ ó 1.66 KW-hora (Steinfeld *et al.*, 2006). El mismo kilogramo de res puede resultar en una producción equivalente a 36.4 kg. de CO<sub>2</sub> de GEI, con la mayor parte de la energía consumida atribuida a la producción y transporte de alimento (Ogino *et al.*, 2007), siendo el rango para esta especie, de 14 a 32 Kg. de CO<sub>2</sub> equivalentes por kg. de producto; para el caso de los cerdos el valor es de 4 a 10 kg. y para las aves de corral, de 4 a 7 kg. (de Vries y de Boer, 2010). Las emisiones más bajas de CO<sub>2</sub> (equivalentes en kg. en un periodo de 100 años) de los productos pecuarios de consumo humano la tienen la leche, el huevo y el pollo con 0.45, 1.7 y 3, respectivamente. En tanto que las emisiones más altas corresponden como ya se señaló, a la res, pero también al queso y a la carne de cerdo, con valores de 6.9, 5.0 y 3.9, respectivamente (Carlsson-Kanyama y González, 2009).

Por otra parte, el metano (CH<sub>4</sub>), principal GEI emitido por la ganadería, derivado de la fermentación ruminal, tiene un potencial de calentamiento veintitrés veces superior al CO<sub>2</sub>. Se considera que una vaca lechera produce de forma natural, aproximadamente 75 kg. de CH<sub>4</sub> al año, que equivale a más de 1.5 ton. de CO<sub>2</sub> (FAO, 2006). En México, el ganado bovino contribuye en mayor medida a las emisiones de metano generadas por el manejo de estiércol. En 2002, sus emisiones fueron de aproximadamente 31 mil ton. de CH<sub>4</sub>. Otra fuente importante de metano es el ganado porcino, en 2002, sus excretas generaron 10,500 ton. (SEMARNAT, 2009). Sin embargo, hay que aclarar que el metano en la industria porcina, tiene un uso potencial como combustible. El IPCC (2007) estima que el cerdo produce 1 kg. de metano al año, no obstante en China, que dicho sea de paso, posee la mitad de los cerdos del mundo, Ji *et al.* (2011), encontraron que los cerdos de 60 y 90 kg. de peso, emiten 0.41 y 0.63 kg. de metano, respectivamente, concluyendo que habrá diferencias entre animales de una misma piara, bajo el mismo manejo nutritivo y de alojamiento.

En países como Dinamarca o Suecia, en las ofertas comerciales de tres variedades de hamburguesas, figura, entre otros datos, tales como el precio o los ingredientes que lo componen, un número más que es la "huella de carbono" (definida como la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto). El impacto ambiental se mide y se realiza con ese valor de un inventario de emisiones de GEI que generó la producción de ese alimento. El consumidor puede así elegir comer aquella hamburguesa cuya elaboración resulta menos contaminante a la atmósfera.

Además del impacto ambiental por GEI, el ganado está en tela de juicio porque consume cuantiosas cantidades de agua, si se toma en cuenta que producir medio kg. de carne de res implica 9,000 litros de agua. Otros animales como las aves y los cerdos, consumen menos agua que el ganado, siendo el consumo bovino uno de los más altos comparados con el de otros animales utilizados para la alimentación del hombre (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Cantidad de agua que consumen los productos agropecuarios**

| Producto       | Cantidad de agua (L.) |
|----------------|-----------------------|
| 1 huevo        | 135                   |
| 1 kg. de maíz  | 900                   |
| 1 kg. de arroz | 3,000                 |
| 1kg. de pollo  | 3,900                 |
| 1 kg. de cerdo | 4,900                 |
| 1 kg. de queso | 5,000                 |
| 1 kg. de res   | 15,000                |

Fuente: Chapagain y Hoekstra, 2004.

En resumen, las Naciones Unidas (FAO, 2006) informan que una de las amenazas más grandes para el clima, los bosques y el mundo animal, es el crecimiento de los hatos ganaderos. La industria animal está siendo imputada de varios crímenes medioambientales, desde la lluvia ácida hasta la producción de desiertos o de zonas muertas en los océanos, envenenamiento de ríos, de beberse el agua y destruir las reservas de corales; los mil millones de ruminantes han sido señalados como los grandes responsables. Sucede que el ganado es responsable del 18% de los gases de efecto invernadero que provocan el Calentamiento Global más que el transporte (autos, barcos, aviones y trenes del mundo puestos juntos). Sin embargo, hay que ser cautelosos con la información. De acuerdo con expertos en la medición de calidad del aire, de la Universidad de Davis, CA, los autores del informe de la FAO, tomaron la cifra del impacto del transporte del IPCC; el problema de hacer esto es que la FAO (2006) usó un método mucho más exhaustivo del análisis de ciclo de vida cuando hizo su estudio de la ganadería, que lo que usó la IPCC (2007) para calcular el impacto de GEI del transporte. El resultado fue un número inflado del efecto de la agricultura en el calentamiento global que ya corregida, corresponde a 1.5% (Pitesky *et al.*, 2009).

No obstante el error, varios aprovecharon la información del informe de la FAO (2006) para hacer campañas contra el consumo de carne y a favor del vegetarianismo, entre otras, la iniciativa de no comer carne todos los lunes, del famoso ex Beatle, el cantante Paul McCartney.

Si bien lo expuesto señala una clara estrategia mundial para reducir el consumo de carne, mitigando los efectos en el Calentamiento Global y buscando culpables en la producción de proteína animal, por otro lado está la corriente extrema, que impulsa la producción pecuaria, debido a la gran demanda que tendrá en futuras décadas, por el crecimiento demográfico, especialmente en los países menos desarrollados.

Para 2050 se calcula que la población mundial será de 9 mil millones de personas, con todos los desafíos que ello implica. Este crecimiento demográfico generará mayor ingreso y mayor demanda a nivel mundial. La FAO (2002), dio a conocer una previsión sobre la producción de carne en el mundo, ésta se sitúa para el año 2015 nada menos que en 300 millones de toneladas y se vaticina que la producción de carne se incrementará sobre todo por el crecimiento de la ganadería en los países en vías de desarrollo, no obstante los grandes contrastes en su consumo. McMichael *et al.* (2007), señalan un consumo global actual de unos 100 gramos por persona al día como promedio, con una variación de 10 veces entre los países con alto y bajo consumo y se ha propuesto la meta global de 90 g. al día con al menos 50 g. provenientes de carne de rumiantes.

### **La Producción Pecuaria Orgánica y Sustentable**

Los actuales sistemas de producción pecuaria intensiva no son sustentables (Carlsson-Kanyama, 1998), requieren de una alta demanda de recursos naturales de tierra y agua, y ocasionan graves problemas de contaminación por los purines y el uso de fertilizantes químicos, pesticidas y herbicidas, así como energías de combustibles no renovables que se emplean en la producción de granos y forrajes para sustentarla (Torres y Trápaga, 1997). La creciente preocupación por el bienestar animal y la salud de los consumidores, tras continuos episodios de alarma social y efectos medioambientales, están provocando una reorientación de la actividad ganadera hacia una producción más extensiva, respetuosa con el medio ambiente, la salud de los consumidores, la calidad de los productos obtenidos y el buen trato a los animales.

Entre las estrategias de mitigación del Calentamiento Global, se incluyen técnicas agropecuarias amigables con el ambiente, como la producción orgánica (El-Hage Scialabba y Müller-Lindenlauf, 2010) también llamada agricultura ecológica, biológica (Martínez, 2008), biodinámica o autosustentable (Trápaga y Torres, 1994), así como la producción sustentable, la asociación de cultivos evitando el monocultivo, la regulación del pastoreo y el tratamiento de aguas residuales (purines) y fertilizantes, entre otras.

El modelo de agricultura orgánica pone énfasis en la rotación y diversificación de cultivos, recuperación de suelos, así como el control de enfermedades y plagas de cosechas y ganado por medios naturales (Trápaga y Torres, 1994), como el uso de tratamientos homeopáticos, tradicionales y herbolaria (Krav-Standars, 2009). La ganadería orgánica emplea menos energía que la ganadería no orgánica (Soil Association, 2007) y produce menos emisiones de GEI (IFOAM, 2004). En cerdos y ovinos bajo producción orgánica, se ha estimado que hay menos emisiones de GEI por kg. de carne (Williams *et al.*, 2006); por el contrario, en pollos mantenidos en sistemas orgánicos, las emisiones han sido mayores que las que se obtienen en la producción industrial (Soil Association, 2007).

En la década pasada, aproximadamente 60% de todas las granjas orgánicas de la Unión Europea, eran de vacas lecheras (Knaus *et al.*, 2001), uno de los sistemas de producción orgánica más grandes y complejos por la enorme cantidad de innovaciones tecnológicas que conlleva (Brunett *et al.*, 2004). Dentro de las regulaciones de dicha producción, se establece que los sistemas orgánicos bajo los cuales se mantienen los animales, deben estar de acuerdo con las normas más exigentes de bienestar animal; deben ser alimentados de acuerdo con su fisiología, utilizando alimentos producidos en

su mayor parte en la misma granja, y los tratamientos veterinarios deben evitar siempre el uso profiláctico rutinario de medicamentos, de forma que debe mantenerse la salud del ganado mediante acciones preventivas de bienestar animal, y con una estabulación y alimentación adecuadas (Lampkin, 1998). Como se puede observar, la producción orgánica, va más allá de la simple producción de leche sin residuos químicos.

También la producción de carne orgánica de cerdo representa un importante mercado potencial; sin embargo, en América Latina la oferta va atrás de la demanda por falta de estructura de mercado y de la capacitación para criar animales en estas condiciones (Martínez, 2008). Dentro de los estándares para la certificación de producción porcina orgánica establecidos por Krav-Standars (2009), miembro de IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica; el principal órgano certificador de producción orgánica del mundo) y marca de producción orgánica más famosa de Suecia, las condiciones de alojamiento para una granja deben permitir la socialización, alimentación, ejercicio y vida en pastoreo de los cerdos; las cerdas deben parir solas. En cuanto a la salud de los animales, el tratamiento farmacológico está permitido y recomendado, cuando la vida está en riesgo, con un periodo de retiro del doble con respecto al indicado según el fármaco, permitiendo el uso de medicina alternativa como la homeopatía y herbolaria. El uso de hormonas para la reproducción no está permitido, prefiriendo la monta natural, sin prohibir la inseminación artificial; así mismo está prohibido el uso de promotores del crecimiento. En el rubro de la alimentación, todos los ingredientes deben provenir de fuentes orgánicas, de preferencia, de la misma granja; se deberá omitir en su totalidad el uso de hormonas, antibióticos, agentes preservadores, agentes colorantes, urea, subproductos de origen animal, aminoácidos sintéticos y productos genéticamente modificados; el uso de minerales y vitaminas, así como aminoácidos puros están permitidos pero con una inclusión máxima del 20% de la dieta. El manejo se caracteriza por un cuidado y respeto animal para permitir la expresión de su comportamiento natural, por ejemplo la lactancia debe ser de 7 semanas.

Respecto a la producción ecológica en el ámbito ganadero, el IFOAM (2010) indica que las prácticas de manejo deben estar regidas por las necesidades fisiológicas y etológicas de los animales y rechaza los métodos intensivos de explotación (estabulación permanente, confinamiento prolongado, la falta de libertad de movimiento; las técnicas de sincronización de celos mediante procedimientos contranaturales (inducción de celo con hormonas); las técnicas de transferencia de embriones e ingeniería genética y los tratamientos con medicamentos sintéticos, salvo para salvaguardar la vida del animal.

Sobre los sistemas sustentables, éstos son prácticamente imposibles de obtener en las grandes concentraciones de animales de la producción industrial agrupada en "clusters" (conglomerados) o en la piara industrial actual, ya que sus altos niveles de producción requieren una gran cantidad de insumos energéticos con grandes costos ecológicos. En nuestra experiencia, proponemos para el caso de los cerdos, una porcicultura artesanal, pues es la que más se acerca al concepto de sustentabilidad por sus menores demandas de insumos exógenos, pero para que cumpla con los tres criterios básicos de sustentabilidad (eficiencia económica, social y ecológica), deberán satisfacerse las siguientes premisas (Ramírez *et al.*, 2001):

1. No rebasar la capacidad de producción animal más allá de la capacidad interna para generar insumos alimenticios o consecución exógena de insumos alimentarios de bajo costo.
2. Disponer de sistemas sencillos para el reciclaje del agua y la materia orgánica (composteo).
3. No comprar alimentos comerciales.
4. No comprar insumos de moda o de eficiencia magnificada propagandísticamente.
5. No solicitar créditos bancarios ni apoyos financieros condicionados a la compra de insumos o venta de lo producido.
6. Darle valor agregado a lo producido a través del procesamiento y venta de productos cárnicos de fácil elaboración y alta demanda en donde se exalte lo típico, artesanal o novedoso y singular, o bien lo orgánico.

Un ejemplo que vendría rayando en lo sustentable, lo constituye un caso de manejo indígena en el trópico cálido-húmedo mexicano. Los estudios realizados en una comunidad de indígenas totonacos, en la región de Papantla, Veracruz (Toledo *et al.*, 1994), indican que la estrategia de producción es de uso múltiple. La mayoría de las familias manejan la milpa, potrero, huertos familiares, selva para vainilla, selva para leña y otros productos y áreas de agricultura comercial; emplean casi exclusivamente su propia energía física, con un empleo mínimo, casi insignificante de fertilizantes químicos, sin el uso de mayores insumos externos, sobre una escala que en promedio alcanza las 8 ha. por familia. Las unidades productivas alcanzan cierta autosuficiencia alimentaria (con productos provenientes de la milpa y los huertos familiares) y energética (pues toda la leña proviene de sus propias áreas forestales), no genera desechos y, sobre todo, mantiene una alta diversidad biológica útil, con 355 especies de plantas, animales y hongos. Adicionalmente, la comunidad alcanza un superávit económico resultado de la venta de maíz, carne de res, leche, verduras, fruta, vainilla, hojas de palma y otros productos.

Otra medida de mitigación del Calentamiento Global en la producción pecuaria, incluye el mejoramiento genético; una mejora de la productividad de los animales, se vaticina que fomentará la reducción de las emisiones por unidad producida: una vaca nodriza que produce 8,000 L. de leche al año emite menos GEI que dos vacas que producen cada una, 4,000 L. de leche (30,8 g. de metano/kg. de leche respecto a 17,4 g.) (COPA/COGECA, 2009). Por otra parte, se estima que las emisiones de metano de la ganadería por cabeza y por kg. de producto, se pueden reducir (del 5 al 10%) mejorando la dieta de los rumiantes utilizando, por ejemplo, aditivos como aceites específicos, taninos y otras sustancias. Una medida más, es a través de una mejor selección de variedades de forrajes que pueden aguantar la sequía, previenen la erosión del suelo y reducen la emisión de metano (hasta en 30%), como es el caso del uso de *Leucaena leucocephala* (Shelton y Dalzell, 2007). Como se aprecia, existe un gran rango de medidas tecnológicas de mitigación; Koneswaran y Nierenberg (2008), presentan en su trabajo de revisión, las que se están empleando en los EEUU, de forma similar, Gill *et al.* (2009), lo hacen para el caso del Reino Unido, y Leslie *et al.* (2008), para Nueva Zelanda.

## CONCLUSIONES

Sin duda, la era del Cambio Climático trae grandes desafíos a la producción pecuaria; entre ellos: el abastecimiento de productos de origen animal a una población humana en crecimiento; el cuidado de los recursos agua, tierra y aire durante los procesos de producción; el bienestar animal en la crianza y transporte; la alimentación del ganado ante adversidades como las sequías e inundaciones; la adaptación de animales al estrés climático; la inocuidad alimentaria y la salud pública.

El controvertido informe de la FAO (2006) atribuye al ganado ser uno de los principales contribuyentes de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, la demanda mundial de proteínas animales irá aumentando paralelamente al crecimiento de la población y en la medida que los hábitos alimentarios cambien. Por consiguiente, la producción animal desempeña y seguirá desempeñando un papel clave en el suministro de alimentos de origen animal.

Aunque hay consenso científico sobre el Calentamiento Global, existe incertidumbre sobre la ciencia detrás del Cambio Climático y las medidas para reducir su impacto negativo. Sin embargo, las consecuencias de ambos procesos se han hecho notar. Sin duda, habrá que seguir de cerca los avances científicos, políticos y económicos en torno al Cambio Climático Global, especialmente los económicos. Holanda, por ejemplo, está estudiando la implementación de un sistema que permita etiquetar los productos alimentarios en función de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de todo su ciclo de vida, desde su cultivo hasta su consumo, pasando por el transporte, almacenamiento, conservación e industrialización. Además, se pretende incluir otro tipo de conceptos relacionados con los principios de la sostenibilidad, como por ejemplo el bienestar animal. Aunque no son indicadores que se contemplen como una barrera no arancelaria del mercado internacional, lo podrían ser en el mediano plazo y debemos estar preparados ante los cambios. No desdeñemos que existe presión del público como agente de cambio, que desean un mejor trato a los animales, ya sea de compañía, entretenimiento o de abasto; evidencia de ello son las crecientes manifestaciones de la población civil en varias partes de mundo que lograron por ejemplo la prohibición de la tauromaquia en Cataluña.

Las propuestas de mitigación del Cambio Climático, deberán tomar en consideración las especificidades regionales y locales. Existen indicios de que los actuales patrones de consumo, especialmente en los países desarrollados, rebasan por mucho los niveles de sustentabilidad y por otro lado, la producción orgánica basada en el paradigma del desarrollo sustentable parece una opción utópica, pues para que una actividad sea sostenible, significa desde el punto de vista social, económico y ecológico, que puede continuar indefinidamente. Será necesario evaluar el impacto de nuevos sistemas alternativos amigables con el ambiente --que permitan satisfacer la creciente demanda de proteína de origen animal en la dieta del hombre-- sobre el bienestar y la salud animal y especialmente, sobre la inocuidad alimentaria.

Respecto al transporte de animales vivos a largas distancias, será necesario llegar a acuerdos que permitan el sacrificio cerca de los centros de producción (granjas, establos, etc.), y comercializar sólo productos y subproductos derivados de los animales, a fin de minimizar no sólo las emisiones de GEI, sino también el sufrimiento animal en tránsito.

## REFERENCIAS

1. ARÉCHIGA-FLORES, C.F. y HANSEN, P.J. 2003. Efectos climáticos adversos en la función reproductiva de los bovinos. *Vet. Zac.* 2: 89-107.
2. ARIAS, R.A.; MADER, T.L. y ESCOBAR, J. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch. Med. Vet.* 40 (1): 7-22.
3. ARMSTRONG, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77: 2044-2050.
4. BAÑUELOS-VALENZUELA, R. y SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, S. 2005. La proteína de estrés calórico Hsp70 funciona como un indicador de adaptación de los bovinos a las zonas áridas. *REDVET* 6 (3): 12 pp.
5. BARCELLOS, C. and SABROZA, P.C. 2001. The place behind the case: leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood-related outbreak in Rio de Janeiro. *Cuad. Saude Pub.* 17(Suppl): 59-67.
6. BENISTON, M. 2002. Climatic change: possible impacts on human health. *Swiss Med. Wkly.* 132: 332-337.
7. BERMAN, A. 2012. Chapter 1. From heat tolerance to heat relief: An evolution of notions in animal farming. En: R.J. Collier y J.L. Collier (Eds.). *Environmental Physiology of Livestock*. USA: John Wiley & Sons Inc. pp. 1.16.
8. BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L.H.; RHOADS, R.P.; RONCHI, B. and NARDONE, A. 2010. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domestic ruminants. *Animal.* 4(7): 1167-1183.
9. BETANCOURT, K.; IBRAHIM, M.; VILLANUEVA, C. y VARGAS, B. 2005. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Liv. Res. Rural Develop.* 17 (7). Disponible en: URL: <http://www.lrrd.org/lrrd17/7/beta17081.htm>. Consultada el 22 de noviembre, 2010.
10. BONO, E. 2008. Cambio climático y sustentabilidad económica y social: implicaciones sobre el bienestar social. *CIRIEC (Esp.)* 61: 51-72.
11. BROOM, D.M. 1993. A usable definition of animal welfare. *J. Agric. Environ. Ethics.* 3: 15-25.
12. BROOM, D.M. 2004. Cap. 3. Bienestar animal. En: F. Galindo y A. Orihuela (Eds.). *Etología Aplicada*. México: IFAW, UNAM, FMVZ. pp. 51-87.
13. BROOM, D.M. and JOHNSON, K.G. 1993. *Stress and Animal Welfare*. UK: Chapman & Hall Animal Behaviour Series. 211 pp.
14. BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENBERG, R.A. and NIENABER, J.A. 2006. Heat stress risk factors of feedlot heifers. *Liv. Sci.* 105: 57-68.
15. BUCKLIN, R.A.; TURNER, L.W.; BEEDE, D.K.; BRAY, D.R. and HENIKEN, R.W. 1991. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Appl. Eng. Agric.* 7: 241-247.
16. BRUNETT, P.L.; GONZÁLEZ, E.C.; MÁRQUEZ, M.O. y HERNÁNDEZ, H.A. 2009. Importancia económica y normatividad de la producción de leche orgánica. En: L.A. García H. y L. Brunnett P. (Eds.). *Producción Sustentable, Calidad y Leche Orgánica*. México: Universidad Autónoma Metropolitana y Centro Universitario UAEM, Amecameca. pp. 85-105.
17. CALVO, E.; CAMPOS, M.; CARCAVALLO, R.; CERRI, C.C.; GAY-GARCÍA, C.; MATA, L.J. y SAIZAR, A. 2000. Impactos regionales del cambio climático; evaluación de la vulnerabilidad. Cap. 6. América Latina. Informe Especial. Grupo

- Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Organización Meteorológica Mundial. PNUMA. 45 pp.
18. CARLSSON-KANYAMA, A. 1998. Climate change and dietary choices: how can emissions of greenhouse gases from food consumption be reduced? *Food Policy*. 23 (3-4): 277-293.
  19. CARLSSON-KANYAMA, A. and GONZÁLEZ, A.D. 2009. Potential contribution of food consumption patterns to climate change. *Am. J. Clin. Nutr.* 89 (Suppl.): 1704S-1709S.
  20. CEPAL. 2011. *Tabasco: Características e Impacto Socioeconómico de las Lluvias Extremas de 2008*. México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 149 pp.
  21. CHAPAGAIN, A.K. y HOEKSTRA, A.Y. 2004. Water footprints of nations. *Value of Water Research Report Series No.16*, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
  22. "Climategate". Hacked e-mails show climate scientists in a bad light but don't change scientific consensus on global warming. Disponible en: URL: <http://www.factcheck.org/2009/12/climategate/>. Consultada el 22 de noviembre de 2010.
  23. COLEGIO OFICIAL DE FÍSICOS. 1999. *Cambio Climático. Hacia un Nuevo Modelo Energético*. España: Colegio Oficial de Físicos. 122 pp.
  24. COMISIÓN NACIONAL DE FOMENTO RURAL. 2011. *Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en Sistemas Agropecuarios del Uruguay*. Montevideo: Comisión Nacional de Fomento Rural. 175 pp.
  25. COPA/COCECA. 2009. Ficha Técnica. La ganadería y el cambio climático. European Farmers & European Agri-cooperatives. 4 pp. Bruselas. Disponible en: URL: [http://www.copa-cogeca.be/img/user/file/FT\\_EN/DOC/5659ES.pdf](http://www.copa-cogeca.be/img/user/file/FT_EN/DOC/5659ES.pdf) Consultada el 23 de abril de 2012.
  26. CWF. 2008. *Global Warning: Climate Change and Farm Animal Welfare*. United Kingdom: Compassion in World Farming. 55 pp.
  27. DE VRIES, M. and DE BOER, J.M. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livest. Sci.* 128:1-11.
  28. DOWLING, D.F. 1955. The hair follicle and apocrine gland populations of Zebu (*Bos indicus* L.) and Shorthorn (*B. taurus* L.) cattle skin. *Aust. J. Agric. Res.* 6: 645-654.
  29. DUARTE, C.M. 2006. *Cambio Global. Impacto de la Actividad Humana sobre el Planeta Tierra*. España: ESIC. (Citado por Bono, 2008).
  30. EL-HAGE SCIALABBA, N. and MÝLLER-LINDENLAUF, M. 2010. Organic agriculture and climate change. *Renew. Agri. Food Syst.* 25 (2): 158-169.
  31. EVENSON, R.E. 1999. Global and local implications of biotechnology and climate change for future food supplies. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96: 5921-5928.
  32. FAO. 2001. *Global Forest Resources Assessment 2000*. FAO Forestry Paper 140, Rome, Food and Agricultural Organization, 512 pp. Disponible en: URL: [http://www.fao.org/icatalog/search/dett.asp?aries\\_id=102270](http://www.fao.org/icatalog/search/dett.asp?aries_id=102270)
  33. FAO. 2002. *La Agricultura hacia 2015-2030*. Resumen del Informe. Italia: Roma.
  34. FAO. 2006. *La Sombra Alargada de la Ganadería. Aspectos Medioambientales y Alternativas*. Roma, Italia. Disponible en: URL: <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>.
  35. FERREIRA, E. 2010. Los humanos deben ser culpables por el cambio climático. Fundación Argentina de Ecología Científica. Disponible en: URL:

- [http://www.mitosyfraudes.org/Calen11/humanos\\_culpables.html](http://www.mitosyfraudes.org/Calen11/humanos_culpables.html)). Consultada el 22 de noviembre, 2010.
36. FRA. 2000. *Global Forest Resources Assessment 2000*. Main Report. FAO Forestry Paper 140. Roma: FAO. (Citado por Masera, 2002).
  37. GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; HOLT, S.M.; JOSEY, M.J. and ROWAN, K.J. 1999. Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. *J. Anim. Sci.* 77: 2398-2405.
  38. GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; HOLT, S.M.; SULLIVAN, M.L. and HAHN, G.L. 2010. Assessing the heat tolerance of 17 beef cattle genotypes. *Int. J. Biometeorol.* 54 (6): 617-627.
  39. GILBERT, M.; SLINGENBERG, J. and XIAO, X. 2008. Climate change and avian influenza. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 27 (2):.459-466.
  40. GILL, M.; SMITH, P. and WILKINSON, J.M. 2009. Mitigating climate change: the role of domestic livestock. *Animal.* 4 (3): 323-333.
  41. GINER, RA.; FIERRO, LC. y NEGRETE, LF. 2011. *Análisis de la Problemática de la Sequía 2011-2012 y sus Efectos en la Ganadería y Agricultura de Temporal*. México: Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), SAGARPA. 11 pp. Disponible en: URL: <http://www.conasa.gob.mx/boletin5.pdf> Consultada el 24 de abril de 2012.
  42. GOODLAND, R. and ANHANG, J. 2009. Livestock and climate change. *WorldWatch* (Nov-Dec): 10-19.
  43. HAHN, G.L. and MADER, T.L. 1997. Heat waves and their relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. *Proc 5<sup>th</sup> Intl. Livestock Environmental Symposium*. ASAE, USA: Minneapolis, St. Joseph, MO. pp. 563-567.
  44. HERNÁNDEZ, A.; DOMÍNGUEZ, B.; CERVANTES, P.; MUÑOZ-MELGAREJO, S.; SALAZAR-LIZÁN, S. and TEJEDA-MARTÍNEZ, A. 2011. Temperature-humidity index (THI) 1917-2008 and future scenario of livestock comfort in Veracruz, Mexico. *Atmósfera.* 24 (1): 89-102.
  45. HOBERG, E.P.; POLLEY, L.; JENKINS, E.J. and KUTZ, S.J. 2008. Pathogens of domestic and free-ranging ungulates: global climate change in temperate to boreal latitudes across North America. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 27 (2): 511-528.
  46. HORNER, C.C. 2007. *Guía Políticamente Incorrecta del Calentamiento Global (y del Ecologismo)*. España: Ciudadela. 223 pp.
  47. IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). 2004. The Role of Organic Agriculture in Mitigating Climate Change. Disponible en: [http://www.ifoam.org/press/positions/pdfs/Role\\_of\\_OA\\_migitating\\_climate\\_change.pdf](http://www.ifoam.org/press/positions/pdfs/Role_of_OA_migitating_climate_change.pdf) Consultada en marzo de 2012.
  48. IFOAM. 2010. Normas Básicas de la Agricultura Ecológica. Disponible en: URL: [http://www.infoagro.net/shared/docs/a6/76\\_normas\\_IFOAM.pdf](http://www.infoagro.net/shared/docs/a6/76_normas_IFOAM.pdf). Consultada el 2 de noviembre de 2010.
  49. JI, Z.Y.; CAO, Z.; LIAO, X.D.; WU, Y.B.; LIANG, J.B. and YU, B. 2011. Methane production of growing and finishing pigs in southern China. *Anim. Feed Sci. Tech.* 166-167: 430-435.
  50. INTA. 2003. Animales bajo el agua. *Prod. Anim.* (Arg.). Disponible en: URL: [http://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/13-animales\\_en\\_el\\_agua.htm](http://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/13-animales_en_el_agua.htm). Consultada el 21 de noviembre, 2010.
  51. IPCC. 2007. *Fourth Assessment Report (AR4)*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en: URL: <http://ipcc-wg1.ucar.edu/index.html>.

52. KNAUS, W.; STEINWIDDER, A. and ZOLLITSCH, W. 2001. Energy and protein balance in organic dairy cow nutrition-model calculations based on EU regulations. *The 4<sup>th</sup> NAHWOA Workshop*. Wageningen, The Netherlands. March 24-27.
53. KONESWARAN, G. and NIERENBERG, D. 2008. Global farm animal production and global warming: Impacting and mitigating climate change. *Environ. Health Perspect.* 116 (5): 578-582.
54. KRAV STANDARDS. 2009. Standards for KRAV-certified production, January 2009. Uppsala, Sweden. Disponible en: URL: [http://www.krav.se/Documents/Regler/englishEditions/Standards for krav-certified produktion january 2009.pdf](http://www.krav.se/Documents/Regler/englishEditions/Standards%20for%20krav-certified%20produktion%20january%202009.pdf). Consultada el 2 de noviembre de 2010.
55. LAMPKIN, N. 1998. *Agricultura Ecológica*. México: Ed. Mundiprensa. (Citado por Brunett *et al.*, 2009).
56. LESLIE, M., ASPEN, M. and CLARK, H. 2008. Greenhouse gas emissions from New Zealand. Agriculture: issues, perspectives and industry response. *Austr. J. Exp. Agri.* 48: 1-5.
57. MADER, T.L.; HOLT, S.M.; HAHN, G.L.; DAVIS, M.S. and SPIERS, D.E. 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 80: 2373-2382.
58. MAHONEY, D.; WRIGHT, J.; GOODGER, B.; MIRRE, G.; SUTHERST, R. and UTECH, K. 1981. The transmission of *Babesia bovis* in herds of European and Zebu European cattle infected with the tick *Boophilus microplus*. *Austr. Vet. J.* 57: 461-469.
59. MARTÍNEZ, G.R. 2008. *Conceptos sobre Porcicultura Orgánica*. México: UNAM, FMVZ. 180 pp.
60. MASERA, O.R. 2002. Cap. 9. Bosques y cambio climático en América Latina. Análisis y Perspectivas. En: E. Leff, E. Ezcurra y P. Romero Lankao (Eds.). *La Transición hacia el Desarrollo Sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe*. México: SEMARNAT, INE, UAM, ONU, PNUMA. pp. 211-235.
61. MASERA, O.R.; ORDÓÑEZ, M.J. and DIRZO, R. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: Current situation and long-term scenarios. *Climatic Change.* 35: 265-295.
62. MCMICHAEL, A.J.; POWLES, J.W.; BUTLER, C.D. and UAUY, R. 2007. Food, livestock production, energy, climate change, and health. *Lancet.* 370 (9594): 1253-1263.
63. MILIÁN, S.F. 2000. El presente de las enfermedades de los bovinos en el trópico, *Memorias del XXVIII Día del Ganadero del Campo Experimental "La Posta"*, Centro de Investigación Regional Golfo-Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Veracruz, Ver., México, noviembre de 2000, pp. 1-14.
64. MGAP. 2010a. *Anuario Estadístico*. Uruguay: Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. 240 pp. (Citado por Comisión Nacional de Fomento Rural, 2011).
65. MGAP. 2010b. *El Cambio Climático ¿qué es? MGAP 75 años*. Uruguay: Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. (Citado por Comisión Nacional de Fomento Rural, 2011).
66. MITLOEHNER, F.M.; MORROW, J.L.; DAILEY, J.W.; WILSON, S.C.; GALYEAN, M.L.; MILLER, M.F. and MCGLONE, J.J. 2001. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 79: 2327-2335.

67. MORTON, J. and DE HAAN, C. 2006: Community-based drought management for the pastoral livestock sector in sub-Saharan Africa. ALive Initiative Policy Options, Paper for ALive Initiative, 18 pp. Disponible en: URL: [http://www.virtualcentre.org/en/ele/econf\\_03\\_alive/download/drought.pdf](http://www.virtualcentre.org/en/ele/econf_03_alive/download/drought.pdf)
68. MUÑOZ, C. 2011. Millonarias pérdidas ... consecuencias incalculables. *Zócalo Saltillo*. 24 de mayo. Disponible en: URL: <http://zocalo.ehclients.com/seccion/articulo/millonarias-perdidas...-consecuencias-incalculables>. Consultada el 13 de junio de 2011.
69. MVOTMA. 2010. *Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático: Diagnóstico y Lineamientos Estratégicos*. Montevideo: Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. 99 pp. (Citado por Comisión Nacional de Fomento Rural, 2011).
70. NELSON, G.H.; ROSEGRAND, M.W.; KOO, J.; ROBERTSON, R.; SULSER, T.; ZHO, T.; RINGLER, C.; MSANGI, S.; PALAZZO, A.; BATKA, M.; MAGALHAES, M.; VALMANTA-SANTOS, R.; EWING, M. y LEE, D. 2009. *Cambio Climático. El Impacto en la Agricultura y los Costos de Adaptación*. Inst. Internacional de Inv. sobre Políticas Alimentarias IFPRI, Washington, D.C. 30 pp.
71. OGINO, A.; ORITO, H.; SHIMADA, K. and HIROOKA, H. 2007. Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow-calf system by the life cycle assessment method. *Anim. Sci. J.* 78: 424-432. (Citados por Koneswaran y Nierenberg, 2008).
72. ORESKES, N. 2004. Beyond the ivory tower: The scientific consensus on climate change. *Science*. 306 (5702): 1686.
73. PITESKY, M.E., STACKHOUSE, K.R. and MITLOEHNER, F.M. 2009. Clearing the air: Livestock's contribution to climate change. *Adv. Agron.* 103: 1-40.
74. PURSE, B.V.; MELLOR, P.S.; ROGERS, D.J.; SAMUEL, A.R.; MERTENS, P.P.C. and BAYLIS, M. 2005. Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. *Nature Rev. Microbiol.* 3: 171-181.
75. RAMÍREZ, N.R.; MOTA, R.D., ALONSO, S.M. y GARCÍA, C.A.C. 2001. Puntos estratégicos para la eficiencia sustentable en porcicultura artesanal, rural y suburbana. *Cerdos/Swine* 4 (45): 3, 4, 6 y 8. (México).
76. RAVAGNOLO, O. and MISZTAL, I. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *J. Dairy Sci.* 83: 2126-2130.
77. RÖTTER, R. and VAN DE GEIJN, S.C. 1999. Climate change effects on plant growth, crop yield and livestock. *Climate Change*. 43: 651-681.
78. SALAZAR, A y MASERA, O. 2010. *México ante el Cambio Climático: Resolviendo Necesidades Locales con Impactos Globales*. México: Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, A. C. Documento de trabajo. 43 pp.
79. SCHIMMELPFENNIG, D.; LEWANDROWSKI, J.; REILLY, J.; TSIGAS, M. and PARRY, I. 1996. Agricultural adaptation to climate change: Issues of long run sustainability. *Agr. Econom. Report No. AER740*, USDA, USA. (Citados por Arias *et al.*, 2008).
80. SCHOIJET, M. 2008. Cap. 12. La campaña color café y la lucha política en torno al cambio climático. En: Schoijet, M. (Ed.). *Límites del Crecimiento y Cambio Climático*. México: Siglo XXI. pp. 211-244.
81. SCHWEIN, M. 2012. Climate change as a challenge for future livestock farming in Germany and Central Europe. *Zuchtungskunde*. 84 (2): 103-125.

82. SEMARNAT. 2009. *Impacto del Cambio Climático en las Tierras y sus Características*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 104 pp.
83. SHELTON, M. and DALZELL, S. 2007. Production, economic and environmental benefits of leucaena pastures. *Trop. Grassland*. 41: 174-190.
84. SIMMS, A. 2000. *Collision Course: Free Trade's Ride on the Global Economy*. 20 pp. Disponible en: URL: [http://www.neweconomics.org/sites/neweconomics.org/files/Collision\\_Course.pdf](http://www.neweconomics.org/sites/neweconomics.org/files/Collision_Course.pdf)
85. SOIL ASSOCIATION. 2007. *Energy Efficiency of Organic Farming*. United Kingdom: Analysis of data from existing MAFF/DEFRA studies.
86. STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M. and de HAAN, C. 2006. *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Chapter 2. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en: URL: <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>
87. STERN, N. 2006. *Stern review on the economics of climate change*. Executive Summary. HM Treasury. Disponible en: URL: [http://www.hmtreasury.gov.uk/d/Executive\\_Summary.pdf](http://www.hmtreasury.gov.uk/d/Executive_Summary.pdf) and Annex 7.g: Emissions from agriculture sector URL: [http://www.hmtreasury.gov.uk/d/Executive\\_Summary.pdf](http://www.hmtreasury.gov.uk/d/Executive_Summary.pdf)
88. STERN, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. UK: Cambridge Univ. Press.
89. ST-PIERRE, N.R.; COBANOV, B. and SCHNITKEY, G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J. Dairy Sci.* 86: E52-E77.
90. SUMMERS, B.A. 2009. Climate change and animal disease. *Vet. Pathol.* 46: 1185-1186. (Citado por Torremorell, 2010).
91. THORNTON, P.; HERRERO, M.; FREEMAN, A.; MWAI, O.; REGE, E.; JONES, P. and MCDERMOTT, J. 2008. Vulnerability, climate change and livestock: Research opportunities and challenges for poverty alleviation. Kenya: ILRI (International Livestock Research Institute).
92. TOLEDO, C. 1996. Propuestas globales para el desarrollo rural sustentable. En: Calva, J.L. (Ed.). *Sustentabilidad y Desarrollo Ambiental*. México: Acción y Desarrollo Ecológico, A.C.; SEMARNAP, PNUD, Juan Pablos Ed. pp. 81-91.
93. TOLEDO, V.M.; ORTIZ, B. and MEDELLÍN-MORALES, S. 1994. Biodiversity islands in a sea of pasturelands: indigenous management in the humid tropics of Mexico. *Etnoecológica*. 3: 37-50.
94. TORIBIO, L. 2012. Sequía deja pérdidas por 15 mmd y viene lo peor. México. *Excelsior*, 10 de febrero de 2012. Primera plana.
95. TORREMORELL, M. 2010. Climate change and animal diseases. *Proc. International Conference Adapting Animal Production to Changes for a Growing Human Population*. J. Estany, C. Nojareda & M. Rothschild (Eds.). Lleida, Spain. May 19-21. pp. 73-82.
96. TORRES, F. y TRÁPAGA, Y. 1997. *La Agricultura Orgánica. Una Alternativa para la Economía Campesina de la Globalización*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas; Plaza y Valdéz, S.A. de C.V. 196 pp.
97. TRÁPAGA, Y. y TORRES, F. 1994. *El Mercado Internacional de la Agricultura Orgánica*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas. Juan Pablos Editor, S.A. 232 pp.
98. VANDERGRIFT, K.J.; WALE, N. and EPSTEIN, J.H. 2011. An ecological and conservation perspective on advances in the applied virology of zoonosis. *Viruses*. 3(4): 379-397.

99. VAN DIJK, J.; SARGISON, N.D.; KENYON, F. and SKUCE, P.J. 2010. Climate change and infectious disease: helminthological changes due to farmed ruminants in temperate regions. *Animal*. 4: 377-392.
100. WILLIAMS, A.G.; AUDSLEY, E.; SANDARS, D.L. 2006. *Determining the Environmental Burdens and Resource Use in the Production of Agricultural and Horticultural Commodities*. United Kingdom: DEFRA Research Project ISO205. Main Report. Cranfield University & DEFRA.
101. WILKINS, D. 2009. Report to the animal welfare working group of the OIE. Ethical concerns relevant to the work of the OIE on international animal welfare guidelines/standards. Long-distance transport (including export) of animals for slaughter. *Meeting of the OIE Working Group on Animal Welfare*. 30 June to July 2<sup>nd</sup>. 4 pp.
102. WSPA. 2008. *Declaración Universal de Bienestar Animal*. World Society for the Protection of Animals. 4 pp.
103. ZHAO, Y.; WANG, C.; WANG, S. and TIBIG, L.V. 2005. Impacts of present and future climate variability on agriculture in the humid and sub-humid tropics. *Climate Change*. 70: 73-116.
104. ZIMBELMAN, R.B.; RHOADS, R.P.; RHOADS, M.L.; DUFF, G.C.; BAUMGARD, L.H. and COLLIER, R.J. 2009. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *Proc. Southwest Nutrition Conf.* R.J. Collier (Ed.), pp. 158-169.
105. ZUMBACH, B.; MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; SANCHEZ, J.P.; AZAIN, M.; HERRING, W.; HOLL, J.; LONG T. and CULBERTSON, M. 2008. Genetic components of heat stress in finishing pigs: development of a heat load function. *J. Anim. Sci.* 86: 2082-2088.