

BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS

para mitigar el cambio climático

Resumen

El manejo de la ganadería ante el cambio climático debe ser analizado desde dos aspectos que se interrelacionan, la mitigación de los gases de efecto invernadero y la adaptación de los sistemas a los cambios climáticos. El cambio climático y la variabilidad climática son una realidad. Los sistemas de producción ganadera son altamente sensibles a estas variaciones y están expuestos a diferentes niveles de impacto. La ganadería tradicional comúnmente es relacionada con la emisión de gases de efecto invernadero, el 14% de toda la emisión antropogénica mundial proviene del sector agrícola-ganadero (FAO, 2010). En el trópico, la ganadería está regida por el saber local, sin embargo hay consideraciones de tipo económico, ambiental y social que reconocen a los sistemas silvopastoriles y las buenas prácticas de manejo como una estrategia para la mitigación del cambio climático. Los cambios presentados -de pasturas degradadas y naturales a mejoradas- y la introducción de árboles en potreros, bancos forrajeros y cercas vivas representan ventajas que se reflejan en la productividad y competitividad, además de la contribución a la protección de suelos contra la erosión y el incremento en la captación de carbono, entre otros. El presente trabajo está enfocado en el reconocimiento de cómo el sector ganadero contribuye con el calentamiento global, mediante la emisión de gases de efecto invernadero, y como los sistemas silvopastoriles y las buenas prácticas se constituyen en una estrategia que ayuda a la mitigación de dicho efecto y que, a la vez, generar medidas de adaptación ante el cambio climático en sistemas ganaderos del trópico.

Claudia J. Sepúlveda L.

Administradora de Empresas
Agropecuarias - Universidad Santa
Rosa de Cabal
Especialista en Agroecología Tropical
Investigadora en Programa
Ganadería y Manejo
del Medio Ambiente - GAMMA
Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza - CATIE
(Costa Rica)
csepul@catie.ac.cr
Colombia – Costa Rica

Introducción

El cuarto informe de evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático establece que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco” (Conde y Saldaña, 2007). Además, señala que el calentamiento de los últimos 50 años muy probablemente ha sido mayor que el de cualquier otro período (IPCC 2007).

En la región, en las últimas décadas, se han observado importantes modificaciones en la precipitación y aumentos en la temperatura. La transformación de los usos del suelo ha intensificado la explotación de los recursos naturales y han aumentado los procesos de degradación del suelo (Magrin et al., 2007), las alteraciones en la adaptabilidad de la tierra para diferentes tipos de cultivos y pasturas, y los cambios en la distribución de agua de buena calidad para los cultivos y el ganado (FAO, 2007).

Por otro lado, diferentes estudios han encontrado una relación importante y compleja entre la ganadería y el cambio climático. Se conoce que a nivel mundial, el sector representa el 40% del producto interno bruto agrícola, emplea 1,3 millones de personas en mano de obra y crea medios de subsistencia para mil millones de personas de bajos recursos en el mundo. Es así que se prevé un aumento de más del doble, en la producción de leche y carne, para el período 2000 a 2050, de tal modo que su impacto ambiental actual debe reducirse para evitar el incremento en el nivel del daño que pueda causar (FAO, 2007).

Estudios recientes en América Latina y el Caribe señalan que la población ganadera ha crecido a tasas superiores al 3,7%

anual durante los últimos años y este incremento ha sido asociado con la degradación de la tierra y la deforestación en ecosistemas estratégicos. La conversión de bosques en pasturas (generalmente monocultivo) es el principal cambio de uso de la tierra, lo que se calcula que ha llegado a 41 millones de hectáreas en el período de 1990 a 2005 (FAO, 2006a). Estos procesos de degradación se reflejan en la baja productividad, pérdida de la fertilidad, deterioro de las condiciones físicas y biológicas de los suelos, disminución de la producción de biomasa, baja carga animal, mengua en la producción de carne y leche por hectárea, disminución de la rentabilidad económica y ampliación de la producción hacia zonas ambientales frágiles (FAO, 2007).

Por otro lado se sabe que la ganadería es la responsable de una parte importante de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) (Smith, 2007). Las actividades relacionadas con la ganadería contribuyen con un 18% (en equivalentes de CO₂) de la emisión total global de GEI, de ese total el 25% de las emisiones corresponde al metano producto de la fermentación entérica de los animales, en tanto que la deforestación para el establecimiento de pasturas produce el 34% de las emisiones globales de GEI (Albrecht, s/a).

La producción bovina y su relación con la producción de gas metano (CH₄)

Muchos estudios muestran que los sistemas físicos y biológicos están respondiendo a las alteraciones de la temperatura, tal como sucede con los cambios en las estaciones y en el comportamiento animal (IPCC, 2007b). En consecuencia, si el clima cambia, es probable que se tengan que realizar modificaciones sistémicas en los sistemas de producción. En algunos países como Australia, las proyecciones de futuros cambios, que puedan ser de importancia para el sector ganadero y sus impactos, ya están siendo estudiados con precaución (Howden, 2008). El clima futuro y los cambios atmosféricos pueden alterar la calidad del forraje, lo cual podría dar lugar a una disminución en la ganancia de peso vivo. Si los climas se convierten en más secos, es probable que la composición de los pastos pueda cambiar por especies xerófilas, que pueden ser menos aptas para el pastoreo (Howden, 2008).

La mala calidad del forraje podría traer como consecuencia una mayor fermentación de los alimentos en el tracto di-

gestivo de los bovinos. El ganado bovino emite gas metano (CH_4) (Cambra-López et al. 2008), un sub-producto de la fermentación microbiana de los carbohidratos hacia ácidos grasos volátiles (AGV's) (ácido propiónico, butírico y acético), los cuales constituyen la mayor fuente energética para el bovino (65 a 75% de la energía consumida) (Carmona et al., 2005; Cambra-López et al., 2008). Durante la metanogénesis, las bacterias del rumen degradan la celulosa a glucosa, reducen el dióxido de carbono (CO_2) y forman el gas metano (CH_4) en el proceso, siendo el método primario por el que se produce este gas en el rumen (Carmona et al., 2005). Las bacterias metanógenas pro-

mueven el crecimiento de otras especies bacterianas y permiten una fermentación más eficaz (Carmona et al., 2005). La metanogénesis también reduce la eficiencia de utilización de la energía alimentaria al representar una vía para la pérdida de carbono (Galindo et al., 2006). Su emisión representa energía alimenticia que se transforma en gas y no es aprovechada por el animal.

Relación entre las dietas forrajeras y la emisión de metano

El valor nutritivo de los forrajes está determinado por su composición química, digestibilidad, rendimiento vegetal y

consumo voluntario, junto con la interacción entre las pasturas, el animal y el ambiente, y constituye la clave para alcanzar buenos resultados productivos. La eficiencia energética de los sustratos alimenticios fermentados depende de las características de la dieta (Carmona et al., 2005). El tipo, la cantidad y la tasa de fermentación de los carbohidratos contenidos en los forrajes y su relación con los AGV's son los principales componentes que determinan la producción de gas metano (Herrero et al., 2008).

Cambra-López et al. (2008) mencionan que la cantidad de gas metano emitido aumen-



Tu Inversión en
Genética Bovina
y el Servicio
Reproductivo
ahora aumentan con
ABS y Colanta



ta con la cantidad de alimento consumido, aunque la tasa de producción por kilogramo de alimento consumido puede disminuir al aumentar el nivel de alimentación. Esta variación se debe fundamentalmente a que al aumentar la ingestión de materia seca (MS) se acelera el paso del alimento y disminuye el tiempo disponible para la fermentación ruminal. Las dietas de baja digestibilidad emiten mayores cantidades de gas metano a causa de una lenta tasa de pasaje ocasionada por la composición físico-química de los forrajes.

Prácticas de manejo usadas en sistemas extensivos de producción bovina y la emisión de GEI

Los sistemas agropecuarios son el resultado de la interacción compleja de muchos componentes mutuamente dependientes, que tienen como centro del proceso al productor y sus decisiones en cuanto el uso y distribución de la tierra, así como del resto de los aspectos productivos. El sistema de pastoreo extensivo tradicional se caracteriza por la incorporación de prácticas culturales de manejo, tanto de la pradera como de los animales, dirigidas a preservar y, a veces, a potenciar

las capacidades productivas del agroecosistema ganadero (Mahecha et al., 2002). Estos sistemas ganaderos simples y extensivos son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático: primero porque están basados en monocultivos de pasturas, las cuales son poco tolerantes a eventos extremos como sequías o veranos prolongados, y segundo porque en el tiempo van perdiendo la capacidad productiva y terminan evidenciando altos niveles de degradación. Betancourt, et al. encontraron que más del 50% de las pasturas cuando se degradan presentan pérdidas económicas debido a la reducción del 33% de la producción de leche y del 43% en la producción de carne, respectivamente. Por otro lado se considera que la degradación de pasturas podría estar asociada con la pérdida de servicios ecosistémicos y, por lo tanto, con el incremento en la emisión de GEI.

La variabilidad en la cantidad de producción y emisión de gas metano está en función de las características del sistema de producción ganadero y de las prácticas de manejo empleadas (por ejemplo: grado de intensificación, estrategias de alimentación), así como por factores sociales y tecnológicos (ejemplo: falta de capacitación técnica para los productores rurales, ausencia de programas de ganadería sostenible

y falta de incentivos para la inversión). Debido a esto, su distribución y sus efectos varían considerablemente dependiendo de la localización geográfica de la unidad de producción (Herrero et al., 2008).

A continuación, se exponen dos aspectos de manejo fundamentales que merecen la atención de la ganadería, ya que están estrechamente relacionadas con las emisiones de metano por fermentación entérica.

✓ **Selección de pasturas y sistemas de pastoreo:** El manejo de las pasturas es un factor muy importante en las unidades de producción donde la base de la alimentación es pastoril, ya que el valor nutritivo de los forrajes está en función de las prácticas de manejo y el medio (clima) donde se desarrolla la producción. Las características de la pastura tienen un efecto marcado en la producción de metano (Carmona et al., 2005). El mal manejo que se ha empleado en los trópicos, sobre los sistemas de explotación de bovinos basado en pastoreo directo, es una de las causas fundamentales de la degradación de los pastos y el suelo. Estudios reportaron mayores emisiones de metano con sistemas de pastoreo continuo, baja disponibili-

dad forrajera y gramíneas de baja calidad nutricional. Las menores emisiones se observaron con sistemas de pastoreo rotacional en praderas mejoradas, fertilizadas y con alta disponibilidad de forraje (Carmona et al., 2005). Esta situación se debe a que el pastoreo rotativo permite la utilización progresiva del recurso y da tiempos para el descanso y la utilización del forraje (DeRamus et al., 2003), sin comprometerse la disponibilidad. Por el contrario, el pastoreo continuo da lugar a que el animal seleccione el material y desperdicie el restante, así mismo la calidad del forraje tiende a disminuir y ocasiona una reducción en el consumo de alimento, particularmente durante los últimos días del período de pastoreo (DeRamus et al., 2003). De esta manera, las emisiones de metano se incrementan y la productividad se afecta.

- ✓ **Dieta ofrecida:** La magnitud de la emisión es diferente según la dieta ofrecida. Por lo general, en los sistemas de producción bovina en trópico el pastoreo se hace con gramíneas nativas o introducidas, las cuales presentan deficiencias en la calidad nutricional e insuficiente cantidad para satisfacer los requerimientos alimenticios para

el mantenimiento y la producción del ganado. Cuando la alimentación ofrecida al hato es con forrajes de baja calidad, la producción de metano (CH_4) se incrementa y puede estar entre el 15 y el 18% de la energía digestible (Carmona et al., 2005 y Herrero et al., 2008). De ahí que una pobre nutrición contribuye al incremento de los niveles de emisión de metano.

Por el contrario, cuando un dieta para bovinos está basada en el uso de forrajes en asociación con leguminosas y leñosas contribuye al mejoramiento de los parámetros productivos y a una disminución en la emisión de metano (Carmona et al., 2005). Contar con la especie adecuada es base fundamental para un manejo exitoso del hato. La buena selección de especies forrajeras permite superar limitantes ambientales y resistencia a plagas y enfermedades, brindar altos rendimientos, buena producción de semillas y, principalmente, un adecuado valor nutritivo. El consumo de forraje en animales en pastoreo está controlado por la selectividad y disponibilidad de forraje. El animal es capaz de escoger una dieta equilibrada si se les permite seleccionar de varios alimentos. Así mismo, las características físico-químicas de la dieta tienen un gran efecto en la producción de metano a

nivel de rumen, debido a que la eficiencia energética varía dependiendo del tipo y calidad del forraje (Carmona et al., 2005). Es interesante entender que la cantidad de metano producido es directamente proporcional al peso, la edad del animal (DeRamus et al., 2003 y Herrero et al., 2008) y la eficiencia que tiene el animal para convertir el alimento en producto (carne, leche, trabajo) (DeRamus et al., 2003).

Potencialidades los sistemas silvopastoriles para la mitigación y reducción de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a sistemas ganaderos convencionales

Ya se ha mencionado que los efectos del cambio climático están relacionados con la ganadería extensiva por temas como la deforestación de áreas boscosas y la contaminación de fuentes de agua, prácticas que tienen un efecto indirecto sobre producción de malezas, presencia de plagas y cambios en la dinámica de las poblaciones biológicas, aparición de enfermedades, reducción en los nutrientes del suelo y sobre la producción de forraje y la ganadería en general (Muriel et al., 2000; Seiler, 2007). Estos aspectos que repercuten en la rentabilidad de las fincas ganaderas (Porter et al., 1991; Watson et al., 1997 en Villa-



nueva et al., 2009 en Sepúlveda and Ibrahim Eds, 2009).

Los sistemas silvopastoriles han sido promovidos como tecnologías gana-gana que enlazan la productividad y, a su vez, proveen de servicios ambientales (Gobbi and Ibrahim, 2004 en Andrade, 2008). La mayoría de los productores permite la regeneración natural de árboles en pasturas gracias a los beneficios que ofrecen los maderables dentro de los potreros dominados por pastos (Andrade, 2008). Casasola et al. (2007) reportaron que fincas ganaderas del Pacífico Central (Esparza, Costa Rica), que cambiaron sus pasturas degradadas y naturales a mejoradas e introdujeron bancos forrajeros, representaron ventajas reflejadas en la productividad y competitividad, además de la contribución a la protección de suelos contra erosión y el incremento en la captura de carbono. Así mismo, los contenidos de carbono orgánico capturado en suelos a un metro de profundidad fue considerablemente mayor en las pasturas mejoradas arborizadas (117 y 106 t/ha) que en las pasturas degradadas, donde solamente se encontró un almacenamiento de carbono de 21,6 y 63,0 t/ha (Chacón et al., 2006 en Casasola, 2007). En otro estudio realizado en tres paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua, Ibrahim et al. (2006)

reportaron que en cada uno de los paisajes analizados las pasturas mejoradas con árboles dispersos es un uso de la tierra que tiene un alto potencial para la mitigación del cambio climático, debido a la alta disponibilidad de forraje.

Según las predicciones climáticas de aumentos en la temperatura global del planeta, es de gran importancia la inclusión de las especies leñosas dentro de los potreros de las fincas ganaderas, para proveer de confort térmico al ganado y para mantener la oferta alimenticia durante la estación seca. Con un adecuado diseño y manejo, los sistemas silvopastoriles tienen un alto potencial para propiciar la adaptación de los sistemas ganaderos a los impactos del cambio climático (Villanueva et al., 2009).

A continuación se presentan las ventajas de algunas tecnologías silvopastoriles y los beneficios en la mitigación del cambio climático.

- ✓ El mantenimiento regular de las pasturas y la renovación de la misma, así como un adecuado manejo de rotación y pastoreo, aumentan la oferta forrajera en la unidad de producción y disminuyen la dependencia de insumos externos al acrecentar la autonomía de la finca.
- ✓ Los bancos forrajeros y los

árboles dispersos en potreros son dos de las prácticas silvopastoriles que, ante la variabilidad climática, resultan ser herramientas muy eficaces. Durante la temporada seca, las leñosas forrajeras producen forraje tanto en calidad como en cantidad para cubrir los requerimientos nutricionales del ganado, lo que permite el mantenimiento y la producción de leche y carne y, lo más importante, evita que el animal muera. Esto se constituye en una importante alternativa para reducir la presión del pastoreo, la compactación del suelo y la degradación de las pasturas (Turcios, 2008 en Villanueva et al., 2009). Estudios recientes demuestran que el uso de bancos forrajeros de alta calidad resultan en beneficios como la reducción de las emisiones de gas metano y óxido nitroso. A nivel del territorio de Esparza, Costa Rica, el proyecto GEF/Silvopastoril logró capturar más de 50.000 toneladas de metano equivalente en los cambios de uso de la tierra implementados y en una reducción de las emisiones de gases en un 40%. En general se sabe que la implementación de bancos forrajeros (proteína o energía) disminuye la presión alimenticia sobre las pasturas, proporcionan una

opción de calidad nutritiva y disminuye los impactos en zonas de una acentuada época seca.

- ✓ El principal aporte de los árboles dispersos en potrero está relacionado con su capacidad de reducir el estrés calórico del ganado -asociado según Souza, (2002); Betancourt et al. (2003) en Villanueva et al. (2009) a una baja tasa respiratoria- y permitir, por ende, que el ganado gaste menos energía y consuma más alimento. El establecimiento de árboles en potreros presenta un alto potencial de captura de carbono. Sus beneficios se podrían incrementar, a nivel de finca y de paisaje, insertando pequeñas áreas de plantaciones forestales y liberando otras áreas para dar paso a la regeneración natural del bosque.
- ✓ Las cercas vivas son redes de árboles comunes (de uno o varios estratos de árboles), usadas para delinear cultivos, potreros y límites de fincas. En algunas regiones donde la deforestación y la conversión de las tierras ha sido alta, las cercas vivas constituyen la más prevaiente forma de cobertura de árboles en el paisaje, ya que poseen

importantes funciones productivas y ecológicas al actuar como barrera para el desplazamiento de animales, ser fuente de forrajes, leña y frutas, además de servir como un hábitat proveedor de recursos y actuar como corredores para la conservación de la vida salvaje (Harvey et al., 2005)

- ✓ Las pasturas mejoradas con árboles dispersos, establecidas adecuadamente, mitigan los efectos ambientales ocasionados por los sistemas ganaderos tradicionales, debido a su capacidad de fijar carbono (Oelbermann e Ibrahim, 2006 en Zapata, 2007) y aumentar la biodiversidad (Tobar et al., 2006 en Zapata, 2007). La combinación de leñosas y arbustos con pasturas mejora sustancialmente la calidad nutricional de la dieta ofrecida a los animales. La mayor digestibilidad de materia seca in vitro (DIVMS) disminuye las emisiones de metano en el proceso de fermentación entérica, principalmente en zonas donde existe una marcada época seca. Así mismo, la incorporación de leñosas fijadoras de nitrógeno mantienen la calidad del suelo y disminuye la dependencia de fertilizantes nitrogenados.

Otras medidas para reducir las emisiones de gases efecto invernadero provenientes del ganado vacuno

Existen otras prácticas de manejo que se pueden implementar en las unidades productivas con el propósito de mitigar la emisión de los GEI y reducir los impactos del cambio climático. A continuación se presenta una adaptación de una lista propuesta por Howden et al. (2008). Se considera que con la implementación de estas prácticas pueden mejorar los indicadores productivos y generar servicios ambientales en las fincas, lo cual impactaría positivamente en los medios de vida de las familias que dependen de la ganadería en el trópico.

Entre las principales acciones que se pueden implementar están:

1. Selección de las pasturas sembradas y cultivos forrajeros mejor adaptados a mayores temperaturas y a escasez de agua.
2. Uso responsable de las estrategias de división de potreros y rotación, con base en la previsión del clima estacional y carga animal, alterando las edades de las pasturas.



3. Diseñar estrategias de alimentación complementaria o suplementaria que incorpore el valor de la proteína y la energía, así como los minerales necesarios para una buena nutrición del hato.
 4. La fertilización de pasturas sólo cuando sea necesaria. Realizarla de manera apropiada con base en los requerimientos de los cultivos.
 5. Mejorar la estrategia de manejo del fuego, que es utilizada especialmente para el control de malezas leñosas, debido a los problemas ambientales y del suelo que esta práctica causa.
 6. Realizar una buena gestión del agua, que asegure la calidad, cantidad y disponibilidad de los recursos para el consumo animal y para el desarrollo de las actividades complementarias de la finca.
 7. Diseño de mecanismos eficientes para el control de plagas, que eviten la aparición de enfermedades. La incorporación de alternativas culturales y métodos mecánicos para reducir la presencia de malas hierbas o malezas leñosas en los cultivos.
 8. Diseñar planes para el mejoramiento continuo del potencial genético en la finca, lo cual aumentará la productividad, las tasas de crecimiento y la reproducción.
 9. Selección de líneas de animales que son resistentes a temperaturas más altas, pero que mantienen producción durante todo el año.
 10. Implementar la Inseminación artificial para mejorar la eficiencia reproductiva de las vacas.
 11. Definir lineamientos para lograr la disminución del intervalo entre partos, para lograr el objetivo de tener un ternero por vaca por año.
 12. Modificar el momento del apareamiento con base en las condiciones estacionales.
 13. La construcción de las instalaciones que generen bienestar animal al ganado.
 14. Incrementar el uso de árboles como el sombreado y la reducción de la erosión eólica.
- Es importante conocer el proceso de emisión de metano producido por el ganado para así dar mayor importancia al mejoramiento de los pastos y cambios en la alimentación del ganado. Opciones de mejoramiento de razas y selección de animales con mejores características de producción son una alternativa que puede sustentar el creciente desarrollo de la ganadería en el mundo. Estudios en materia de mitigación de GEI permitirán integrar el

componente climático con la producción forrajera y de manejo. Los bancos forrajeros y árboles dispersos en potreros, como herramienta para la mitigación, proveen de alimento al ganado durante la sequía, en aquellas zonas donde por sus características climáticas se reduce la disponibilidad de la materia comestible durante el verano, lo cual ayuda a mantener una dieta estable para el ganado y brinda al productor beneficios económicos durante un período más largo y estable. Es fundamental reconocer las cualidades que los sistemas silvopastoriles, aunadas a la implementación de otras buenas prácticas de manejo de la ganadería, ofrecen como una alternativa hacia la adaptación y mitigación ante el cambio climático y las posibilidades que le brindan a los finqueros para obtener sus productos de manera más eficiente y en armonía con las condiciones ambientales de cada región.

Bibliografía

- ALBRECHT, G. S/A. Sistemas ganaderos en base a pasturas implantadas, ¿servicios ecológicos o amenaza ambiental?. En: Revista *Branquis*. Buenos Aires. Vol. 30, no.56. P. 30-34.
- ANDRADE, H.J.; BROOK, R. and IBRAHIM, M. Growth,

- production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. In: *Plant soil*. 2008. 12p.
- CAMBRA LÓPEZ, M. et al. Estimación de las emisiones de los rumiantes en España: el factor de conversión de metano. En: *Arch. Zootec.* Vol. 57(R) 2008. p. 89-101.
- CARMONA, J.C.; BOLÍVAR, D.M. y GIRALDO, L. A. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. En: *Rev. Col Cienc. Pec.* Vol. 18: No.1 (2005).
- CASASOLA, F. et al. Pago por servicios ambientales y cambios en los usos de la tierra en paisajes dominados por la ganadería en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. En: *Agroforestería en las Américas*. Vol. 45 (2007) ; p. 79-85.
- CONDE, C. y SALDAÑA, S. Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. En: *Revista Ambiente y Desarrollo* . Vol. 23, no.2 (2007) ; p 23 – 30.
- DE RAMUS, H. A. et al. Methane emissions of beef cattle on forages: efficiency of grazing management systems. *American Society of Agronomy, Madison, USA*, In: *Journal of Environmental Quality*. Vol. 32, no.1 (2003) ; p. 269-277.
- FAO 2006a. Situación de los Bosques del Mundo 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Rome: FAO, 2007. 140 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). Roma, Italia. Cambio climático y seguridad alimentaria: un documento marco. Grupo de trabajo interdepartamental de la FAO sobre el cambio climático. Roma: FAO, 2007.
- HARVEY, C.A. et al. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 111 (2005) ; p. 200-230.
- HERRERO, M.A.; GIL, S.B. Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. En: *Ecología Austral*. Vol. 18 (2008) ; p. 273-289.
- HOWDEN, S.M., et al. An overview of the adaptive capacity of the Australian agricultural sector to climate change -options, costs and benefits. Report to the Australian. 2003.
- HOWDEN, S.M.; CRIM, S.J and STOKES, C.J. Climate change and Australian livestock systems: impacts, research and policy issues. In: *Australian Journal of Experimental Agriculture*. Vol. 48 (2008) ; p. 780-788.
- IBRAHIM, M. et al. Sistemas Silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. En: *Pastos y forrajes*. Vol. 20, no.4 (2006) ; p. 383-419.
- IPCC. 2007a. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.
- IPCC. 2007b. Climate change 2007: Impacts Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- MAHECHA, L. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. En: *Rev. Col. Cienc. Pec.* Vol. 15, no 2 (2002).
- MAGRIN, G. et al. Latin America. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. In: *Contribu-*



tion of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.

- MURIEL, P. et al. Cambio climático y variabilidad climática: necesidad de nuevas estrategias de adaptación en los sistemas de producción ganadera En: Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 27, no.2 (2007) ; p. 99-111.
- SEPÚLVEDA, C.J.; IBRAHIM, M (editores). Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. CATIE, 2009. 292 p.
- SMITH, T-R. et al. Evaporative tunnel cooling of dairy cows in the Southeast. II: Impact on lactation performance. In: Journal of Dairy Science. Vol. 89, no.10 (2006) ; p. 3915-3923.
- ZAPATA, A. et al. Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas Silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, Colombia. En: Agroforestería en las Américas. Vol. 45 (2007) ; p. 86-92.