

Síntesis para decisores

Policy Brief

CATIE combina ciencia, educación de posgrado e innovación para mejorar el bienestar humano mediante una gestión integrada de la agricultura y los recursos naturales en los territorios rurales de América Latina y el Caribe.

PB 23 Febrero 2016

El manejo integral del estiércol: una ventana de oportunidades para los países miembros del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)

Ileana Ávalos, Cristóbal Villanueva, Lucía Alfaro, Francisco Casasola

Resumen

La actividad ganadera constituye el principal medio de vida para la pequeña y mediana agricultura y contribuye al desarrollo socioeconómico de muchas comunidades en América Central y República Dominicana.¹ Sin embargo, presenta una serie de desafíos en torno a la degradación de tierras, la contaminación de los ecosistemas acuáticos, el cambio climático, la seguridad alimentaria, la salud pública, la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la producción de energía alternativa.

Ante este panorama, se introduce el Manejo Integral del Estiércol (MIE)² como elemento dinamizador de los sistemas sostenibles de producción ganadera. El presente *Policy Brief* refleja la ventana de oportunidad existente en torno al MIE para afrontar los desafíos antes descritos, desde su posible uso para mejorar el suelo, la generación de energía limpia y la productividad agrícola,³ a fin de disminuir la emisión de GEI, asegurar la salud pública y conservar el ambiente.⁴

Se hace un recuento del contexto e importancia de la temática para luego realizar algunas recomendaciones a seguir a nivel regional con impacto directo en el terreno nacional, con el objetivo de contribuir a la toma de decisiones que permita un tránsito de los Estados Miembros del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) hacia escenarios más favorables en el marco de la ganadería sostenible.



El estiércol procesado es una fuente de nutrientes que reduce la dependencia de fertilizantes químicos.

¹ Se considera ganadería desde una perspectiva amplia, incluyendo en ella información y datos para bovinos, aves y cerdos.

² Acrónimo utilizado para facilitar la lectura.

³ La necesidad de intensificar de forma sostenible la producción de alimentos genera una mayor demanda por el uso de biofertilizantes para incrementar la productividad y la eficiencia, mientras se protege el medio ambiente y se mitiga el cambio climático.

⁴ En este caso el término hace referencia a la contaminación de ecosistemas acuáticos.

Contexto e importancia

Cerca del 86% de las explotaciones ganaderas de Centroamérica y de República Dominicana son fincas de pequeña escala, las cuales absorben alrededor del 20% del total de la fuerza de trabajo agropecuario regional (Acosta y Valdés 2014). Además, este sector es un relevante conglomerado en términos de sustento para muchas comunidades rurales, la contribución a la seguridad alimentaria y dinamizador de la economía mediante la generación y agregación de valor al Producto Interno Bruto Agrícola (PIBA), el cual representa más de 35% en países como Panamá, Nicaragua, El Salvador y República Dominicana; y por encima del 17% en los demás países de la región (Figura 1).

Las perspectivas a largo plazo de esta actividad productiva son positivas. Sin embargo, emergen también desafíos que invitan a reconsiderar la forma tradicional de abordar el sector ganadero, dado que el manejo inadecuado de las excretas animales, residuos del procesamiento de los productos ganaderos, compactación de suelo y uso de fertilizantes constituyen las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad, fuentes de agua y la emisión de GEI (Steinfeld et al. 2006, Gerber et al. 2013).

En ese sentido, y tomando en cuenta la tendencia a la implementación de sistemas ganaderos confinados total o parcialmente, existe un creciente interés sobre el MIE especialmente en relación con la producción de energía, como mejorador del suelo, disminución de GEI, conservación de ecosistemas acuáticos, salud pública y seguridad alimentaria (Figura 2).

De esta manera, se revierte de manera sustancial el proceso hacia un ciclo virtuoso donde el estiércol es visto no como una externalidad negativa, sino como un factor positivo y de gran valor, al considerarse un subproducto agropecuario en función del cual se puede producir energía renovable térmica o eléctrica de bajo costo; en algunos casos, reduciendo así, el uso de energía eléctrica convencional. Estas opciones se pueden utilizar para el autoconsumo⁵ (reduciendo los costos operativos) u optar por su comercialización (aumentando los ingresos) (Galiana y Green 2010).

Por otro lado, el estiércol como fertilizante orgánico de alta calidad se puede integrar fácilmente al sistema de producción debido a su inmediata disponibilidad, lo cual disminuye la compra de fertilizantes químicos y aumenta la fertilidad del suelo, permitiendo así el incremento de la productividad agrícola y pecuaria. Otra opción para aumentar los ingresos de los productores es a través de la comercialización de un compuesto rico en materia orgánica de alto valor agronómico (Lomborg 2015).

Además de ser una fuente de ingresos adicional para los productores, permite afrontar desafíos vinculados a la salud de las comunidades donde se ubican las actividades productivas, disminuyendo la incidencia de enfermedades transmitidas por agua y alimentos contaminados por estiércol. Unido a lo anterior, contribuye a la biodiversidad en general y la conservación de ecosistemas acuáticos, al asegurar una disminución en la contaminación de los recursos hídricos y mantos acuíferos aledaños a los predios ganaderos.

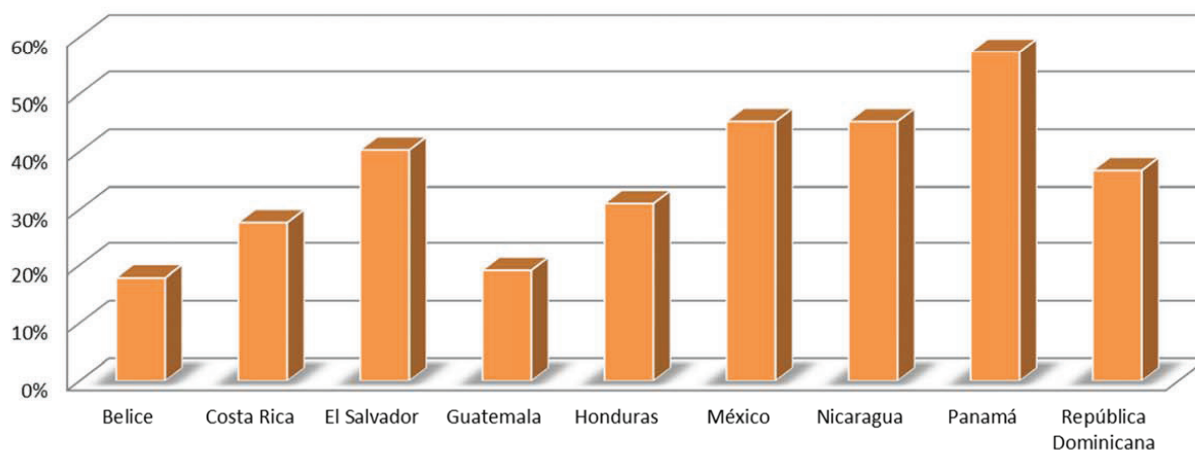


Figura 1. Contribución de la ganadería a la producción bruta agrícola (2013)*

*Según dólares constantes

Fuente: CATIE con base en datos de FAOSTAT (2013).

⁵ El biogás puede ser utilizado en el hogar, para cocinar; así como puede ser usado en la unidad de producción como energía térmica en la cría de lechones o aves y transformación a energía eléctrica para maquinaria y equipo.

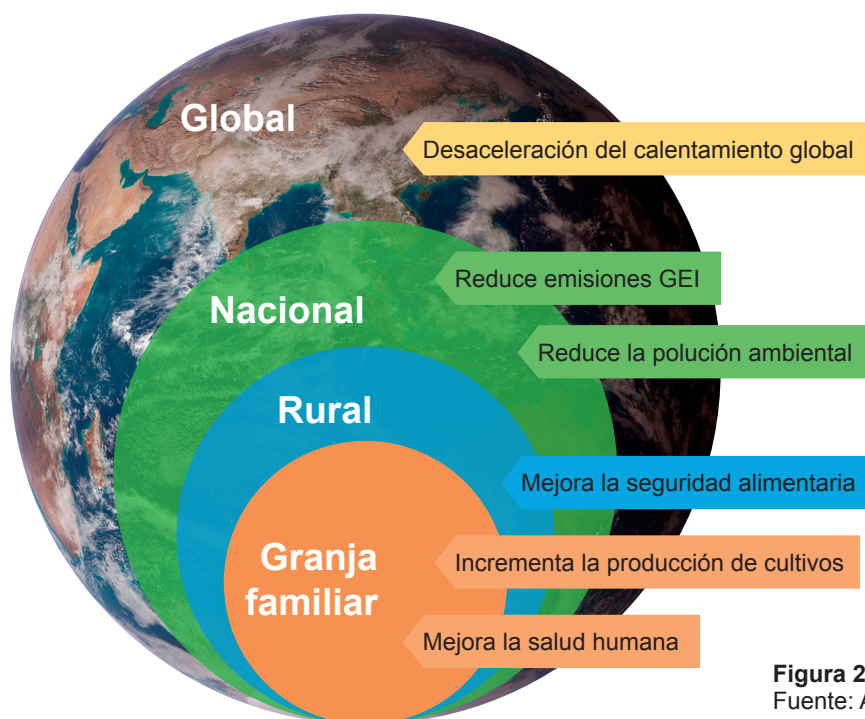


Figura 2. Beneficios del manejo integral el estiércol.
Fuente: Adaptado de Teenstra et al. (2015).

Lograr tal cometido implica enfrentar importantes desafíos, entre los que destacan: vincular a todos los actores relacionados con la ganadería (funcionarios públicos y otros actores -*stakeholders*- de la academia, la cooperación internacional y del sector privado) para tratar de abordar la problemática del manejo del estiércol; aunque este aún no es un tema tan presente como otros en las agendas públicas de los distintos países y más bien su presencia es incipiente a nivel regional.

Incluso, a pesar que el recurso estiércol es una materia prima aprovechable, es subvalorado ya que el productor lo desecha sin ningún tipo de tratamiento; el consumidor aún no reconoce el valor de los productos orgánicos que en algunos casos utilizan abonos a base de estiércol; y las instituciones encargadas de regular las descargas y efluentes al ambiente demandan a los ganaderos a que dispongan grandes volúmenes de estiércol; manteniendo altos costos que dificultan a los pequeños y medianos productores acceder a las tecnologías y certificación de sus mercancías (Teenstra et al. 2014).

Por lo tanto, existen importantes esfuerzos que invitan a transitar hacia una actividad ganadera que maneje integralmente el estiércol, considerando el uso eficiente del agua, el manejo sostenible del suelo y la calidad del aire. A continuación se destacan las acciones a nivel nacional y regional más relevantes y se enfatizan los desafíos aún no atendidos para abrir un espacio a nuevas acciones de política a nivel nacional y regional.

Situación actual regional y nacional

A nivel regional, los países miembros del SICA han reconocido la imperante tarea de generar estrategias y acciones para enfrentar los desafíos del desarrollo de la agricultura y ganadería en la región, lo cual ha impulsado diversas iniciativas regionales entre las cuales destacan la Política Agrícola Centroamericana (PACA) 2008-2017,⁶ la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS) 2009-2024, la Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centroamérica y República Dominicana (POLSAN) 2012-2032, la Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial (ECADERT) y la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana (EESCA) 2020. Además, desde el siglo anterior, todos los Estados miembros del SICA ratificaron el Protocolo de Kyoto y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Incluso, en el marco del Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), el 20 de agosto de 2015, los países dieron un paso más allá al respaldar la iniciativa “*Mejoramiento del Marco de la Política Regional del SICA para Explotar el Valor Integral del Estiércol*”, en la cual CAC fungirá como enlace y coordinador de los grupos técnicos afines (CAC 2015).

No obstante, a pesar de estas políticas e instrumentos de política regional que abordan de manera indirecta el manejo integral del estiércol, la región aún carece de lineamientos de

⁶ Esta política no aplica para el caso de República Dominicana.

política que le permitan sacar mayor provecho del estiércol como subproducto de las actividades agropecuarias de sus Estados miembros.

A nivel nacional, ocurre una situación similar. Si bien se han dado pasos importantes en términos de MIE, aún hay barreras significativas que obstaculizan el avance hacia escenarios más favorables. En la mayoría de los casos,⁷ se evidencia una importante **ausencia de políticas y normativas** relacionadas directamente con la gestión y el manejo integral del estiércol pese a los potenciales beneficios e implicaciones que podría traer para la sociedad, especialmente para las comunidades rurales. En términos generales, ha habido mayor progreso en **la generación de energía térmica como subproducto del estiércol** (biogás), debido al enfoque de las políticas nacionales y regionales que han ido incentivando su uso.⁸

Sin embargo, hay otros temas relacionados con los usos complementarios del estiércol no contemplados dentro de dichas políticas o sus respectivos instrumentos, como en la recuperación de tierras agrícolas degradadas, el aporte de nutrientes, la contaminación del aire, enfermedades zoonóticas y la adaptación al cambio climático (especialmente en sequías intensas que son comunes en Centroamérica y República Dominicana).

De lo anterior, se deriva que los pocos **instrumentos de política** existentes no están siendo efectivos para sacar el mayor aprovechamiento de ese subproducto. La tecnología en algunos casos continúa siendo costosa o incipiente; son escasos los mercados para tranzar bienes producidos bajo esquemas de ganadería sostenible donde se utilizan biofertilizantes y energía limpia. Además, no existen regulaciones sobre el uso y manejo del estiércol y hay una importante falta de información y conocimiento sobre el potencial del estiércol para alcanzar estándares de producción, así como también falta de incentivos, fondos o programas que faciliten la inversión en sistemas para el MIE.

Otra limitante es que en pocos casos se ha destinado un **presupuesto** específico para el cumplimiento de los objetivos de las políticas. Adicionalmente, la **dinámica relacional** entre los actores vinculados con la temática del MIE cuestiona la gobernanza actual al ser un tema transversal en el cual se difuminan los límites de lo público y lo privado.

La implementación de las políticas e instrumentos de políticas vinculados con el manejo integral del estiércol recae básicamente sobre dos tipos de instituciones: los ministerios o secretarías de agricultura y/o de medio ambiente; dejando a los ministerios de salud Pública con un papel menos protagónico.



⁷ En el caso de Costa Rica sí existen instrumentos de política donde se contempla el MIE de forma directa, como en el Reglamento sobre Granjas Porcinas y Reglamento sobre Granjas Avícolas.

⁸ Ejemplo de un esfuerzo a nivel regional lo constituye el proyecto Alianza Energía y Ambiente con Centroamérica.

En la mayoría de los casos, son estas mismas instituciones las encargadas de hacer cumplir dichas acciones de política, lo cual suele generar acciones repetidas entre carteras ministeriales o no articuladas entre sí. En este sentido, uno de los principales desafíos es la **coordinación** entre los actores vinculados para definir una estrategia transversal de trabajo colaborativo.

Por lo tanto, no necesariamente se requieren nuevas políticas públicas, sino más bien pensar en formas de articulación transversal con espacios interinstitucionales que permitan un diálogo y agendas de trabajo conjunto entre los actores públicos, privados, la academia, la sociedad civil y la cooperación internacional, en el marco de gobernanza colaborativa; como son los casos exitosos derivados de las Medidas de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (las NAMA, por sus siglas en inglés) en materia de ganadería⁹.

Recomendaciones de política

La coyuntura actual provee diversas oportunidades para el aprovechamiento del estiércol a partir de su uso integral que permita por una parte asegurar y mejorar las condiciones ambientales y por otra contribuir a generar mejores ingresos para los productores ganaderos.

Un paso que permitiría avanzar y fortalecer en torno al MIE en cada uno de los países sería el establecimiento de **lineamientos de política regional para el manejo integral del estiércol**,¹⁰ que permitan armonizar esfuerzos frente a los desafíos comunes. Mediante dichos lineamientos de política se delimitarían los ejes estructurales de trabajo y las líneas de acción con propuestas de medida a implementarse nacional y regionalmente.

Si bien los niveles regional y nacional funcionan de manera diferenciada, el promover acciones a nivel regional podría permitir remozar, maximizar las sinergias y dar la fortaleza que en algunos casos se requiere a nivel nacional para continuar transitando hacia mejores escenarios en MIE. Para sacar un aprovechamiento idóneo de acciones a nivel regional es clave el compromiso real y efectivo que los países posean respecto al tema, así como también la sostenibilidad de las acciones que se sugieran.

Con base en el trabajo con actores vinculados al MIE, entre los aspectos importantes a considerar para dichos lineamientos se sugieren los siguientes:

- **Gobernanza y andamiaje institucional:** el MIE es un tema que cuestiona los límites de lo público y lo privado pero también es un asunto de interés transversal que desafía los espacios “tradicionales” de trabajo de las secretarías y ministerios de agricultura, ambiente, energía y salud, entre otros. Por ello, es fundamental transitar

hacia una visión y abordaje sistémico, el cual incorpore el establecimiento de mecanismos de trabajo interinstitucional y otros consorcios colaborativos de trabajo.

- **Establecimiento de bienes públicos regionales:** que armonicen, sistematicen e integren las acciones nacionales de los diversos actores. Entre las áreas en las cuales se podría trabajar se encuentran:
 - El establecimiento de un *laboratorio regional* mediante alianzas y acciones público-privadas que permita a los países hacer sus estudios técnicos y continuar los procesos de investigación básica en la materia.
 - La *instauración de un sistema de información y monitoreo* regional homologado con protocolos y metodologías que realice mediciones del efecto del estiércol sobre el suelo, el ambiente y la salud pública y que también permita comparar, replicar investigaciones exitosas, actualizar los inventarios regionales de las categorías animales en los diferentes sistemas de producción ganaderos y maximizar las lecciones aprendidas entre las naciones.
 - La *actualización y homologación de estándares* entre países, por ejemplo en material de producción orgánica y biogás.
 - La *inclusión del MIE, biofertilizantes y energía limpia a base de estiércol como criterio en las certificaciones* de producción sostenible, inteligentes con el clima y con Responsabilidad Social Empresarial (RSE).
 - La *incorporación del MIE (con contenido presupuestario) en las políticas de mitigación y adaptación del cambio climático* como estrategia para reducir emisiones y lograr metas propuestas por los países.
- **Agenda de investigación e innovación conjunta:** para potenciar las experiencias exitosas se sugiere promover el establecimiento de consorcios de investigación que pro-

⁹ Tal como es el caso del NAMA de Ganadería Bovina en Costa Rica y el NAMA regional para la captura, recolección y uso del biogás en el subsector porcino en República Dominicana.

¹⁰ Se esboza una propuesta de lineamientos de política regional para el manejo integral del estiércol en el documento de *Policy Guidance* en proceso de preparación por parte del CATIE.

muevan las alianzas público-privadas y articulen la oferta de investigación con las necesidades que los países y los productores poseen en la materia. Además, incluir el tema MIE en los programas de estudio de carreras agropecuarias, ambientales, energía y otras afines; y finalmente, promover trabajos finales de graduación vinculados con temas agropecuarios pendientes de investigar.

- **Gestión del conocimiento:** son claves la capacitación y sensibilización permanente de todos los actores relacionados con el MIE y la instauración de espacios (podrían ser virtuales) de cooperación horizontal para fortalecer las capacidades de dichos actores bajo un esquema de trabajo colaborativo y aprendizaje compartido, donde se intercambien las experiencias y lecciones aprendidas, dada la duplicación de esfuerzos tanto dentro de los países como entre ellos.

Por ello, la difusión de las estrategias innovadoras que los Estados realizan para la extensión ganadera es clave así como también el desarrollo de guías y manuales nutridos a partir de las experiencias de todos los países sobre el uso de estiércol procesado, ya que permiten *sumar esfuerzos en investigaciones básicas y aplicadas*, haciendo un uso más eficiente de los recursos, *acceder de manera regional a fondos mundiales* de cooperación y asistencia técnica internacional para continuar avanzando y dinamizando hacia el MIE.

- **Promoción de la capacidad empresarial y fomento a mercados especializados:** los incentivos para que el

sector privado aplique la tecnología necesaria para un MIE son un elemento determinante. Frente a ello, los programas de incremento de la competitividad, de creación de ventajas comparativas, de reducción de costos energéticos de la producción, de eficiencia energética, de certificación para la sustentabilidad y de RSE son una oportunidad para articular los esfuerzos del sector en el manejo de ganadería sostenible y el interés de un MIE en la región.

De la mano de ello, la promoción de mercados diferenciados para productos que se generan vinculados con la producción de energía basada en estiércol permitiría un incremento en el uso de la tecnología. Entre las alternativas a considerar se encuentran las tarifas diferenciadas de la energía generada a partir del estiércol, la exoneración de impuestos de la maquinaria y equipos requeridos tanto para la producción y manejo de biofertilizantes como también para la generación de energía térmica y eléctrica. Además, la organización de los productores en clusters podría facilitar la producción de estiércol y las negociaciones relacionadas con sus subproductos.

Este tipo de lineamientos podrían venir a remozar el trabajo realizado y permitir mayor información y conocimiento sobre lo que otros países realizan, brindando la posibilidad de fortalecer y generar escalabilidad de las acciones porque la región tiene un valioso subproducto que, con esfuerzo conjunto, articulación y la instauración de las sinergias necesarias puede contribuir sustancialmente a su desarrollo.

Fuentes consultadas

Acosta, A; Valdés, A. 2014. Situación y perspectivas del sector ganadero en Centroamérica. Panamá, FAO (Food and Agriculture Organization, IT). 120 p.

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. 2007. Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad (en línea). Consultado 12 oct. Disponible en <http://goo.gl/gr0BrI>

Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. 1998. Ley de Medio Ambiente, Decreto No. 233. No (en línea). Consultado el 22 de set 2015. Disponible en <http://goo.gl/Wuj56d>

Asamblea Legislativa de la República de Honduras. 2007. Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables (en línea). Consultado el 12 de oct 2015. Disponible en <http://goo.gl/YRebXX>

Asamblea Legislativa de la República de Honduras. 2011. Reglamento para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos (en línea). Consultado el 22 de set 2015. Disponible en <http://goo.gl/TP5OMo>

Asamblea Nacional de la República de Panamá. 2005. Ley No. 25 del 19 de julio de 2005 (en línea). Consultado el 12 de oct 2015. Disponible en <http://goo.gl/OevaK8>

CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano). 2007. Política Agrícola Centroamericana: Una agricultura competitiva e integrada para un mundo global 2008-2017 (en línea). Consultado el 22 de set 2015. Disponible en <http://goo.gl/xR5vPs>

CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano). 2008. Estrategia Regional Agroambiental y de Salud de Centroamérica 2009-2024 (en línea). Consultado el 22 de set 2015. Disponible en <http://goo.gl/UeO3IS>

CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano). 2012. Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centroamérica y República Dominicana (en línea). Consultado el 22 de set 2015. Disponible en <http://goo.gl/30e5B2>

CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano). 2015. Acuerdo de la Reunión Ordinaria del Consejo de Ministros de Agricultura de Centroamérica 2015. El Salvador, CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano).

Casasola, F. 2015. Identificación de políticas e instrumentos de políticas públicas sobre el Manejo Integral del Estiércol en los países miembros del SICA. In Taller Manejo Integral del Estiércol en los países miembros del SICA. (2015, San José, CR). Reporte del Taller. San José, CR: CATIE (Centro

- Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). Costa Rica. P. 2 – 7.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2015. Síntesis del Taller Regional Manejo Integral del Estiércol de Sistemas Ganaderos. In Taller sobre el Manejo Integral del Estiércol en los países miembros del SICA, (2015, Distrito Federal, MX). Síntesis del Taller. Distrito Federal, MX: CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). México.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2015. Síntesis del Taller sobre el Manejo Integral del Estiércol en los países miembros del SICA. In Taller sobre el Manejo Integral del Estiércol en los países miembros del SICA, (2015, San José, CR). Síntesis del Taller. San José, CR: CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). Costa Rica.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina). 2007. Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 (en línea). Consultado el 22 de set 2015. Disponible en línea: <http://goo.gl/8DY1IJ>
- Congreso de la República de Guatemala. 2003. Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (en línea). Consultado el 12 de oct 2015. Disponible en <http://goo.gl/8lhy5b>
- Consejo Nacional de República Dominicana. 2001. Ley General de Electricidad 125-01 (en línea). Consultado el 12 de oct 2015. Disponible en <http://goo.gl/EqDZsN>
- Dirección de Cambio Climático de Costa Rica. 2012. Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (en línea). Consultado el 12 de oct 2015. Disponible en <http://goo.gl/Q3fA8r>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2002. Perspectivas para el medio ambiente: Agricultura y medio ambiente (en línea). Consultado el 5 de enero 2016. Disponible en <http://goo.gl/V4cidt>
- Galiana, I. y C. Green. 2010. An Analysis of a Technology-led Policy as a Response to Climate Change. In Smart Solutions to Climate Change: Comparing Costs and Benefits (en línea). Consultado el 5 de enero 2016. Disponible en <http://goo.gl/x3E0oA>
- Gerber, P.J; Steinfeld, H; Henderson, B; Mottet, A; Opio, C; Dijkman, J; Falcucci, A; Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock- A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. 115 p.
- Germer, L. 2015. Informe de Consultoría: "Políticas e instrumentos existentes y barreras que impiden un adecuado manejo integral del estiércol en los países miembros del Sistema de Integración de Centro América (SICA)". CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR).
- Gobierno de la República de Nicaragua. 2010. Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático 2010 (en línea). Consultado el 12 de oct 2015. Disponible en <https://goo.gl/ThVNq5>
- Government of Belize. s.f. Policy on Adaptation to Global Climate Change (en línea). Consultado el 12 de oct 2015. Disponible en <http://goo.gl/3Q5YTD>
- Lomborg, B. 2015. Inversiones medioambientales inteligentes (en línea). Consultado el 5 de enero 2016. Disponible en <http://goo.gl/q0Ohjs>
- Molina, L. 2015. Entrevista enfocada sobre el Manejo Integral del Estiércol en los países miembros del SICA. San José, CR. (24 set 9:00 am).
- Ortega, M. (2015). Entrevista enfocada sobre el Manejo Integral del Estiércol en los países miembros del SICA. San José, CR. (24 set 10:00 am)
- Primicias Rurales. 2011. Biodigestores grandes beneficios económico para el Agro (en línea). Consultado el 5 de enero 2016. Disponible en <http://goo.gl/g1roOo>
- Programa Estado de la Nación. 2010. Estado de la Región en desarrollo humano sostenible 2010. 4. Ed. San José, CR, s.e. 378 p.
- Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenar, T; Castel, V; Rosales, M; Haan, C. 2006. Livestock Long Shadow: Environmental Issues and Options. The Livestock and Environment Development Initiative. Italia, FAO (Food and Agriculture Organization, IT). 420 p.
- Teenstra, E; Vellinga, T; Aektasaeng, N; Amatayakul, W; Ndambi, A; Pelster, D; Germer, L; Jenet, A; Opio, C; Andeweg, K. 2014. Global Assessment of Manure Management Policies and Practices (en línea). Consultado el 20 de oct 2015. Disponible en <https://goo.gl/MbXV7k>
- Teenstra, E; De Buissonjé, F; Ndambi, A; Pelster, D. 2015. Manure Management in the (Sub-)Tropics; Training Manual for Extension Workers. Wageningen, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 919. 41 p.

Revisores:

Muhammad Ibrahim, Guillermo Detlefsen,
Orlando Vega

Fotografías:

Cristóbal Villanueva
Francisco Casasola
Andrea Garay

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Estado de Acre en Brasil.

Sede Central, CATIE,
Cartago, Turrialba 30501, Costa Rica
Tel. + (506) 2558-2000
comunica@catie.ac.cr
www.catie.ac.cr

CATIE 
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo