



DECIMOSÉPTIMO INFORME ESTADO DE LA NACIÓN (2010)

AGRICULTURA, AGROFORESTERÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Informe final

Investigador:

Oliver Bach

Agosto, 2011

Nota: Las cifras de las ponencias pueden no coincidir con las consignadas por el Decimoséptimo Informe Estado de la Nación (2010) en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Hechos relevantes.....	1
Resumen Ejecutivo	2
Descriptores:	2
Agricultura, Agroforestería y Cambio Climático.....	2
Introducción	2
Sube el área de producción de frijol, piña y arroz y baja el área de maíz.....	3
El agro Costarricense en las noticias: situación económica y el cultivo de piña	4
Piña: pasos hacia la sostenibilidad.....	6
Agroforestería: modelo de producción con huella de carbono menor	8
Beneficios de la Ganadería Sostenible en Costa Rica.....	10
Adaptación y mitigación al cambio climático: el sector cafetalero lidera los primeros logros ..	13
Adaptación.....	13
Mitigación.....	14
Bibliografía.....	18

Hechos relevantes

- La piña tiene más área de producción que el banano y se consolidó en el segundo lugar después de la caña de azúcar como mayor cultivo productor (en toneladas métricas), seguidos por el banano y la palma africana.
- Las afectaciones climáticas para la productividad del agro costarricense son cada vez más frecuentes y son agravados por altos costos de producción que han llevado a fincas de melón, plantas y follajes ornamentales al cierre de operaciones y a los cultivos de arroz, hortalizas y producción ganadera a cuantiosas pérdidas económicas.
- La piña sigue siendo el cultivo más mencionado en los medios de comunicación nacional e internacional por su impacto ambiental y social. Se perfilan primeras iniciativas para encaminar el cultivo hacia la sostenibilidad.
- Los modelos de producción orgánicos, silvopastoriles y agroforestales a pesar de tener una huella de carbono menor, no reciben incentivos estatales significativos.
- El sector cafetalero lidera los primeros esfuerzos hacia la adaptación y mitigación al cambio climático con la Cooperativa Coopedota certificada carbono neutral.

Resumen Ejecutivo

En el año 2010, la piña se consolidó en el segundo lugar después de la caña de azúcar como mayor cultivo productor en toneladas métricas, seguidos por el banano y la palma africana y tiene actualmente más área de producción que el banano. El cultivo de piña también sigue siendo el cultivo más mencionado por los medios de comunicación nacionales e internacionales por sus impactos ambientales y sociales. Varias publicaciones comprueban los efectos del cambio climático en el terreno nacional con ejemplos de los cultivos caña de azúcar y café. Otros estudios señalan los beneficios de los sistemas silvopastoriles y agroforestales para la producción y huella de carbono. Coopedota es la primera cooperativa de café a nivel mundial con certificación de carbono neutro y le sigue el ejemplo una empresa arrocera de Guanacaste. A pesar del anuncio sobre la meta de ser el primer país carbono neutral del mundo en el año 2021, el Estado no ha ejecutado acciones que incentiven al sector agropecuario costarricense de adaptar prácticas para la mitigación y adaptación del cambio climático. Dominan mecanismos voluntarios de mercado que incentivan buenas prácticas certificadas.

Descriptor:

Modelos de producción, cultivo de piña, agroforestería, sostenibilidad, SSP, SAF, cambio climático.

Agricultura, Agroforestería y Cambio Climático

Introducción

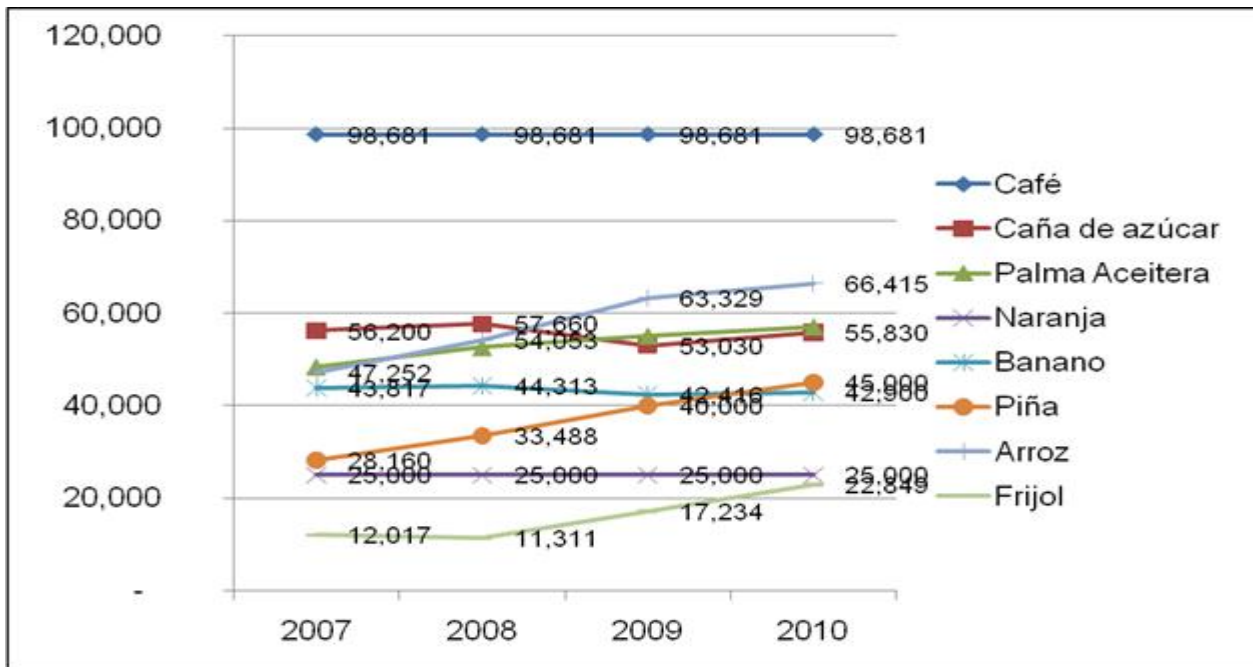
El presente capítulo resume los cambios más importantes con respecto a la producción y área cultivada de los cultivos agrícolas principales del país y señala los impactos de eventos climáticos extremos para algunos cultivos. El cultivo de piña sigue siendo el cultivo más mencionado por los medios de comunicación nacionales e internacionales por sus impactos ambientales y sociales. Aún así se perfilan las primeras iniciativas para encaminar al cultivo hacia la sostenibilidad. Varias publicaciones comprueban los efectos del cambio climático en el terreno nacional con ejemplos de los cultivos caña de azúcar y café. Otros estudios señalan los beneficios de los sistemas silvopastoriles y agroforestales para la producción y huella de carbono. Coopedota es la primera cooperativa de café a nivel mundial con certificación de carbono neutro y le sigue el ejemplo una empresa arrocera de Guanacaste. A pesar del anuncio sobre la meta de ser el primer país carbono neutral del mundo en el año 2021, el Estado no ha ejecutado acciones que incentiven al sector agropecuario costarricense de adaptar prácticas para la mitigación y adaptación del cambio climático. Dominan mecanismos voluntarios de mercado que incentivan buenas prácticas certificadas.

Sube el área de producción de frijol, piña y arroz y baja el área de maíz

En el año 2010, el área cultivada en Costa Rica creció por un 3% en comparación con el año anterior para ubicarse en 486,602 ha (SEPSA 2011). Los cultivos con mayor tendencia de crecimiento en área cultivada en comparación con el 2009 fueron el frijol (+32.6%), la piña (+14.4%) y el arroz (+4.9%). El área de producción de maíz bajó por un 16.3% en comparación con el 2009.

Según SEPSA (2011), el café sigue siendo el cultivo más dominante en el territorio Costarricense con una extensión de 98,681 ha, seguido por el arroz (66,415 ha), palma aceitera (57,000 ha), caña de azúcar (55,830 ha), piña (45,000 ha), banano (42,900 ha), naranja (25,000 ha) y frijol (22,849 ha) respectivamente (Gráfico 1).

Gráfico 1
Área sembrada de los principales cultivos (hectáreas) 2007-2010.



Fuente: SEPSA (2011)

La mayor área de producción de la piña es la zona Norte con 50%, seguido por la zona Atlántica (31%) y la zona Pacífica (18%) (CANAPEP 2011). La piña consolidó su segundo lugar después de la caña de azúcar como mayor cultivo productor (en toneladas métricas), seguidos por el banano y la palma africana. La producción bananera se recuperó acercándose al resultado del 2008. En el 2010, la producción de café se recuperó ligeramente en comparación con el año anterior, mientras que se produjo un 10.9% menos de naranja y un 21.1% menos de maíz que en el 2009 (Cuadro 1) debido a una disminución significativa en su área de producción.

Cuadro 1
Producción de las principales actividades agrícolas 2007-2010 en toneladas.

Cultivo	2007	2008	2009	2010
Caña de azúcar	4,087,565	3,596,724	3,635,409	3,734,732
Piña	1,547,139	1,667,530	1,682,043	1,976,755
Banano	2,079,106	1,886,767	1,588,742	1,803,941
Palma Africana	825,000	863,200	897,750	985,800
Café	637,148	589,257	481,067	512,132
Naranja	424,000	278,000	350,000	312,000
Arroz Granza	179,728	221,474	259,656	264,756
Melón	251,765	197,273	187,325	187,661
Yuca	96,928	97,846	189,387	144,745
Papaya	41,042	58,408	59,266	35,306
Tomate	53,580	58,200	64,325	57,030
Maíz	19,486	12,766	23,860	18,765
Palmito	9,900	10,514	12,100	12,100

Fuente: SEPSA (2011)

Para el año 2010, el banano siguió encabezando la lista de los principales productos de exportación del sector agrícola con US-\$ 738.9 millones, seguido por la piña con US-\$ 665.9 millones y el café oro con US-\$ 258.8 millones (PROCOMER 2011). CANAPEP (2011) reporta cifras ligeramente mayor para la exportación de piña con US-\$ 678.5 millones. Según esta fuente, la piña genera 27,500 empleos directos, se procesa en 72 plantas empacadoras y se exporta por medio de 170 empresas.

El agro Costarricense en las noticias: situación económica y el cultivo de piña

El sector agropecuario ha sido cubierto por numerosos artículos de prensa sobre su situación económica, el cultivo de la piña y afectaciones climáticas.

El impacto negativo de los temporales de setiembre, octubre y noviembre desmereció lo que hubiera sido un buen año 2010 para el agro. Las inundaciones afectaron

especialmente la producción de café, arroz, caña de azúcar y, en algunos casos, la ganadería. Al problema de los temporales inesperados se le une el impacto de la caída en el valor del dólar, según la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria (CNAA). El colón aumentó su valor en un 15% el año pasado, mientras los costos de producción subieron un 8%. La combinación de esos dos factores redujo en un 23% los ingresos de las actividades agropecuarias, con especial efecto en las firmas exportadoras, según la CNAA (Barquero 2011c).

Las tierras destinadas a la producción de piña en el país comienzan a ser escasas. Las regiones tradicionales para cultivar la fruta, como la zona Norte y la Atlántica, se encuentran saturadas por la alta demanda de piñeras instaladas. En los últimos años la demanda de ese producto agrícola en los mercados internacionales (Europa y la costa este de EE. UU.) ha impulsado sus exportaciones. La falta de tierras para piña llevó a una empresa ya a asentarse en el Pacífico central con clima seco que sube los costos de producción por la inversión más alta en el traslado de la fruta al puerto de Moín, mantener la irrigación en la época seca y la colocación de toldos para evitar que el sol quemara las piñas (Alfaro 2010).

La piña es el cultivo que sigue apareciendo más en comunicados de los medios. Denuncias impulsadas por la organización *Consumers International (CI)* y mediante el periódico *The Guardian*, en Inglaterra denunciaron el uso excesivo de agroquímicos, de contaminación ambiental, del pago de bajos salarios y de largas jornadas de trabajo (Barquero 2010c). En mayo del 2011, tres piñeras fueron cerradas por el Tribunal Ambiental Administrativo del MINAET en Los Chiles y Guatuso por múltiples afectaciones ambientales en las cercanías del Refugio de Vida Silvestre Caño Negro, humedal de importancia internacional o sitio Ramsar, como afectación de nacientes, presunta disecación de humedal, afectación de una laguna, corta y quema de árboles, mal manejo de agroquímicos, perforación de pozos ilegales, corta y aprovechamiento de árboles, cambio de uso del suelo, mal manejo de aguas residuales, afectación de sistemas boscosos con sedimentos y operar sin permisos ni viabilidad ambiental. El TAA constató que la tala, la invasión de áreas de protección, el cambio de uso del suelo, la afectación de la laguna y su fauna, construcciones que afectan los corredores biológicos y una expansión de la actividad piñera son parte de la larga lista de problemas ambientales que están presionando fuertemente el Humedal de Caño Negro y sus alrededores (TAA 2011).

Otro problema que no ha sido solucionado por completo es la propagación de la mosca del establo por mal manejo de desechos orgánicos piñeros. La mosca tiene presencia en San Carlos, Upala, Río Cuarto de Grecia y Sarapiquí, donde los productores reportan pérdidas por varios cientos de millones de colones. El presidente de la Cámara de Ganaderos de San Carlos sostuvo que “la epidemia se ha vuelto inmanejable”, tanto que ha provocado que las vacas, debilitadas por la pérdida de sangre, dejen de comer. Se estima que la producción de leche se ha reducido en un 50%. El presidente de la Cámara culpó también al Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) y al Servicio Nacional de Salud Animal (Senasa), al no obligar a las empresas piñeras a cumplir la ley (Hernández 2010).

A este escenario se agrega un potencial factor de conflicto más con el hecho de que la empresa LM Veintiuno S. A. solicitó un permiso para sembrar entre 80 y 200 hectáreas de piña transgénica en Buenos Aires para fines de investigación (Lanusse 2011). En Costa Rica se cultivan algodón y soya transgénicos a nivel comercial y, de forma experimental (no para comercio o consumo), hay cultivos de arroz, plátano, banano, y tiquizque. El Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM), de la Universidad de Costa Rica, iniciará un estudio sobre cultivos transgénicos en conjunto con entidades de Brasil, Perú y Colombia. Los científicos costarricenses participarán con cultivos de algodón y arroz transgénico (Rodríguez 2011).

Recuadro 1

Piña: pasos hacia la sostenibilidad

A pesar de los muchos efectos ambientales y sociales negativos causados por algunas fincas piñeras se han dado también muchas iniciativas que encaminen el cultivo hacia la sostenibilidad:

- Monitoreo de fincas piñeras por el Servicio Fitosanitario del Estado basado en el Manual de Buenas Prácticas del MAG: Según el SFE (Sánchez, com.pers.2011), se han distribuido más de 1000 manuales. Los técnicos del SFE ya iniciaron las auditorías con listas de chequeos basadas en las prácticas señaladas en el manual. El seguimiento técnico después de esta primera visita es acordada con cada productor individualmente. Se han capacitado no solamente a productores de piña, sino también a productores de hortalizas, raíces y tubérculos, melón, mango y aguacate, ya que muchas de las prácticas señaladas en el manual aplican para cultivos agrícolas, en general. También los técnicos de las agencias del MAG fueron entrenados en la mayoría de las zonas. Se han producido además videos de capacitación sobre buenas prácticas agrícolas, de manufactura, de manejo de plaguicidas y sobre las funciones del SFE a parte de cortos de televisión y manuales de bolsillo sobre el manejo de plaguicidas, trazabilidad y buenas prácticas agrícolas y de manufactura. Los manuales para los cultivos de mango, melón y sandía están por publicarse. Según Sánchez (com.pers. 2011), en Costa Rica el nivel más alto en desafío es el microbiológico (patógenos que afectan la salud humana) y no el de plaguicidas como se hace saber constantemente a la sociedad costarricense. El problema consiste en falta de legislación para que el Servicio Fitosanitario del Estado actúe directamente sobre la inocuidad alimentaria (buenas prácticas agrícolas y de manufactura, POES, HACCP) y la creación de un Departamento o Dirección de Inocuidad Alimentaria en Costa Rica. El Ministerio de Salud debería ser la entidad rectora desde el punto de vista microbiológico, pero no ejerce esta tarea debido a sus múltiples funciones, organización y falta de personal, aunque hay retos de contaminación microbiológica en todos los vegetales que consumimos diariamente.
- Investigaciones de PAO-UCR sobre el manejo de rastrojos y biocontroladores para el manejo de plagas y enfermedades: PAO-UCR (Programa de Agricultura Orgánica de la Universidad de Costa Rica) ha aplicado exitosamente la trituración y uso de descomponedores de microorganismos eficientes para descomponer el rastrojo en aproximadamente un mes en comparación con 13 meses sin tratamiento. El rastrojo luego se incorpora al suelo e incentiva el desarrollo radical en las plantas de piña. Ya 20 fincas de la zona Norte actualmente están aplicando esta práctica. También ha habido resultados positivos con biocontroladores como el hongo *Beauveria bassiana* o *Bacillus thuringiensis* sepa *kurstakii* para varios insectos plagas (Acuña, com.pers. 2011).

- Proyecto REPCar – Reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe (ver ponencia de Clemens Ruepert): El Programa Ambiental del Caribe del PNUMA, con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), trabaja actualmente en la reducción del escurrimiento de plaguicidas agrícolas al Mar Caribe. Este trabajo se concreta en un proyecto conjunto entre el PNUMA y los países de Nicaragua, Costa Rica y Colombia. Las corrientes prevalecientes fluyen en un patrón circular a lo largo de la costa del Caribe compartida por estos países. La contaminación transfronteriza puede resultar, cuando los contaminantes liberados a las aguas costeras de un país causan impactos en países vecinos. Uno de los resultados del proyecto es la reducción entre 30% y 100% en experimentos por medio del empleo de cobertores plásticos en plantaciones piñeras.
- Certificaciones agrícolas: Existen muchas fincas certificadas con diferentes sistemas de certificación, como GlobalGap, SA8000, Comercio Justo, Orgánico y Rainforest Alliance Certified. Pionero en esta área es PROAGROIN, una fundación privada, creada en el año 1997 con el objetivo de promover el mejoramiento de la calidad de vida de los pequeños y medianos agricultores y sus familias que habitan en la zona norte del país. Según su director ejecutivo (Jorge Sánchez Ulate, com. pers. 2011), aunque no necesariamente ha habido premios significativos para estos productos certificados, le ha permitido incursionar en la venta directa y eliminar los intermediarios.
- Mesa de Diálogo sobre Producción de Piña Sostenible: el 20 de Mayo del 2011, actores interesados para una producción sostenible de la piña fueron convocados por Rainforest Alliance a presentar avances en buenas prácticas y discutir desafíos y siguientes pasos para la divulgación de estas. Participaron CANAPEP, el Programa de Agricultura Orgánica de la Universidad de Costa Rica, Proyecto REPCar, MAG, PNUD, SITRAP y varias empresas piñeras en un diálogo constructivo. Dentro de este foro, representantes de productores han señalado algunos obstáculos hacia la sostenibilidad piñera, como: la falta de transferencia tecnológica por universidades y MAG, financiamiento y acompañamiento técnico, así como un plan nacional de desarrollo de piña.
- Plataforma Nacional de Producción y Comercio Responsable de Piña en Costa Rica PNUD-Vicepresidencia: El proyecto Plataforma Nacional de Producción y Comercio Responsable de Piña en Costa Rica consiste en una intervención de 24 meses implementada por el PNUD, con apoyo de ICCO para generar un modelo de producción y comercio responsable de la Piña en Costa Rica; gestionado y sustentado desde una plataforma en la que participen activamente todos los sectores involucrados en el encadenamiento de ese producto a nivel nacional e internacional. Este modelo se forjará en una visión inter-institucional e intersectorial consensuada y documentada de los principales impactos positivos y negativos de la producción de piña. Se definirá una estrategia conjunta para eliminar o disminuir los impactos negativos, al mismo tiempo que se mejora la sostenibilidad de este cultivo. El proyecto servirá como foro de definición de acciones requeridas a largo plazo por los distintos involucrados para cumplir con el modelo de producción y comercio responsable ideado e iniciará el 15 de junio del 2011.

Fuente: Bach, O. 2011

Al menos 12 fincas dedicadas a la producción de plantas y follajes ornamentales quebraron y 5,000 hectáreas de melón se dejaron de sembrar entre el 2007 y el 2011, denunció ayer la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria (CNAA). Solo en el

sector de plantas se quedaron sin trabajo 2.375 personas entre el 2007 y el 2010, aseguró esa organización privada. Además, varios productores de chayote dejaron la actividad y liberaron alrededor de 200 puestos de trabajo, mientras la producción de mini-vegetales enfrentó grandes problemas porque su cosecha se dejó de exportar. Los altos costos de producción son la principal causa de la crisis del sector: Los precios de combustibles, los salarios y las tarifas de electricidad están entre las que más influyen en este aumento de costos (Barquero, 2011a). En el caso del cultivo de melón, el costo de producción subió entre un 18% y 22% como consecuencia de la depreciación del dólar (Barquero 2010a).

Agroforestería: modelo de producción con huella de carbono menor

Los árboles juegan un papel fundamental en casi todos los ecosistemas terrestres y proveen un rango de servicios a la sociedad rural y urbana. De manera que la vegetación natural sea removida para actividades agrícolas y otros tipos de desarrollo, los beneficios de los árboles se mantienen mejor por medio de la integración de árboles dentro del paisaje productivo agrícola – práctica conocida como agroforestería. Los productores agrícolas han practicado la agroforestería por siglos. Los papeles de los árboles incluyen a árboles fertilizadores para la regeneración de suelos, árboles frutales para la alimentación, árboles que proveen alimentación al ganado, árboles maderables y para leña, árboles medicinales y árboles productoras de hules y resinas. Muchos árboles son de multi-propósito. La agroforestería provee sustento y beneficios ambientales como:

- Enriquecer el ingreso de hogares pobres.
- Mejorar la fertilidad de suelos y la productividad ganadera.
- Conectar hogares pobres con mercados para frutas, aceites, medicinas y cultivos de alto valor.
- Equilibrar la productividad con el manejo sostenible de los recursos naturales.
- Mantener o mejorar el suministro de servicios ambientales en paisajes agrícolas para agua, salud de suelos, captura de carbono y biodiversidad (World Agroforestry Centre 2011).

Según Montagnini et al. (1992), los sistemas agroforestales (SAF) se pueden clasificar en:

1. SAF Secuenciales:

- Agricultura migratoria: La agricultura tradicional de roza tumba y quema practicada desde tiempos antiguos.
- Sistemas Taungya: Permiten la combinación temporal de una plantación forestal durante su fase de establecimiento, con la producción de cultivos anuales hasta que la sombra del dosel lo permita.

2. SAF Simultáneos:

- Árboles en asociación con cultivos perennes: Cultivo de café o cacao bajo árboles de sombra tales como *Erythrina poeppigiana* (poró) y/o *Cordia alliodora* (laurel).

- Árboles en asociación con cultivos anuales: Cultivos en callejones, en donde se asocian 1 o 2 hileras de alguna leñosa fijadora de nitrógeno con un cultivo anual. El requisito es podar las ramas e incorporarlas al suelo para aportar nutrientes y controlar la erosión.
- Huertos caseros mixtos: Se caracterizan por su complejidad, son multi-estratificados, asocian diversas formas de vida y se tiende a mantener la producción durante todo el año.
- Sistemas silvopastoriles:
 - Asociación de árboles con pastos: el objetivo principal es la ganadería. La producción de madera, leña o frutas ocupa un lugar secundario. Árboles de laurel (*Cordia alliodora*) en pastizales de la zona atlántica y de jaúl (*Alnus acuminata*) asociado con pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) o kikuyo (*P. clandestinum*) en las zonas lecheras de altura son ejemplos de sistemas silvopastoriles tradicionales en Costa Rica.
 - Pastoreo en plantaciones forestales y frutales: en este caso los animales pastorean en una plantación forestal o frutal, tomando las precauciones necesarias para evitar que dañen los árboles o la cosecha.
- Sistemas lineales o en alineación:
 - Cercas vivas: Cercas con postes vivos a los que se les fija el alambre y son podados periódicamente.
 - Setos vivos: Hilera de especies arbóreas establecidas a distancias muy cercanas.
 - Cortinas rompevientos: Hileras múltiples de una especie arbórea plantadas en forma normal a la dirección de los vientos predominantes.

Los ecosistemas naturales son componentes integrales del paisaje agrícola y rural. La captura de carbono, la polinización de cultivos, el control de plagas, la biodiversidad y conservación de suelos y agua son algunos de los servicios que proveen los ecosistemas naturales en fincas agro-pecuarias. A nivel de paisaje, los fragmentos boscosos, mosaicos de cultivos, cercas vivas y árboles aislados forman una matriz de cobertura arbórea que representa un hábitat significativo para la vida silvestre y por otro lado mitiga los posibles impactos ambientales de los cultivos. Aunque los paisajes agrícolas frecuentemente se consideran como desiertos biológicos, estos mantienen usualmente una abundante cobertura arbórea en forma de pequeños parches boscosos, zonas riparias, cercas vivas y árboles dispersos en campos (Harvey et al. 2005). Existen estudios que ilustran la convivencia de la biodiversidad y la agricultura en los cultivos de café, banano y pastos.

Las fincas que combinan sus cultivos con espacios boscosos ayudan a frenar la pérdida de biodiversidad y a aumentar y mejorar la producción de café y cacao. Según Fabrice DeClerck, ecólogo de Comunidades y Paisaje, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), estudios realizados por esta institución han comprobado que en una finca agroforestal se observan más especies: Si en los alrededores de una cerca de postes muertos hay un promedio de 12 especies, una

cerca viva puede tener entre 40 y 50 especies. Una alta biodiversidad también ayuda con el control de plagas como la broca del café. Todos esos beneficios ambientales se traducen en una mayor y mejor producción. Un cafetal situado a 300 metros del bosque es más productivo y tiene menos frutos malformados que otro a un kilómetro de distancia (Soto 2010).

Para el caso del cultivo de café, la diversidad y abundancia de aves en cafetales con sombra por su mayor oferta de recursos alimenticios por lo general es significativamente mayor que en plantaciones a pleno sol u otros tipos de monocultivos (Komar 2006). Un censo del INEC (2004) demostró que un 63.4% de las fincas de café en el Valle Central y un 74.8% en Turrialba cultivan los cafetos en un sistema agroforestal con alguna especie de árbol de sombra presente. Además, un 27.4% aplica abono orgánico y un 68.2% implementa alguna práctica de conservación de suelos, mientras que en Tarrazú, Pérez Zeledón y la Zona Norte son casi todas las unidades productivas (90.8%).

Cafetales estudiados en Guatemala contienen 80.5 ± 5.2 toneladas de carbono por hectárea. Los árboles de sombra son los elementos que contienen más carbono (45% del total), seguido del suelo (40% del total) donde en algunos casos el suelo presenta altas cantidades de carbono y la sombra está muy abierta conteniendo poco carbono. Las plantas de café apenas representan el 9% del carbono del sistema lo que indica que un cafetal con poca o ninguna sombra tiene muy bajo potencial de captación de carbono (Castellanos et al. 2010).

Recuadro 2

Beneficios de la Ganadería Sostenible en Costa Rica

El sector ganadero en Costa Rica ocupa el 25% del territorio del país, aporta el 11% en el producto interno bruto nacional y representa el principal medio de vida para más de 300.000 personas (CORFOGA 2005). A pesar de ello, siguen predominando sistemas tradicionales de producción que presentan bajos indicadores de productividad, rentabilidad y externalidades ambientales negativas. Las malas prácticas utilizadas en décadas anteriores contribuyen a la destrucción de hábitats, pérdida de biodiversidad, erosión de suelos, sedimentación de ríos y alteración del equilibrio de ecosistemas y paisajes (Bach, 2010). Las principales implicaciones ambientales de estas actividades se centran en la huella de carbono y el uso de agroquímicos. En los últimos tres años el sector agrícola no ha podido reducir de manera significativa el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos (Estado de la Nación 2009). Se requiere del diseño de políticas y mecanismos de incentivos innovadores con la participación del sector público-privado para la transformación de la ganadería por medio de la intensificación ecológica para incrementar la productividad, la conservación de los recursos naturales y la adaptación al cambio climático.

¿Cuál es el impacto de la ganadería sobre los recursos naturales y el clima?

La actividad ganadera está dominada por modelos tradicionales de producción basados en pasturas en monocultivo y baja innovación tecnológica que derivan en la degradación de pasturas en el corto y mediano plazo. Lemus (2008) en un estudio realizado por CATIE en el

pacífico central de Costa Rica, señala que los ingresos de la actividad ganadera se reducen según el nivel de degradación de las pasturas. La degradación de las pasturas afecta los medios de vida de las familias ganaderas y la provisión de servicios ecosistémicos, que se podrían agravar con los pronósticos del cambio climático -ya sea por lluvias o sequías extremas. Este fenómeno no es ajeno para la zona del Pacífico Norte, donde el período de sequía en los últimos años ha sido más intenso y largo provocando una reducción de productividad animal (leche y/o carne), muerte de ganado y reducción del valor del capital natural de la finca (ganado en pie, precio de la tierra). Se suman los altos costos para el estado por el apoyo a productores con recursos alimenticios para la atención de emergencias a causa de eventos extremos asociadas a la variabilidad climática.

Se sabe también que la ganadería se concentra en zonas de amortiguamiento de los corredores biológicos, donde la prevalencia de pasturas degradadas, fragmentación del paisaje y baja cobertura arbórea en potreros afectan negativamente la conservación de la biodiversidad en términos de conectividad del paisaje y disponibilidad de recursos alimenticios (Harvey et al 2005). De igual modo, la ganadería presenta una huella de carbono importante por su relación con modelos de producción con alto consumo de energía de combustibles fósiles y la emisión de gas metano producto de la fermentación entérica.

¿Qué impacto tienen los sistemas silvopastoriles en la productividad y la provisión de servicios ecosistémicos?

Los sistemas silvopastoriles biodiversos (SSP) tienen un potencial para mejorar la productividad y la generación de servicios ecosistémicos de las fincas ganaderas. Los estudios sobre SSP indican que la productividad animal (carne o leche) se incrementa entre un 20-40% y con la rentabilidad se han reportado Tasas Internas de Retorno (TIR) superiores al 15% dependiendo de la zona agroecológica, sistema de producción, genética del ganado, suplementación alimenticia y otros factores de manejo.

A nivel de la generación de servicios ecosistémicos se han evidenciado diferentes beneficios de los SSP como protección del suelo contra la erosión, secuestro de carbono y conservación de la biodiversidad. Ríos et al. (2007) en zonas del trópico subhúmedo de Costa Rica y Nicaragua encontraron una reducción de la escorrentía conforme aumenta la cobertura de leñosas. Chara et al. (2007) encontraron que la combinación de árboles en potreros con franjas de bosque ribereños favorecen positivamente las condiciones físicas, químicas y biológicas de los ríos y quebradas.

En el secuestro de carbono, en un estudio realizado por CATIE en el 2010 con el apoyo del MAG en fincas ganaderas de la Región Chorotega, se encontró el mayor stock de carbono 178,7 tn C, en los bosques secundarios, seguido de las plantaciones forestales (142,4 tn C) y pasturas mejoradas de alta densidad de árboles (107,1 tn C). Los valores más bajos se reportaron en pasturas degradadas (60,2 tn C). Esto evidencia que el manejo de pasturas bajo cobertura arborea, tanto en plantaciones forestales, cercas vivas o árboles dispersos contribuye a la remoción de CO₂ atmosférico.

En la conservación de biodiversidad Tobar et al. (2007) explican que los SSP como pasturas con alta densidad de leñosas (≥ 30 individuos ha⁻¹) y cercas vivas diversificadas presentan una mayor riqueza de aves y mariposas que las pasturas con baja densidad de árboles o en monocultivo. Chacón y Harvey (2006) en un estudio en la zona Atlántica de Costa Rica, argumentan que los SSP como las cercas vivas complejas en composición y estructura

promueven la conectividad entre los parches de bosques y los otros usos arbolados del paisaje, lo cual facilita la movilización de los organismos en los paisajes agropecuarios.

En la parte de competitividad, Solorio-Sánchez et al. (2007) señala que los sistemas silvopastoriles como los bancos forrajeros de leñosas, constituyen una fuente de alimento generado en la finca que reduce costos y demanda de insumos externos a la finca.

¿Cuál es la contribución de los sistemas Silvopastoriles en la adaptación y mitigación del cambio climático?

Según la composición y arreglo espacial, los SSP en armonía con los usos de la tierra de las fincas pueden constituirse en una herramienta para lograr la adaptación y mitigación al cambio climático. La adaptación está asociada con los ajustes (producción de bienes y servicios) que ofrece el sistema para mantener o mejorar la eficiencia en el desempeño de los sistemas ganaderos por medio de la producción de alimentos (frutos y follajes) para el ganado en la época crítica de escasez de alimento, el servicio de sombra de los árboles en potrero (árboles dispersos y cercas vivas) para mitigar el estrés calórico del ganado, el uso de especies leñosas resistentes a la sequía y que mejoran la salud del suelo. Los sistemas silvopastoriles podrían influir en el aporte de forrajes arbóreos para mejorar la calidad de las dietas, lo cual significa una reducción de las emisiones de metano entérico; del mismo modo, el manejo eficiente de la cobertura herbácea y de leñosas constituye sumideros importantes de carbono. Lo anterior en conjunto con el manejo de genotipos de ganado de alta productividad adaptados a las condiciones agroecológicas de los territorios, la reducción de insumos externos y manejo de residuos orgánicos podrían favorecer la meta de un balance positivo de carbono en fincas ganaderas.

Bajo este enfoque de producción en los territorios ganaderos se podrían establecer sinergias con la Estrategia Nacional de Cambio Climático para el alineamiento de la ganadería hacia la ruta de carbono neutral del país para el 2021.

Fuente: Sepúlveda, C. 2010.

El Plan Nacional de Desarrollo Forestal (2011) menciona a los sistemas agroforestales en varias de sus políticas, como garantizar el abastecimiento sostenible de bienes maderables y no maderables y los servicios ambientales, fomentando las plantaciones forestales, sistemas agroforestales, el manejo sostenible de los bosques y la regeneración natural; desarrollar instrumentos financieros novedosos, y fortalecer los existentes, orientados al manejo forestal sostenible, incluyendo la protección, la regeneración y el establecimiento de sistemas agroforestales y plantaciones forestales, así como la industrialización y comercialización de los bienes y servicios generados por los ecosistemas forestales; o el financiamiento sostenible para aumentar la cobertura boscosa a través de regeneración natural, las nuevas plantaciones forestales y sistemas agroforestales, así como para fomentar la producción y consumo de madera de fuentes legales y sostenibles, es fundamental para consolidar el desarrollo del sector forestal. Los incentivos positivos a través de pago por servicios ambientales, crédito y otros instrumentos financieros, deberán proporcionar el financiamiento para la producción sostenible de bienes y servicios, en los próximos diez años.

Aún así, no se cuenta todavía con incentivos estatales de gran escala que fomentan los sistemas silvopastoriles o agroforestales. Una excepción es el proyecto Ecomercados I de FONAFIFO con el Banco Mundial, dentro del marco de Pago de Servicios Ambientales para Reservas Indígenas - en este caso para las Asociaciones de Desarrollo Integral Indígenas (ADII) - que estableció como prioridades de sus inversiones las áreas de amortiguamiento de las ASP de la Cordillera de Talamanca y Osa y sus corredores biológicos. Las cuotas definidas para sistemas agroforestales (SAF) eran máximo 33,000 árboles por ADII con 21 convenios firmados para esta modalidad entre 1997 al 2009. En por lo menos diez ADII los recursos han sido usados intensamente en obras comunitarias como: reparación de escuelas; construcción y reparación de puentes; construcción de salones comunales; en fondos de contrapartida para programas de vivienda, caminos, salud y pensiones; en compra de tierras a finqueros no indígenas; en becas de estudio; en ayudas a familias muy pobres con casos especiales, en ayudas para los patronatos escolares; y para grupos culturales. A partir del 2004 ha ido en aumento el PSA-SAF, porque es considerado rentable por los clientes, además que se adapta culturalmente a los ecosistemas de policultivo indígena (Borge 2011). Sin embargo, el informe no especifica el área cubierta por SAF en reservas indígenas o el aumento en árboles sembrados en estos sistemas de producción. Los pueblos indígenas con bosques, sistemas agroforestales y áreas de potreros degradados, se están preparando para incursionar en la planificación nacional de la Estrategia REDD+. La capacidad cultural de los pueblos indígenas adaptativa al cambio climático y su aporte en bosques y sistemas agroforestales para la mitigación del cambio climático presentan una gran oportunidad para la realización de proyectos REDD+.

Adaptación y mitigación al cambio climático: el sector cafetalero lidera los primeros logros

“El impacto del cambio climático sobre Centroamérica no solo se siente ya, sino que será más grave, lo que convierte a esta región en una de las más vulnerables en el mundo”, según Rajendra Pachauri, jefe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, ONU): “Ya existe un impacto, pero las temperaturas serán más elevadas y los impactos más serios para el agua, los ecosistemas, la salud humana, las costas y la biodiversidad”. Un informe del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo sobre cambio climático y pobreza en América Latina y el Caribe, ya había advertido lo crítico de la situación en el 2008. Costa Rica (en el lugar 38) aparecía en ese informe entre las 100 naciones en más riesgo por el cambio climático. Al Gore, premio nobel de Paz, además agregó que Costa Rica figura entre los países que podrían verse más afectados por sequías prolongadas e inundaciones destructivas.

Adaptación

Ya el en 1999, Flores y Retana advirtieron que “sería deseable que los tomadores de decisiones del sector gubernamental y del privado, ajustaran sus políticas sobre estrategias de mitigación a la variabilidad climática, con base en herramientas analíticas como las que se presentan en este estudio, en vista de que ellos juegan un rol importante en la atención que se le dé a una sociedad desatendida respecto a

variabilidad climática.” Según estos autores, la variabilidad climática interanual afecta la agricultura. El número creciente de eventos climatológicos extremos de las décadas de los 80s y 90s, sugiere que tales eventos están siendo más constantes y severos, con el aumento creciente de pérdidas económicas (Flores y Retana, 1999).

Los eventos recientes de El Niño y de la Niña también ilustran ya los escenarios climáticos futuros. En el 2010, el Niño dejó pérdidas al sector agropecuario nacional por ₡3.250 millones, afectando particularmente a la región Chorotega (Guanacaste), donde se perdieron 1.200 hectáreas de arroz. En esa zona, la sequía también afectó 5.000 hectáreas de caña de azúcar y grandes extensiones de pastos. La falta de agua causó un menor crecimiento y rendimiento, afectando además 2,000 hectáreas de maíz, 122 hectáreas de sandía y áreas menores de chile dulce, tomate, frijol y papaya (Barquero, 2011b).

El cambio climático afectará la producción de caña de azúcar de todo el país. Esta planta deberá competir por nutrientes con una maleza favorecida por el alza en las temperaturas, mientras que las lluvias podrían disminuir el período de zafra y afectar la calidad del producto, al menos en la zona de Juan Viñas y Turrialba. La mayor presencia de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera beneficiará la fotosíntesis que realiza un grupo de plantas conocidas como las C₃, entre las cuales se encuentra la maleza, además de la yuca, el frijol y la papa. En cambio, las plantas como el maíz, el trigo y la caña de azúcar del tipo C₄, dependen más de la luz que de la presencia de CO₂ para desarrollarse. Si las temperaturas mínimas suben, la caña de azúcar presentará problemas de maduración que se reflejarán en una planta con menos sacarosa. Otras afectaciones relacionadas con el cambio climático ya han sido registradas en cañales, como la plaga de ratas que vivió la región guanacasteca durante el 2009 relacionada con el fenómeno meteorológico de El Niño con disminución de lluvias (Fonseca 2010).

Con respecto al sector ganadero, Retana y Rosales (2000) demostraron en un estudio que la variabilidad productiva del ganado de carne para mercado externo se explica al menos en un 68% por la variabilidad de la precipitación.

Mitigación

Según Chacón et al. (2009), la agricultura aportó en el 2005 a un 37.5% de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que sitúa esta actividad en segundo lugar después del sector de energía con 46.3% de gases aportados. En el sector agropecuario las emisiones de gases con efecto invernadero se producen en cinco fuentes:

1. Ganado doméstico (fermentación entérica y manejo de estiércol): Durante el proceso digestivo anaeróbico de bovinos, caprinos y bufalinos, parte del forraje consumido es transformado en metano por la acción de microorganismos en el rumen.
2. Cultivo de arroz (arrozales anegados): La emisión de metano en arroz anegado se produce cuando la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno.

En el suelo el metano se acumula y sale en forma de burbujas ocasionales y la planta de arroz contribuye con el transporte de metano desde la fuente de formación en el suelo a la superficie del espejo de agua.

3. Quema de pasturas: El crecimiento de la biomasa de los pastos es controlado por la alternancia de la estación seca y húmeda; durante la primera, ocasionalmente se producen incendios naturales propios de las condiciones de la época.
4. Quema de residuos agrícolas en el campo: Como parte del proceso de crecimiento de las plantas se producen residuos de origen vegetal y en algunos casos este residuo se quema, como por ejemplo en el cultivo de la caña de azúcar.
5. Suelos agrícolas: Los suelos pueden emitir gases como N₂O, CO₂ y CH₄, pero también en ciertas condiciones el suelo puede neutralizar algunas emisiones de metano. Las emisiones de N₂O se producen como resultado del proceso de denitrificación que ocurre bajo condiciones de anaerobiosis luego de la aplicación de fertilizantes nitrogenados sintéticos, de la incorporación de materia orgánica con altos contenidos de nitrógeno y, por la fijación biológica de este nutriente. El CO₂ se produce principalmente como resultado de la actividad microbiana del suelo y en menor grado por la respiración radical de las plantas.

Con respecto a la composición de los gases de efecto invernadero, el metano (CH₄) constituye más del 90% de los GEI emitidos, mientras que el óxido nitroso representó valores arriba del 7%. Durante el 2005 el metano fue mayoritariamente generado por el hato bovino (52%) y en menor grado por el arroz anegado (6%). Valores intermedios fueron determinados en la quema de residuos agrícolas (26%) y en la quema de pasturas (16%). El N₂O en su gran mayoría durante el 2005 se emitió en los suelos dedicados a cultivos agrícolas y pasturas, siendo estos últimos los responsables de la mayor proporción de la emisión (Chacón et al. 2009).

Aunque Costa Rica haya hecho pública su meta de compensar la totalidad de sus emisiones de carbono y convertirse en el primer país carbono neutral del mundo en el año 2021, esta iniciativa no va acompañada por acciones concretas para el sector agrícola. No existen programas que hayan logrado incentivar significativamente a esquemas de producción agrícola de huella baja de carbono, como la agricultura orgánica – cuya área cayó de 10,711 ha en el 2006 a 8,052 ha en el 2009 - o los sistemas agroforestales, así como el tratamiento de residuos para reducir las emisiones de metano.

Existen diferentes iniciativas para medir la huella de carbono de una operación agrícola, como *The Carbon Trust* (servicio de medición de huella de carbono con sello de reducción de carbono basado en PAS 2050), *Earthshift* (análisis de ciclo de vida de productos e impactos en la cadena de valor), *PE International* (servicio de medición de huella de carbono y de análisis de ciclo de vida de productos), *Quantis* (análisis completo e identificación de consecuencias de acciones propuestas) o *Soil and More* (énfasis en la industria agrícola con servicio de medición de huella de carbono y revisión de herramientas de cálculo de carbono).

Existen pocas iniciativas no gubernamentales que incentivan al productor agrícola de implementar prácticas para la mitigación y adaptación al cambio climático. En los últimos meses han aparecido los primeros mecanismos voluntarios. Uno de ellos es el Módulo de Clima de la Red de Agricultura Sostenible (RAS). La RAS ayuda a los finqueros a mitigar el cambio climático y a adaptarse a sus impactos. Establecida en 1991, la RAS es la coalición de las principales organizaciones de conservación en los trópicos, incluyendo a Rainforest Alliance, que desarrolló la Norma RAS para la agricultura sostenible y maneja la certificación agrícola Rainforest Alliance. Fundamentada en los tres pilares de la sostenibilidad, la Norma RAS se ha expandido hacia la nueva frontera agrícola: la agricultura amigable con el clima. Las fincas con el sello *Rainforest Alliance Certified*[™] ya conservan las tierras forestales y otros ecosistemas locales, minimizan el uso de agroquímicos, conservan el agua y reducen el uso y el desperdicio de energía en las fincas. Estas prácticas a menudo resultan en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y en el aumento de los niveles de carbono almacenado en las propiedades. En colaboración con una amplia gama de socios — industria, instituciones de investigación, gobierno, academia y organizaciones sin fines de lucro — Rainforest Alliance y la RAS han trabajado desde julio de 2009 para desarrollar nuevos criterios y prácticas diseñadas para ayudar a los finqueros a tomar pasos adicionales para mitigar el cambio climático y adaptarse a sus impactos. Los finqueros que logran el cumplimiento con el módulo podrán evaluar los riesgos que representa el cambio climático a sus fincas y comunidades, analizar sus prácticas para cuantificar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades de cultivo, cosecha y procesamiento y aumentar los niveles de carbono almacenado en sus fincas a través de la restauración de tierras degradadas, la reforestación y las mejoras en la conservación del suelo. También podrán adaptarse más fácilmente a las alteraciones en las temporadas de cultivo y otras condiciones cambiantes (Red de Agricultura Sostenible 2011).

Otro ejemplo de prácticas favorables para el clima, demostró la cooperativa de productores de café Coopedota. Los 800 cafetaleros afiliados a la cooperativa Coopedota son los primeros en exportar su grano con la certificación internacional de carbono neutral. El cantón está situado en la región sureste de la provincia de San José, en las faldas de las montañas que rodean el Valle Central, y es reconocido en el mundo por exportar café de muy alta calidad. La certificación de carbono neutral se basó en la norma PAS2060 del *British Standards Institute*. Las acciones de la cooperativa iniciaron desde 1998, cuando redujo el 40% del consumo de energía en el beneficio y eliminó las descargas de aguas residuales tratadas al río de la comunidad (Barquero 2011d).

También el sector arrocero dio sus primeros pasos para bajar su huella de carbono. La empresa agroindustrial Tío Pelón de Liberia, Guanacaste, hizo ajustes para remover del ambiente 41,644 toneladas de CO₂ que generan al año sus procesos agrícolas, industriales y comerciales. Un intenso programa de reciclaje, el cambio de la flotilla de carros, la reforestación de 3,200 hectáreas ganaderas y la generación de energía eléctrica a partir de la combustión de la cascarilla de arroz, resultaron en la certificación “carbono neutral” confirmado por el MAG y la Universidad Earth, ente de certificación (Vargas 2011).

Otros avances incluyen el desarrollo de una tecnología para transformar los desechos vegetales de la producción de piña del país en una fuente limpia de energía por el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (Vargas 2010).

Bibliografía

- Acuña, Oscar. 2011. Coordinador del Programa de Agricultura Orgánica, Universidad de Costa Rica. 20 de mayo del 2011.
- Alfaro, Ximena. 2010. Tierras para el cultivo de piña comienzan a escasear en el país. *La Nación*. 16 de agosto del 2010.
- Bach, O. 2010. Agricultura e implicaciones ambientales con énfasis en algunas cuencas hidrográficas principales. Decimotercer Informe de Estado de la Nación en Desarrollo Sostenible. San José: Programa Estado de la Nación. 22p.
- Barquero, Marvin. 2010a. 2.125 perderán empleo por cierre de tres meloneras. *La Nación*, 11 de octubre del 2010.
- Barquero, Marvin. 2010b. Piñeros enfrentan campaña contra la fruta en Europa. *La Nación*, 10 de octubre del 2010.
- Barquero, Marvin. 2011a. Fincas de melón, chayote y plantas quiebran por la crisis. *La Nación*, 13 de mayo del 2011.
- Barquero, Marvin. 2011b. El Niño' deja pérdidas por ¢3.200 millones en el agro. *La Nación*, 12 de abril del 2010.
- Barquero, Marvin. 2011c. Impacto del clima empañó notable año para sector agrícola. *La Nación*, 2 de enero del 2011.
- Barquero, Marvin. 2011d. Dota exportará el primer café certificado carbono neutral. *La Nación*, 14 de marzo del 2011.
- Borge, C. 2011. Resultados del Pago de Servicios Ambientales (PSA) en los Pueblos Indígenas de Costa Rica y su Papel en la Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación Forestal en Países en Desarrollo (REDD+).
- CANAPEP. 2011. Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña. Exportaciones de Piña Fresca – Cifras en Millones de Dolares. <http://www.canapep.com/canapep/estadisticas> . Revisado el 2 de Junio del 2011.
- Castellanos, E., Quilo, A. y D. Pons. 2010. Estudio de línea base de carbono en cafetales. Universidad del Valle de Guatemala, Centro de Estudios Ambientales.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. 2010. Determinación del balance de gases en fincas ganaderas de la Región Chorotega, como un elemento de referencia para mejorar la competitividad. Costa Rica. 250 p.
- Chacón, M y Harvey, CA. 2006. Live Fences and Landscape Connectivity in a Neotropical Agricultural Landscape. *Agroforestry Systems* 68:15-26.
- Chacón, A., Montenegro, J. y J. Sasa. 2009. Inventario Nacional de Gases con Efecto Invernadero y Absorción de Carbono en Costa Rica en el 2000 y 2005. Gobierno

- de Costa Rica, Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.
- Chará J., G. Pedraza, L. Giraldo y D. Hincapié. 2007. Efecto de corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. *Agrofor. Américas*, 45: 72-78.
- CORFOGA 2005. Encuesta ganadera. En Línea: www.corfoga.org. Consultado junio 2010.
- Flores, R. y J. Retana. 1999. Evaluación del Impacto de la Variabilidad Climática sobre la Producción Agrícola de Costa Rica. Ministerio del Ambiente y Energía, Instituto Meteorológico Nacional & The Institute For Environmental Studies, Vrije University, Amsterdam. San José, Costa Rica.
- Fonseca, Pablo. 2010. Cambio climático afectará producción de caña de azúcar. *La Nación*, 16 de agosto del 2010.
- Harvey, C., Villanueva, C., Villacís, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Sáenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vílchez, S., Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., Lang, I., Kunth, S. y F. Sinclair. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes in Central America. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 111: 200-230.
- Hernández, Carlos. 2010. Plaga de moscas ataca ganado en la zona norte. *La Nación*. 12 de julio del 2010.
- INEC. 2004. Censo Cafetalero - Aspectos Metodológicos y Principales Resultados 2004. San José: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Komar, O. 2006. Priority Contribution – Ecology and conservation of birds in coffee plantations: a critical review. *Bird Conservation International* 16: 1-23.
- Lanusse, Jacques. 2011. “Sin ingredientes artificiales”, ¿pero con piña transgénica? *La Nación*. 23 de Febrero del 2011.
- Lemus, G. 2008. Análisis de productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 126 p.
- Montagnini, F. et al. 1992. *Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos*. 2 ed. OET, San José, Costa Rica. 622 p.
- Plan Nacional de Desarrollo Forestal. 2011. El Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2011-2020 fue realizado con el apoyo de: Proyecto: Bosques y Manejo Forestal en América Central Finnfor – CATIE & Forest Law Enforcement and Governance (FLEG) del Banco Mundial a través de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). Y con la coordinación de: Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), Sistema Nacional de Áreas de

Conservación (SINAC), Oficina Nacional Forestal (ONF), Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), Colegio de Ingenieros Agrónomos (CIAgro), Cámara Costarricense Forestal (CCF), Junta Nacional Forestal Campesina (JUNAFORCA), Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR)

PROCOMER. 2011. Estadísticas de Comercio Exterior de Costa Rica 2010. San José, Costa Rica.

Programa Estado de la Nación. 2009. Decimoquinto Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Capítulo 4: Armonía con la naturaleza. San José, Programa Estado de la Nación.

Red de Agricultura Sostenible. 2011. Módulo Clima de la RAS - Criterios para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Red de Agricultura Sostenible, San José, Costa Rica.

Retana, J. y R. Rosales. 2000. Efecto de la variabilidad climática en la Región Chorotega sobre la producción bovina de carne en Costa Rica. *Top. Meteor. Oceanog.* 7(1):1-20.

Ríos, JN; Andrade, H; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B; Woo, A. 2007. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* no. 45:66–71.

Rodríguez, Irene. 2011. País empieza estudios en cultivos transgénicos. *La Nación*. 16 de Marzo del 2011.

Salas, C. 2010. Comportamiento hidrológico y erosivo en usos de suelo prioritarios de la campiña lechera en Santa Cruz, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 90 p.

Sánchez, Pedro. 2011. Ingeniero Agrónomo, Control de Residuos de Plaguicidas y Buenas Prácticas Agrícolas, Servicio Fitosanitario del Estado. 2 de Junio del 2011.

SEPSA. 2011. Costa Rica. Área sembrada de las principales actividades agrícolas en hectáreas y producción de las principales actividades agropecuarias en toneladas métricas. 2007-2010. Con base en información de las instituciones públicas y privadas del Sector Agropecuario y Gerentes de Programas Nacionales. San José.

Sepúlveda, C. 2011. Beneficios de la Ganadería Sostenible en Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Solorio-Sánchez, F., Bacab-Pérez, H., Castillo-Camaal, J., Ramírez-Avilés, L. & F. Casanova-Lugo. 2007. Potencial de los Sistemas Silvopastoriles en México. II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos.

- Soto, Michelle. 2010. Fincas agroforestales contrarrestan pérdida de biodiversidad en el país. La Nación. 23 de setiembre del 2010.
- TAA. 2011. Tribunal Ambiental Administrativo del MINAET. Tribunal Ambiental cierra piñeras en la Zona Norte. Noticia de Prensa del 17-05-2011.
- Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F. 2007. Diversidad de mariposas en un paisaje agropecuario del Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45:58-65.
- Ulate, Jorge. 2011. Director Ejecutivo, Proagroin. 20 de Mayo de 2011
- Vargas, Alejandra. 2010. Desechos de la piña serán fuente para generar energía limpia. La Nación. 27 de Abril de 2010.
- Vargas, Monserrath. 2011. Arrocería nacional logra compensar emisión de 36.000 toneladas de CO₂. La Nación. 19 de Febrero del 2011.
- World Agroforestry Centre. 2011. Consultado el 18 de Mayo del 2011 en http://worldagroforestry.org/about_us/our_role_in_agroforestry