



DECIMOTERCER INFORME ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE

Informe Final

Agricultura e implicaciones ambientales con énfasis en algunas cuencas hidrográficas principales

*Investigador:
Oliver Bach*



Nota: El contenido de esta ponencia es responsabilidad del autor. El texto y las cifras de las ponencias pueden diferir de lo publicado en el Decimotercer Informe sobre el Estado de la Nación en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores y consultas. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Contenido

Hechos relevantes.....	3
Resumen Ejecutivo.....	3
Introducción.....	4
Dinámica del sector agropecuario costarricense: continúa el crecimiento expansivo del cultivo de la piña.....	5
Cultivos principales y potencial impacto ambiental	7
La agricultura crea empleos en la zona Atlántica, pero destaca el alto nivel de pobreza del sector.....	10
Sobreuso de suelos por actividades agro-pecuarias en algunas cuencas hidrográficas y su posible mitigación	10
Las instituciones gubernamentales implementan muchos programas de extensión y asistencia para el productor Costarricense	14
Uso de agroquímicos y control estatal	15
Las actividades de producción y de conservación pueden convivir	16
Mecanismos voluntarios de gestión ambiental eliminan malas prácticas y benefician al productor	17
Mirada hacia el futuro para el agro Costarricense: cultivos transgénicos, biocombustibles y cambio climático	18
Bibliografía.....	19

Hechos relevantes

- Continúa la expansión explosiva del cultivo de la piña en el país con una extensión de 38,500 ha para un crecimiento de 44% en comparación con el año 2005. Asimismo, la piña desplazó al cultivo de café de su segundo lugar en cuanto al valor de exportación, después del banano. Ningún otro cultivo ha demostrado en los últimos años un comportamiento similar en Costa Rica.
- El impacto de los agroquímicos se sigue manifestando de diferentes modos: Dos agroquímicos que se aplican en los monocultivos de la zona Atlántica se han detectado en suelo y aire de los Parques Nacionales Braulio Carrillo y Poás. Insecticidas aplicados en fincas bananeras afectan la salud de monos congo que habitan áreas boscosas cercanas. Prácticas de fertilización en cafetales y procesos de urbanización resultan en un aumento de la concentración de nitratos en los acuíferos del Valle Central Oeste.
- Diferentes sistemas voluntarios de gestión ambiental siguen implementándose en fincas que cultivan productos agrícolas de exportación.
- Un estudio del CATIE y de la UNA demostró que la cobertura arbórea en fincas ganaderas beneficia tanto a la biodiversidad como a la productividad del ganado.
- El sector agro-pecuario reúne un 6.5% más de pobreza que el promedio nacional (26.7% en comparación con 20.2%).
- Aunque se han implementado programas considerables de extensión y asistencia técnica para los productores agropecuarios por parte de diferentes instituciones estatales, los resultados de estas iniciativas se podrían potenciar todavía más por medio de una coordinación de actividades conjuntas entre los sectores estatales, privados y no gubernamentales.

Resumen Ejecutivo

El sector agro-pecuario Costarricense ilustra con ejemplos de diferente índole como combinar actividades de producción y la conservación de recursos naturales. Las regulaciones estatales y mecanismos voluntarios (sistemas de gestión ambiental) han aportado a recuperar cobertura forestal y conservar parches boscosos existentes y por ende contribuyen a la reducción del deterioro ambiental. Sin embargo, no se ha podido mitigar por completo el impacto de los agroquímicos aplicados en los monocultivos dedicados a la exportación. El sector sigue contribuyendo al incumplimiento con la aspiración de tener un nivel asimilable de producción de contaminantes. Continúa la expansión explosiva del cultivo de la piña en el país con una extensión de 38,500 ha para un crecimiento de 44% en comparación con el año 2005. Aunque las actividades productivas para la exportación han generado miles de empleos en la Zona Atlántica del país, el sector sigue con el nivel educativo más bajo de sus trabajadores y reúne un 6.5% más de pobreza que el promedio nacional. Por otro lado, la caficultura costarricense está intentando de salir de su crisis de baja producción no solamente por la diferenciación del producto, si no también por medio de prácticas de conservación de suelos y la certificación ambiental para aumentar sus ingresos a largo plazo. La sobreutilización del suelo en las cuencas de Tárcoles y Reventazón hace llamar a una mejor orientación del productor con respecto a un uso de suelo adecuado. El

desempeño del sector estatal en el apoyo del sector agro-pecuario es todavía ambiguo. Por un lado se han implementado programas considerables de extensión y asistencia técnica para los productores agropecuarios por parte de varias instituciones estatales. Por otro lado, no está cumpliendo con su papel de controlar el uso de agroquímicos. En miras a la creciente demanda de biocombustibles, la propagación de cultivos transgénicos y el posible impacto ambiental por la expansión de los cultivos de palma africana y caña de azúcar se quisiera visualizar una mayor coordinación entre el Ministerio de Producción, MINAE y el sector empresarial para controlar los posibles impactos ambientales y sociales.

Agricultura e implicaciones ambientales con énfasis en algunas principales cuencas hidrográficas

Introducción

La agricultura es una de las actividades productivas que más depende de los recursos naturales Costarricenses. Su capital de producción indispensable es el suelo. Los cultivos se sostienen en este sustrato y absorben sus nutrientes. El sector agrícola es uno de los mayores usuarios del agua. El agua superficial y subterránea se utiliza en muchos casos de manera irracional para regar los cultivos durante la época seca o para el lavado de productos durante la fase de procesamiento. Los potenciales impactos ambientales del sector agro-pecuario son la destrucción de hábitat de vida silvestre, bioacumulación de insecticidas en la cadena trófica y alteración del equilibrio ecosistémico por efecto de agroquímicos, sedimentación y contaminación de los cauces naturales por aguas residuales y fungicidas, así como de las aguas subterráneas por fertilizantes.

Gran parte de la producción agrícola y pecuaria costarricense depende de insumos químicos para garantizar su sostenibilidad económica. Además, el cumplimiento con estrictos requisitos de calidad de los países que importan productos agrícolas de Costa Rica en muchos casos simplemente exigen la aplicación de diferentes tipos de plaguicidas. Para muchos cultivos, todavía no existe una base sólida de investigación que señala alternativas menos tóxicas o biológicas para el control de plagas y que a la vez sean viables en términos de calidad y cantidad de cosecha.

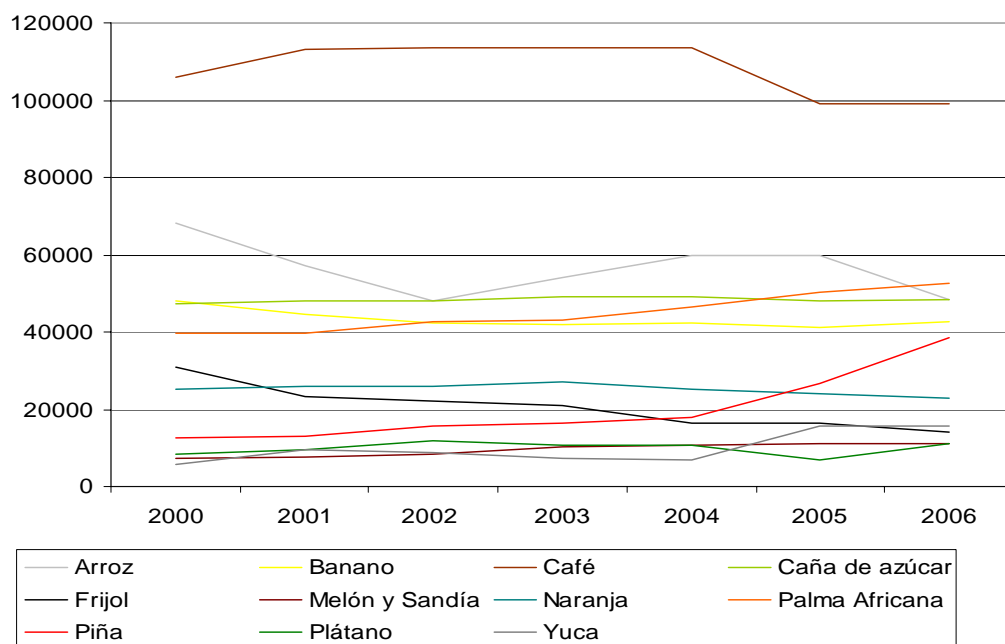
La presente ponencia resume los avances y desafíos para una gestión ambiental sostenible del sector agro-pecuario costarricense. Se basa en la evolución de la ocupación de tierra de los diferentes cultivos para la exportación y de su potencial impacto ambiental. El impacto de agroquímicos se comprueba con escenarios reales en áreas de conservación, para la vida silvestre y sus usuarios. Se señalan posibles soluciones a este dilema como diferentes sistemas voluntarios de gestión ambiental, así como algunas alternativas prácticas para fomentar la biodiversidad y conservación del paisaje. Se describe el uso de suelo en diferentes cuencas hidrográficas del país con más ejemplos específicos. Se resumen los programas de extensión y asistencia técnica y se señalan oportunidades de mejora. Se comparan algunas cifras socio-geográficas del sector agropecuario con otros sectores de la economía y se concluye sobre el nivel

de control del gobierno en términos de uso de agroquímicos, presencia de cultivos transgénicos, así como perspectivas para la planificación del auge de los biocombustibles y preparación al productor costarricense para enfrentarse al cambio climático.

Dinámica del sector agropecuario costarricense: continúa el crecimiento expansivo del cultivo de la piña

En el año 2006 un 11% (461,329 ha) del territorio costarricense fue dedicado a actividades agropecuarias. Este porcentaje no ha variado significativamente en los últimos seis años, ya que solamente se ha registrado un leve aumento de 12,876 ha en comparación con el año 2000 (SEPSA 2007a). Según SEPSA (2007a), el café sigue siendo el cultivo más dominante en el territorio Costarricense con una extensión de 99,000 ha, seguido por palma africana (52,625 ha), arroz (48,386 ha), caña de azúcar (48,360 ha), banano (42,700 ha), piña (38,500 ha), naranja (23,000 ha), yuca (15,659 ha), frijol (14035 ha), melón/ sandía (11,206 ha) y plátano (11,000 ha) respectivamente (Gráfico 1).

Gráfico 1
Evolución del Área Cosechada de Producción de los Cultivos Principales (>10,000 ha) 2000-2006 (Hectáreas)



Fuente: SEPSA. 2007a

Continúa la expansión explosiva del cultivo de la piña en el país con una extensión de 38,500 ha para un crecimiento de 44% en comparación con el año 2005. Ningún otro cultivo ha demostrado en los últimos años un comportamiento similar en Costa Rica. La

calidad de la piña Costarricense es internacionalmente reconocida y su demanda ha crecido fuertemente.

También la extensión del cultivo de la palma africana ha experimentado un aumento, aunque de menor medida (Gráfico X.Y1). La posible causa es la demanda nacional e internacional creciente de aceite vegetal para consumo humano. El área dedicada a pastos en el país ha sufrido una considerable reducción en ese mismo período pasó de 2,4 millones de ha en 1988 a 1,3 millones de ha en el 2000 (CORFOGA, 2000; SEPSA, 1989).

Las disminuciones en las áreas de café (12.7% menos área que en el 2004), arroz (19.3% menos que 2004) y banano (16.6% menos que en el año 2000) se dejan explicar por varias razones. En el caso de café, la reducción se explica con la crisis de los precios internacionales del café en la Bolsa de Café en Nueva York (US \$ 70.99 en el año 2003/04, en comparación con US-\$ 105.50 para 2005/06) (ICAFE 2006), la cual resultó en pérdidas económicas significativos para el productor costarricense entre el año 2000 y 2004 el consecuente abandono completo o parcial de sus lotes de café. Este grano es cultivado solamente por 55,247 productores de café - 21,527 menos que hace 10 años (ICAFE 2006).

La piña desplazó en el año 2006 al café oro como segundo producto con respecto a su valor de exportación. El banano sigue siendo el primer producto agrícola de exportación. El melón y las plantas ornamentales se sitúan en el cuarto y quinto lugar respectivamente (PROCOMER 2007) (Cuadro 1).

Cuadro 1
Sector Agrícola: Principales productos exportados
(Millones de US\$ y porcentajes)

Descripción	Valor	% del total
Banano	609.6	35.7%
Piña	430.4	25.2%
Café oro	227.4	13.3%
Melón	84.8	5.0%
Plantas ornamentales	75.0	4.4%
Total	1,708.6	100.0%

Fuente: PROCOMER, 2007

En Costa Rica, la producción de café de la cosecha 2005-2006 ha disminuido en un 5.8% a 1,778,000 sacos, un comportamiento similar al nivel mundial (6.2% menos para 110 millones de sacos de 60 kg (ICAFE 2006). La producción de café fruta en Costa Rica ha experimentado una continua disminución desde el año 1999-2000: 2.33 millones de fanegas en comparación con 3.61 millones en 1999-2000. Costa Rica exportó 17.45% menos café que en la cosecha anterior. Es una excepción el volumen exportado a EE.UU. creció casi un 50% en un lapso de 10 años. Se procesa el café en 113 beneficiadoras, 57 exportadoras y 44 torrefactoras. Un 65.3% de los beneficios son independientes, 19.8% cooperativos y 14.9% ligados a exportadores. En respuesta a la crisis al sector se ha aumentado el número de beneficios pequeños y medianos, así

como la producción de café diferenciado. Se produjeron 82.37% de café convencional, 14.01% diferenciado, 2.96% veranero y 0.66% de café orgánico.

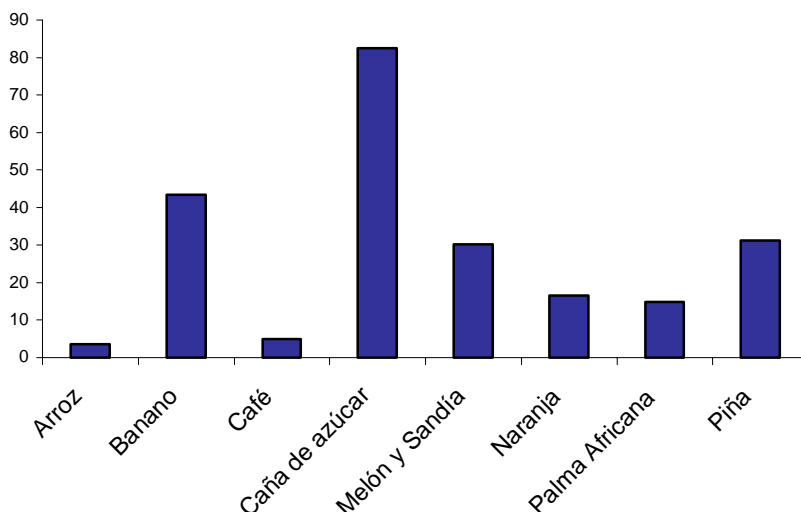
En el caso del arroz han influido los altos costos de producción del arroz Costarricense y la competencia con el arroz importado de otros países. El sector bananero recientemente ha aumentado su cosecha con técnicas de agricultura de precisión, concentrando su producción en aquellas tierras de mayor fertilidad y menor probabilidad de ser expuesto a catástrofes naturales (CORBANA 2007). Se produjo un 21% más de banano en el 2006 que en el 2005, con un promedio 10% superior al promedio productivo de los años 2002-2004 (Valor total de \$ 603 millones a un precio de \$ 5.85 por caja de 18.4 kg). El principal mercado del banano costarricense se compone de los siguientes países: Estados Unidos, Suecia, Alemania, Bélgica, Reino Unido, Italia, Portugal, Holanda, Irlanda, Bulgaria, Rusia, España, Grecia y Ucrania. La demanda es estable o creciente en algunos países (PROCOMER, 2007).

Cultivos principales y potencial impacto ambiental

En décadas pasadas, malas prácticas de la agricultura y ganadería contribuyeron a la destrucción de hábitats, pérdida de biodiversidad, erosión de suelo, sedimentación de ríos y alteración del equilibrio de ecosistemas y paisajes a nivel de cuenca hidrográfica. Los cultivos con más producción por hectárea en Costa Rica son la caña de azúcar, el banano, la piña, el melón y la sandía, seguidos por algunos cultivos perennes como la naranja y la palma africana (Gráfico 2). Estas cosechas altas por hectárea se deben entre otros factores al sistema del cultivo (monocultivo), densidad de siembra, porcentaje de materia vegetal cosechable, así como un alto consumo de fertilizantes y plaguicidas químicos. Por consecuencia, el nivel de productividad y el potencial impacto ambiental están asociados.

Los cultivos de exportación como melón (producción concentrada en cinco meses), piña, banano, café y ornamentales (todo el año) son los que utilizan más plaguicida por hectárea y por extensión de cultivo. Los impactos causados por un plaguicida en el ambiente pueden ser observados en períodos muy cortos (mortalidades de organismos), o más largos (la disminución de una especie en un ecosistema, lo cual provoca cambios en la composición de sus especies, contaminación de aguas subterráneas) (De la Cruz et al. 2004). Algunos cultivos para consumo interno como la caña y el arroz también utilizan gran cantidad de plaguicidas por hectárea y por extensión. Otros cultivos para consumo interno (por ejemplo tomate y papa) utilizan gran cantidad de plaguicidas por hectárea pero, por su menor extensión, el aporte a la importación total de plaguicidas al país es también menor. El alto uso de plaguicidas, las aplicaciones asociadas con vientos y lluvias fuertes son factores que coadyuvan en la deriva y transporte de los productos utilizados en los cultivos hacia los ecosistemas naturales aledaños exponiéndolos (De la Cruz 2004). A continuación, se describen los potenciales impactos ambientales de algunos cultivos principales, basándose en sus prácticas agrícolas, cantidad de agroquímicos utilizados por cultivo, así como cantidad de ingrediente activo de plaguicidas aplicada por hectárea.

Gráfico 2
Productividad de algunos cultivos (2006)
(Toneladas métricas por hectárea)



Fuente: elaboración propia basada en datos de SEPSA, 2007a, b

Caña de azúcar: La caña de azúcar si siembra en altas densidades. La mayoría del área de caña en Costa Rica se quema antes de la cosecha (zafra) para facilitar el trabajo de corta y ahorrar costos de producción. Las emisiones producidas por las quemas causan enfermedades bronquio-pulmonares y muerte de animales silvestres. Ya existen las prácticas y variedades que permiten cosechar caña de azúcar sin la necesidad de quemar.

Banano: En el cultivo de banano de la zona Atlántica se aplican 49.29 kg de ingredientes activos de plaguicidas por hectárea y año (Bravo et al. 2007). Los agroquímicos más comúnmente aplicados son fungicidas para el control de la Sigatoka (por medio de la fumigación aérea), fungicidas postcosecha, nematicidas para el control de nemátodos, insecticidas impregnados en bolsas de protección de racimo y herbicidas. Existe un riesgo de toxicidad crónica para organismos acuáticos por nematicidas que llegan a los cauces naturales de agua cerca de plantaciones bananeras aplicadas con estas sustancias. Las trampas de sólidos de las plantas empacadoras de banano no son eficientes para filtrar los fungicidas e insecticidas presentes en el agua de lavado (Castillo et al. 2006). La diversidad y riqueza de especies de invertebrados acuáticos en riachuelos que recorren plantaciones bananeras es menor que aguas arriba (Pringle y Ramírez 1998).

Piña: La piña se siembra en monocultivos con alta incidencia de erosión. Los spray-boom aplican fertilizantes líquidos, herbicidas, insecticidas y nematicidas (De la Cruz et al. 2004). Entre abril del 2003 y agosto del 2006, se tramitaron 13 denuncias contra fincas de piña en las áreas de conservación La Amistad Pacífico (ACLA-P), Tortuguero (ACTo) y Arenal Huetar Norte (ACA-HN), cuyas razones de denuncia fueron por

invasión de áreas de protección, construcción de canales, así como tala de bosques o árboles (SINAC 2007).

Melón y Sandía: Estas cucurbitáceas se siembran en camas cubiertas por plásticos que mantienen la humedad del suelo y albergan un extenso sistema de tubería para el fertirriego. El melón en Puntarenas, Liberia y Nicoya se cultiva con aplicaciones de 60.54 a 125.69 kg i.a./ha/año dependiendo de si la producción es con bromuro de metilo o con metam-sodio (Bravo et al. 2006). El bromuro de metilo contribuye a la destrucción de la capa de ozono.

Café: El café se cultiva en el Valle Central, zona de Los Santos, zona Sur y Turrialba en sistemas agroforestales o con variedades al pleno sol. Las prácticas de fertilización en cafetales y procesos de urbanización han resultado en un aumento de la concentración de nitratos en los acuíferos del Valle Central Oeste, la cual excede en algunas ocasiones las concentraciones máximas recomendadas por la Organización Mundial de Salud (Reynolds et al. 2006). Parcialmente este hecho se debe a que solamente un 30% del nitrógeno aplicado como fertilizante es absorbido por las plantas de café (Sommer 1978). En muchos cafetales no se implementan prácticas de conservación de suelos con la consecuente pérdida en productividad: “El uso indiscriminado de las tierras para producir café y el aumento en el uso de productos químicos causaron la destrucción de los suelos y bajaron el rendimiento de las plantaciones en la zona de Los Santos, donde se siembra café en pendientes de hasta el 60%. Un estudio del departamento técnico de CoopeTarrazú reveló que el deterioro se viene dando desde la década de 1980.” (Barquero 2007). El siguiente cuadro resume el uso de plaguicidas por los diferentes cultivos. Destaca el alto consumo por los cultivos de melón, plantas ornamentales, tomate, papa y piña.

Cuadro 2
Número de plaguicidas distintos y cantidad de ingrediente activo (kg/ha/año) aplicado por diferentes cultivos

Cultivo	kg i.a./ha/año	No. de plaguicidas
Naranja	1.56	Sin datos
Pasturas mejoradas	2.34	6
Maíz	3.06	3
Café	6.46	7
Yuca	7.40	Sin datos
Sandía	7.47	23
Mango	7.55	6
Arroz	9.46	8
Caña de Azúcar	10.11	11
Piña	24.55	6
Papa	37.32	Sin datos
Tomate	37.80	Sin datos
Plantas ornamentales	50.13	Sin datos
Melón	257.83	23

Fuente: De la Cruz et al. 2004

La agricultura crea empleos en la zona Atlántica, pero destaca el alto nivel de pobreza del sector

El sector agro-pecuario sigue siendo dominado por empleados masculinos (88.5%). Los empleos se concentran en las regiones Central (31.9%) y Huetar Atlántica (25.3%), seguidos por las regiones Brunca (14.8%) y Huetar Norte (14.1%). El 91.2% de la población ocupada en agricultura y ganadería no terminó la secundaria, con una escolaridad promedio de 5.6 años, 3.3 menos que el promedio nacional. Preocupa que un 7.3% de la fuerza laboral agropecuaria es menor de edad (entre 12 y 17 años), aunque este porcentaje disminuyó en un 2.5% desde el 2001. Un 62.2% de las unidades agro-pecuarias de producción son pequeñas y emplean menos de diez personas con un ingreso mensual promedio de 122,710 colones. Aunque el 60.3% de los trabajadores labora en empresas privadas, preocupa el posible desamparo con respecto a beneficios laborales de un 23.7% de trabajadores por cuenta propia. Un 6.0% de familiares apoyan la unidad familiar de producción de manera no remunerada. Una de las características sobresalientes de la población ocupada en la rama de actividad de agricultura y ganadería es el alto nivel de pobreza presente. El sector reúne un 6.5% más de pobreza que el promedio nacional (26.7% en comparación con 20.2%). De ellos, un 6.9% vive en extrema pobreza, aunque este porcentaje es de 2.7% menor que en 2001 (Fuente: Estado de la Nación, Elaboración propia a partir del INEC, EHPM 2003 y 2006).

El sector agropecuario ha creado empleos adicionales solamente en dos regiones del país: en la zona Huetar Atlántica (10,374 empleos en los últimos cinco años), seguido por la región Central con 5,529 empleos. En tres otras regiones (Chorotega, Pacífico Central y Brunca) el empleo en este sector disminuyó y en la región Huetar Norte no ha variado significativamente. La producción de banano da ingresos a 40,000 hogares en la Zona Atlántica o 39000 empleados directos en la industria bananera (CORBANA 2007).

Sobreuso de suelos por actividades agro-pecuarias en algunas cuencas hidrográficas y su posible mitigación

Entre 5 y 30% del área de las cuatro cuencas analizadas por Fallas (2007) está sobreutilizado. El sobreuso de suelo por actividades agro-pecuarias en cuencas hidrográficas comúnmente se da en zonas de pendientes pronunciadas, donde más bien se deberían implementar acciones que reduzcan o eliminan la degradación del suelo por sobreuso, como barreras vivas y muertas, planificación de uso según capacidad, coberturas verdes de suelo, sistemas agro-forestales, incorporación de materia orgánica al suelo y regeneración de ecosistemas. A continuación, se presentan algunos casos específicos:

Río Grande de Tárcoles

Un 15.2% de su área de cuenca está sobreutilizada (Fallas 2007). En su cuenca alta se cultivan café, helechos, hortalizas y pastos para la producción de leche. La cuenca baja es ocupada por los cultivos caña de azúcar, arroz, melón/sandía, árboles frutales y

palma africana. Esta cuenca continúa siendo la más contaminada del país. Más del 50% de la producción del café se procesa aquí. La carga contaminante por aguas mieles vertidas se ha reducido significativamente. Un 32% de sus aguas son utilizadas por la agricultura (Astorga 2007), por ejemplo riego para plantas ornamentales, melón/sandía y el beneficiado húmedo del café.

Río Tempisque

Solamente un 4.70% de su terreno es sobreutilizado, debido a que su terreno es dominado en un 90.5% por pendientes iguales o inferiores a 30% (Fallas 2007). En su cuenca alta se producen café, pastos y hortalizas y en su cuenca baja caña de azúcar, arroz, melón y sandía. La mayoría del agua de la cuenca (85.17%) es utilizada por el riego agrícola, principalmente para arroz, melón y sandía, un 13.95% para el uso agroindustrial como lavado de frutas u otros tipos de procesamiento (Astorga 2007). Dominan la caña de azúcar (24000 ha), arroz, melón (5300 ha) y pastos en la parte baja y media baja de su cuenca (Bermúdez et al. 2002).

Los ríos Tempisque y Bebedero transportan una excesiva carga de sedimento que ocasiona un aumento en la cantidad de partículas depositadas en las partes bajas de las cuencas de ambos ríos, principalmente en los ecosistemas de mangle y los humedales de la región, y además en el Golfo de Nicoya (Bermúdez et al., 2002). En los sedimentos del Tempisque–Bebedero, hay de 30 a 35% de materia orgánica (Delgado, 2001).

Un estudio de la UNA comprobó que el uso de agroquímicos en Bagatzí, Playitas y San Ramón, provincia de Guanacaste, irrigadas por el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque, representa una amenaza para el Parque Nacional Palo Verde que colinda con estas áreas agrícolas de arroz, caña y melón. La carga total de contaminantes en el ecosistema por uso de plaguicidas en el área agrícola de arroz y caña, en las inmediaciones del sector norte del Parque, fue estimada mediante encuestas a agricultores para el año 2004 en 42,4 y 33,4 toneladas métricas de ingrediente activo respectivamente. De acuerdo con los parámetros estudiados la calidad biológica de los sitios estudiados es menor aguas abajo de las actividades agrícolas, debido a la presencia de seis plaguicidas (Fournier-Leiva et al. 2006).

Recuadro 1

Humedales y desarrollo agrícola en la Cuenca Baja del Río Tempisque

Como llanura de inundación, la cuenca baja del río Tempisque posee la concentración de humedales más extensos del Pacífico Centroamericano. Aunque su importancia es ampliamente reconocida, los cambios en el uso del suelo han afectado tanto su extensión, como su función biológica e hidrológica. Durante las últimas cinco décadas, los cambios en el uso del suelo en la cuenca han sido impresionantes. Hacia 1955 casi un 50% (114,359 ha) de la cuenca baja del río Tempisque estaban bajo pastos y no existían áreas de importancia dedicadas a la agricultura. Para el año 2000, la agricultura ya ocupaba cerca del 25% de las tierras. El auge agrícola observado en los últimos veinte años coincide con la implementación del megaproyecto de irrigación Arenal-

Tempisque, y ha permitido la incorporación de cerca de 31,000 ha (mayoritariamente de arroz con riego) a la producción agrícola dentro de la cuenca baja. La casi totalidad de uso del terreno para fines agrícolas (90%), especialmente los cultivos de caña y arroz, se concentra en la Cuenca Baja. Aunque es de reconocer el impacto positivo en la economía de la región y del país que este desarrollo ha tenido, debemos reconocer también los impactos en los ecosistemas de humedal del Tempisque. Primero, muchos de los humedales dieron paso a áreas de cultivo. Por ejemplo, de las casi 23,000 ha de humedales que existían en 1974 en el sector comprendido entre Filadelfia y la Guinea, a ambos lados del río Tempisque, hacia el año 2000 solamente quedaba un 30%, dando así paso a las actividades productivas. Se podría pensar que el desarrollo agrícola y pecuario ya alcanzaron un límite y que con la legislación existente estos cambios en el uso del suelo no deberían ocurrir. Sin embargo, hacia abril del 2005, más de 600 ha de humedales en la margen izquierda del río Bebedero fueron drenadas y convertidas a pastizales. Por otro lado, la construcción de obras para minimizar el impacto de las inundaciones a lo largo del cauce principal del río, como la canalización o rectificación del cauce a la altura del Paso del Jobo y la estabilización de márgenes con muros o diques de contención, como el de Filadelfia, han alterado los procesos hidrológicos naturales. Un sector del Parque Nacional Palo Verde, irónicamente conocido como Cauce Viejo, donde se concentraban humedales de palma real, escasos y raros, fue altamente impactado por la canalización del río Tempisque, afectándose así la hidrología y como consecuencia un aumento en la frecuencia de los incendios forestales. Igualmente, los humedales se han visto impactados por excesos de agua de drenaje o en su defecto por la canalización para el drenaje de agua de los campos agrícolas. Dos ejemplos claros lo presentan el humedal La Bocana y el Humedal Poza Verde, ambos dentro del Parque Nacional Palo Verde. En el primero, las aguas de drenaje del sector de riego Tamarindo descargan en este humedal, con impactos directos sobre la hidrología, estructura y composición del ecosistema. Dos problemas son evidentes en este humedal, como lo son la pérdida de estacionalidad y el ingreso de nutrientes o residuos químicos inorgánicos, afectando su funcionalidad biológica. El segundo ejemplo se presenta con el humedal Poza Verde. Para efectos de drenar las aguas servidas del sector de riego de Bagatzí, se construyó un canal a través de este humedal, lo que alteró las condiciones hidrológicas del mismo. Otro impacto, aunque aun no medido detalladamente, pero sí reconocido, tanto en los humedales, el río y el Golfo de Nicoya, es el transporte de sedimentos y agroquímicos. Algunos bosques de manglar han sido afectados por alta deposición de sedimentos e igualmente algunos agroquímicos, de los más de 100 diferentes tipos utilizados en la agricultura, han sido encontrados tanto en el agua como en los sedimentos del río y el golfo.

Fuente: Eugenio González, Organización para Estudio Tropicales

Río Grande de Térraba

Es la cuenca más sobreutilizada en un 29.66% de su terreno (Fallas 2007). Se cultivan piña, caña de azúcar, pasto y palma africana, así como café y hortalizas. En la zona de Pérez Zeledón/ Buenos Aires algunas unidades de producción reemplazaron su sistema agro-forestal del cultivo de café por el monocultivo de piña, inclusive en pendientes pronunciadas cerca de cauces naturales de agua. Un alto porcentaje de sus aguas se

utilizan para el riego de piña, caña de azúcar y otros cultivos (61.22%). Es la cuenca menos contaminada por contaminación fecal (Astorga 2007) probablemente por sus menores densidades de chancheras y otras actividades pecuarias.

Río San Carlos

Esta zona se conoce por sus cultivos de raíces-tubérculos, piña, cítricos, caña de azúcar y palmito que abarcan el 94% del área de siembra y el 71% de los productores. Las raíces y tubérculos, la piña y los cítricos representan el 72% del área total de siembra en la región con un 60% de productores, seguidos por el grupo de caña de azúcar y palmito ocupando (22% del área y 11% de productores respectivamente) (MAG 2005). Solamente 3% de su agua es usada por el sector agro-pecuario (Astorga 2007) gracias a su régimen pluvial. En el cantón de San Carlos existen 88 fincas ganaderas en 2630 ha para un promedio de 1.41 cabezas/ ha. La cuenca del Río La Vieja alberga una densidad de hasta 2 cabezas (MAG 2005b). En el año 2000, de 1811 hogares de diversas comunidades ubicadas en esta cuenca, un 28.2% se dedicaba a actividades ganaderas, un 18.1% a la producción de raíces y tubérculos, 8.7% a frutales, 7.5% a granos básicos, 4.6% a hortalizas y 3% a la producción de musáceas. La buena proporción de aplicación de abono orgánico (39.8%) refleja el uso de tierra por fincas pequeñas y medianas. Solamente 36.3% de los productores usaban equipo de protección personal para mitigar los posibles efectos de en su salud por los plaguicidas aplicados. El 5.1% de las fincas usaba las aguas de los ríos con fines agropecuarios (Chaves et al. 2000).

Río Reventazón-Parismina

Está en un 13.27% sobreutilizado (16% de esta superficie en clases VII y VIII) (Fallas 2007) con cultivos como café, hortalizas, plantas ornamentales, piña, banano, pasto, y caña de azúcar. El sector casi no usa su agua (3.5%) gracias a su régimen pluvial (Astorga 2007). Es el segundo río más contaminado con un 11% de la contaminación total del país (Astorga 2007) por la contribución del sector pecuario (chancheras), erosión y transporte de sedimentos en monocultivos como piña, banano, flores y follajes.

Los agroquímicos Endosulfan (insecticida) y Clorotalonil (fungicida) fueron detectados en los suelos y el aire de los Parques Nacionales Braulio Carrillo (Sector Barva) y Poás, provenientes de plantaciones de las llanuras del Caribe que usan estos plaguicidas a gran escala (Daly et al. 2007).

En un estudio con 76 pequeños productores de la microcuenca Plantón–Pacayas, ubicada entre los cantones de Oreamuno y Alvarado en la provincia de Cartago se demostró que el productor opta por cultivos que le generan ingresos rápidos. Asimismo, la parte tecnológica en cuanto a combate de plagas y enfermedades es una de las mayores preocupaciones por parte de los productores (Villegas et al. 2006). En la misma zona se diagnosticó que casi no existen suelos que no presenten limitaciones por riesgo de erosión, debido a las fuertes pendientes y a las altas precipitaciones que facilitan la escorrentía superficial. Esta conlleva al deterioro acelerado de los suelos, constituyéndose la erosión en uno de los problemas más graves para la producción agropecuaria y la sedimentación de embalses y taponamiento de carreteras. Se

recomendó implementar diferentes prácticas de conservación de suelo (Gómez et al. 2004).

Las tasas de erosión son particularmente significativas en la subcuenca Birris en estudio (28.3 t/ha/año), mayores incluso que las de la subcuenca de Aguacaliente – Reventado con 23 t/ha/año. El resto de las subcuencas de la vertiente norte de la cuenca del Reventazón presentan tasas cercanas a 20 t/ha/año, mientras en la vertiente sur las tasas son menos de la mitad de las anteriores. El pasto de corta tiene un comportamiento hidrológico más favorable que el resto de los usos, reduciendo la escorrentía en un 73% con respecto al potrero tradicional. La semiestabulación evita el pisoteo de los apartos, con ello se reduce la compactación del suelo y mejora la capacidad de infiltración. La ausencia de pisoteo y la cobertura presente reducen en un 68% la erosión medida en el potrero tradicional. La comparación de capacidad y uso de la tierra permite conocer el conflicto de uso de la tierra en la subcuenca. El 37% de la subcuenca presenta un conflicto de Alto a Máximo. La superficie sometida a conflicto elevado (37%) coincide prácticamente con el área con erosión estimada superior a 50 t/ha/año (33%). Este hecho evidencia la necesidad urgente de la implementación de un Plan de Manejo y Ordenamiento territorial en la subcuenca. El 50% de su franja ribereña presenta bosques protectores con vocación de conservación. Sin embargo, el 28 % del corredor presenta conflicto de uso de la tierra. (Marchamalo 2003).

Las instituciones gubernamentales implementan muchos programas de extensión y asistencia para el productor Costarricense

Aunque se han implementado programas considerables de extensión y asistencia técnica para los productores agropecuarios por parte de diferentes instituciones estatales, los resultados de estas iniciativas se podrían potenciar significativamente con la coordinación de actividades conjuntas entre los sectores estatales, privados y no gubernamentales.

Los extensionistas del MAG atendieron un total de 40,644 productores o 338,000 ha con temas, como café, ganadería bovina, hortalizas en ambientes protegidos, especies menores, acuicultura, producción orgánica, granos básicos, agricultura conservacionista, desarrollo de fincas integrales agropecuarias, porcicultura, apicultura, ornamentales, orquídeas, abono orgánico, control biológico diferentes cultivos (MAG 2005a). Fueron capacitados 7411 productores con alguna práctica conservacionista y proyectos de adaptación tecnológica participativa, como mínima labranza adecuada, manejo integrado de plagas, control de plagas y enfermedades, sistemas agrosilvopostoriles. Se están ejerciendo múltiples alianzas con IDA, IMAS, Ministerio de Trabajo, SENARA, MINAE, PNUD, AyA, MOPT, ICE, Universidades, Municipalidades, entre otras.

También CORBANA (2007) realizó su programa de asistencia técnica en el manejo de la Sigatoka negra para ocho empresas o 10,000 ha. Aumento en el servicio de análisis de muestras de suelos y foliares. Se realizaron seis visitas por finca durante el año 2006 para 98 fincas o 22,910 ha. ICAFE (2006) por su lado, visitó a 1387 fincas o 14668 ha y

atendió a 8643 asistentes en actividades grupales con temas como manejo integrado de la broca del fruto, programa de ISO 9001 y 14001 para el sector beneficiador (20 beneficios inscritos) y el plan de monitoreo de emisión de gases en chimeneas con mediciones en cinco industrias.

Uso de agroquímicos y control estatal

Costa Rica continúa como uno de los países de la región centroamericana con los mayores índices de uso de plaguicidas, en términos de ingrediente activo (i.a.) por habitante (2,5 kg), por trabajador agrícola (37,2 kg) y por área cultivada 22 kg i.a./ha (De la Cruz 2004). En Costa Rica se importa y se utiliza gran variedad y cantidad de plaguicidas. A pesar de esto, no hay datos oficiales anuales del número de ingredientes activos y de productos formulados registrados, ni del uso y tendencias de uso por cultivo y región. Tampoco hay datos oficiales de la cantidad de producto utilizado en relación con la exposición (humana y ambiental), el efecto (a corto y largo plazo) y el riesgo que para la salud y el ambiente representa su uso en el país (De la Cruz 2004).

El uso de los fumigantes se concentra en los cultivos de melón, sandía y flores los cuales utilizan el bromuro de metilo. Los insecticidas-nematicidas, se usan principalmente en los cultivos de arroz, banano, café, caña de azúcar, cebolla, frijol, papa, piña, plantas ornamentales y algunos tubérculos. Los herbicidas se utilizan sobre todo en el arroz, café, caña de azúcar, ornamentales y papaya y en menor cantidad, en el cultivo del banano, el melón, la papa, la piña y otros tubérculos. Los fungicidas se utilizan prácticamente en todos los cultivos, pero en mayor cantidad en el banano, papa, melón, cebolla, café, arroz y piña (De la Cruz 2004).

En varias ocasiones, la Contraloría de la República ha dado un ultimátum al MAG por su débil control de plaguicidas por no vigilar la cantidad de químicos que se aplican. El MAG no maneja cifras confiables sobre intoxicados. Además, la Contraloría criticó el débil control que lleva el Estado sobre los agroquímicos que se importan, las dosis que se aplican en las fincas y las pocas medidas realizadas en los últimos años para minimizar los riesgos en la salud humana y el ambiente (Loaiza 2007). En relación con la toxicidad en humanos de los plaguicidas la cantidad importada al país de toxicidad aguda alta y extrema (categoría IA y IB de la OMS) y con capacidad de producir cáncer (categoría A y B de la EPA) ha aumentado en los últimos diez años. Además, muchos de los tipos de hortalizas que consumen los Costarricenses presentan residuos de algún agroquímico encima de lo permitido. Los productos responsables de un número importante de intoxicaciones y muertes en el país son paraquat, metamidofós, fosforo de aluminio y metomilo, pero se siguen importando en altas cantidades al país. El mancozeb un producto con metabolitos catalogados como cancerígenos y muy tóxicos para organismos acuáticos, sigue a la cabeza de las importaciones al país (De la Cruz 2004).

Existen varias iniciativas de investigación cuyo objetivo es contribuir a la búsqueda de alternativas al uso de agroquímicos. CORBANA (2007) inició con ensayos de control biológico de Sigatoka negra y de nemátodos y colabora, además, con instituciones científicas como la Universidad de Wageningen (Holanda), EMBRAPA (Brasil), CIRAD

(Francia), Universidad de Bonn (Alemania), CINVESTAV (México), así como CATIE, UCR, UNA e ITCR con el objetivo de reducir en un 50% el uso de agroquímicos en el cultivo del banano.

En el 2006, la comisión permanente de asuntos agropecuarios y de recursos naturales de la Asamblea Legislativa aprobó en forma unánime la Ley para el desarrollo, promoción y fomento de la actividad agropecuaria orgánica, la cual contiene exoneraciones fiscales y otros beneficios para quienes cultiven sin agroquímicos. Entre los aspectos más importantes de la Ley se encuentra el apoyo a la investigación, soporte en áreas técnicas y el establecimiento de áreas de protección frente a las semillas y esporas transgénicas, indicó el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). La Ley también promueve la financiación para que agricultores comiencen una transición hacia la agricultura orgánica. Con la Ley se exonera del pago del impuesto sobre la renta (durante 10 años) a los pequeños y medianos productores orgánicos, que tampoco deberán tributar cuando importen equipo, maquinaria e insumos avalados por un reglamento que elaborará el MAG. La venta de productos orgánicos tampoco pagará el impuesto de ventas (Murillo 2006).

Las actividades de producción y de conservación pueden convivir

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 las 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.

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%).

En las fincas bananeras Costarricenses, 4950 ha están cubiertas por bosque secundario o primario para un 12% del área bananera total. Además, 97% de las fincas manejan alguna cobertura en canales primarios y secundarios (Laprade 2007). Suárez-Serrano et al. (2006) demostraron que la diversidad de aves y anfibios en una finca de banano orgánico es mayor que en una plantación tradicional. En la finca de banano

orgánico se encontró también una mayor composición florística que en la tradicional, en términos de especies y número de individuos. No obstante, en el Caribe, un 20% de los monos congo (*Alouatta palliata*) presenta una coloración amarilla debido al uso de agroquímicos en las fincas bananeras, ya que los insecticidas provocan deficiencias en el hígado de los primates y por ende, su muerte. Según Rónald Sánchez de la UCR, la población de los monos congo se redujo de 70,000 a 36,800 individuos en cinco años (Vargas 2007).

La cobertura arbórea en fincas ganaderas beneficia tanto a la biodiversidad como a la productividad del ganado, ya que provee sombra y protección contra el viento. En dos agropaisajes en Cañas y Río Frío un 88% de fincas en promedio contaba con cercas vivas con hasta 85 especies de árboles, 47 de aves y 29 de mariposas. En una zona ganadera cerca de Cañas, Guanacaste, por ejemplo se ha observado un 91% de la diversidad de murciélagos, 52.5% de la diversidad de aves y 48% de la diversidad de murciélagos del Parque Nacional Santa Rosa (Harvey et al. 2006). Las cercas vivas son aspectos importantes que merecen mucho más atención en las estrategias de manejo sostenible de la tierra, y deben ser un elemento explícito en las regulaciones y los incentivos que tienen como objetivo mejorar la integridad ecológica de los paisajes rurales en América Central (Harvey et al. 2004).

Mecanismos voluntarios de gestión ambiental eliminan malas prácticas y benefician al productor

Los sistemas de gestión de agricultura sostenible son mecanismos voluntarios que el productor puede implementar en sus fincas para alcanzar en algunos casos una certificación que le permite colocar su producto en el mercado nacional e internacional con una distinción (sello) (Bach 2005). Los sistemas más adoptados en Costa Rica son el protocolo EurepGap, el sistema de verificación para fincas cafetaleras C.A.F.E. Practices, los sistemas de certificación Rainforest Alliance certified™, ISO 14001, Fairtrade y Agricultura Orgánica.

En el cultivo de banano, los sistemas más adaptados por las fincas son el EurepGap (99% del área), seguido por ISO 14001 (54%), Rainforest Alliance certified™ (45%), ISO 9001 (17%) y Fairtrade (0.68%) (Laprade 2007; Sustainable Agriculture Network 2007). Según Laprade (2007), gracias a protocolos y sistemas de gestión, las fincas de banano en Costa Rica se han organizado para obtener procesos más eficientes y tener una reducción en intoxicaciones. Además, la Comisión Nacional Ambiental (Sector Bananero, MINSA, MINAE, MAG, UCR-CICA) realiza auditorías en base a criterios propios (manejo de residuos sólidos, aguas vertidas, manejo de agroquímicos). El Programa de Campos Limpios de la Cámara de Insumos Agropecuarios contribuye con la mejor gestión de los desechos sólidos con centros de acopio, donde un 99% de los envases de agroquímicos se devuelven al proveedor o se mandan a la Industria Nacional de Cementos. Un alto porcentaje de la bolsa de racimo y piola también se reciclan.

La producción orgánica en Costa Rica se concentra en 10,711 ha manejadas por 2921 productores certificados (Protecnet 2007). El leve aumento de área (1,841 ha más que

en el año 2000), sin embargo fue acompañado por una disminución significativa en la cantidad de productores (648 menos) que adoptan por este modelo de producción sin insumos químicos. Los productos principales son banano, cacao, café, naranja, mora, piña, caña de azúcar, sábila, noni, arroz, macadamia y mango. Por otro lado, la agencia certificadora Eco-LOGICA (2007) reporta 73 grupos y productores certificados orgánicos, los cuales cultivan 118 cultivos diferentes.

Mirada hacia el futuro para el agro Costarricense: cultivos transgénicos, biocombustibles y cambio climático

Se visualizan tres temas que adquirirán más importancia para el sector agro-pecuario Costarricense y los cuales necesitarán la discusión y coordinación entre todos los actores involucrados para beneficiar al agricultor costarricense, tanto como a los recursos naturales y comunidades rurales de este país:

En el país existen varios proyectos aprobados de organismos genéticamente modificados en soya, banano, arroz y piña. Probablemente se dará más investigación durante los próximos años, ya que uno de los campos del convenio entre el MICIT y la Unión Europea es el de biotecnología (Roldán 2007). Según el programa de Biotecnología del MAG, se estima la existencia de un área de 1000 ha de los cultivos de algodón, soya, plátano, banano, piña, arroz genéticamente modificados (May, Comunicación Personal 2007). El SINAC participa en la Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad y en la recomendación sobre otorgamiento de permisos para proyectos de Organismos Genéticamente Modificados (OGM). Los OGM están amparados por Ley 7664, Ley 7788, Ley 8495, Convenio de Diversidad Biológica y Protocolo de Cartagena ratificado por Costa Rica. Por ley son competentes en la materia SENASA, MAG, CONAGEBIO-MINAE y la Oficina de Semillas. Se está elaborando una ley marco sobre OGM's al amparo de la Ley 8495 (Roldán 2007). Existen reacciones de la sociedad civil a la presencia de los cultivos transgénicos en Costa Rica: El "territorio libre de transgénicos en Costa Rica" se compone por cuatro cantones: Paraíso de Cartago, Santa Cruz, Nicoya de Guanacaste y San Isidro de Heredia (Red de Coordinación en Biodiversidad 2007).

Costa Rica trabaja en un plan para producir combustibles alternativos como el etanol y el biodiesel para garantizar la seguridad energética ante el incremento constante de la factura petrolera que este año cerrará en 1.300 millones de dólares. Recope estudia las opciones junto con el Ministerio de Ambiente y Energía en una Comisión de Biocombustibles con el fin de desarrollar políticas y estrategias orientadas para su producción y uso bajo un marco regulatorio adecuado. La intención es propiciar una reforma integral en la que exista convergencia entre la política energética y la ambiental e incentive el desarrollo local en especial en zonas marginadas. Además en la comisión participan el Instituto de Electricidad, la Cámara de Palmeros y la Liga Agrícola Industrial de la Caña (López 2006).

Las predicciones del aumento de temperatura para Centroamérica van entre escenarios de 1 °C hasta 3 °C. Estas manifestaciones del cambio climático tendrán un impacto económico para el sector agro-pecuario Costarricense. Los aumentos de temperatura y

períodos de sequía más prolongados afectarán significativamente la calidad y cantidad de la cosecha. Los cafetales de tierras bajas probablemente desaparecerán y las zonas con influencia del Pacífico se verán afectadas. Estos cambios ya están ocurriendo en la actualidad. El sector cafetalero se tendrá que preparar para estos escenarios con un ajuste de los niveles de árboles de sombra y la resiembra con nuevas variedades resistentes a la sequía (Baker y Haggar 2007).

Bibliografía

- Astorga, Y. 2007. Recurso Hídrico. Ponencia preparada para el XIII Informe del Estado de la Nación. San José, Programa Estado de la Nación.
- Bach, O. 2005. Importancia de algunos sistemas no estatales de certificación agrícola. Ponencia preparada para el Onceavo Informe Estado de la Nación. San José: Programa Estado de la Nación.
- Bach, O. 2006. Expansión de la piña: preocupan impactos ambientales. Ponencia preparada para el Duodécimo Informe Estado de la Nación. San José: Programa Estado de la Nación.
- Baker, P. y J. Haggar. 2007. Global Warming: the impact on global coffee. Long Beach, California: SCAA 19th Annual Conference & Exhibition.
- Barquero, M. 2007. Destrucción de suelos baja producción en café. La Nación, 2 de abril de 2007. ¿página?
- Bermúdez, P., Rodríguez, R. y C. Vargas. 2002. Identificación y caracterización de los impactos socioeconómicos y ambientales de la construcción del puente sobre el río Tempisque, Nicoya, Costa Rica. San José: Tesis de Licenciatura, Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica.
- Bravo V. et al. 2006. Indicadores de riesgo para la salud humana en la sostenibilidad de cadenas agroalimentarias" Heredia: IRET-UNA. Informe Técnico.
- Bravo V. et al. 2007. Indicadores de riesgo por uso de plaguicidas en banano. Heredia: SALTRA-IRET-UNA. Informe Técnico.
- Castillo, L., Martínez, E., Ruepert, C., Savage, C., Gilek, M., Pinnock, M. y E. Solís. 2006. Water quality and macroinvertebrate community response following pesticide applications in a banana plantation, Limon, Costa Rica. Science of the Total Environment. 15 p.
- Chaves, A., Mora, J., Springer, M., Solís, E., Rodríguez, F. y U. Barrantes. 2000. Estudio socio-económico y ambiental de la Cuenca del Río San Carlos. San Carlos: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- CORBANA. 2007. Informe Anual de Labores 2006. San José: Corporación Bananera Nacional.

- Daly, G., Lei, Y., Teixeira, C., Muir, D., Castillo, L. y F. Wania. 2007. Accumulation of Current-Use Pesticides in Neotropical Montane Forests. American Chemical Society. Published on Web 01/10/2007.
- De la Cruz, E., Ruepert, C., Wesseling, C., Monge, P., Chaverri, F., Castillo, L. y V. Bravo. 2004. Los Plaguicidas de Uso Agropecuario en Costa Rica: Impacto en la Salud y el Ambiente. Informe de consultoría para Área de Servicio Agropecuario y Medio Ambiente de la Contraloría General de la República. Heredia: IRET, Universidad Nacional Autónoma.
- Eco-LOGICA. 2007. Lista de Clientes Orgánicos Certificados. San José: Mimeografiado.
- Fallas, J. 2007. Uso actual del territorio, capacidad de uso y ordenamiento territorial con énfasis en las principales cuencas. Ponencia preparada para el XIII Informe del Estado de la Nación. San José, Programa Estado de la Nación.
- Fournier-Leiva, M., Rizo Patrón-Viale F., Castillo, L., Ruepert C., Ramírez-Muñoz, F. y R. Morataya-Montenegro. 2006. Diagnóstico del impacto agrícola sobre el Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. Memorias del Congreso de Ecotoxicología y Química Ambiental. Asociación Mesoamericana de Ecotoxicología y Química Ambiental A.C. Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Chapter México. 24 al 28 de abril 2006. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Gómez, O., Araya, E., Solís, P., Vásquez, J. y E. Brenes. 2004. Proyecto Plantón – Pacayas: Estudio Detallado de Suelos de la Microcuenca Plantón-Pacayas, Pacayas de Alvarado, Cartago. San José: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Harvey, C., Villanueva, C., Villacís, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gomez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Sáenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., Lang, I., Kunth, S. y F. Sinclair. 2004. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40): 30-39.
- 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., Vilchez, 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.
- Harvey, C., González, J. y E. Somarriba. 2006. Dung beetle and terrestrial mammal diversity in forests, indigenous agroforestry systems and plantain monocultures in Salamanca, Costa Rica. *Biodiversity and Conservation* 15: 555-585.
- Harvey, C., Sinclair, F., Sáenz, J., Ibrahim, M., Villanueva, C., Gómez, R., López, M., Montero, J., Medina, A., Sánchez, D., Vilchez, S. y B. Hernández. 2006.

- Opportunities for conserving biodiversity within agricultural landscaped in Central America: lessons from the FRAGMENT Project. Integrated Management of Environmental Services in Human-Dominated Tropical Landscapes. pp. 21- 26.
- ICAFE. 2006. Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica – 3 de Diciembre de 2006. San José: Instituto del Café de Costa Rica.
- INEC. 2003. Censo Cafetalero - Aspectos Metodológicos y Principales Resultados 2003. San José: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- INEC. 2004. Censo Cafetalero - Aspectos Metodológicos y Principales Resultados 2004. San José: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- INEC. 2006. Censo Cafetalero - Aspectos Metodológicos y Principales Resultados 2006. San José: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- IRET. 2006. Base de Datos de Uso de Plaguicidas. Heredia: Universidad Nacional Autónoma.
- Komar, O. 2006. Priority Contribution – Ecology and conservation of birds in coffee plantations: a critical review. Bird Conservation International 16: 1-23.
- Laprade, Sergio. 2007. Director Ejecutivo del Consejo Institucional Bananero (CIB). 26 de Marzo de 2007.
- Loaiza, Vanessa. 2007. Contraloría da ultimátum al MAG por débil control de plaguicidas. La Nación, ¿?. ¿página?
- López, Tatiana. 2006. Costa Rica busca biocombustibles como alternativa. La Nación, ¿?. ¿página?
- MAG. 2005a. Distribución de Productores y Área en Hectáreas de Monocultivos y Policultivos. Región Huetar Norte. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- MAG. 2005b. Censo agrícola 2005. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Marchamalo, M. 2003. Ordenamiento agroecológico de los usos de la tierra de la cuenca del río Birris mediante mecanismos de compensación ambiental para la promoción del cambio de uso del suelo. San José: Mimeografiado.
- May, Alexander. 2007. Programa de Biotecnología, MAG. 7 de Mayo de 2007.
- Murillo, Álvaro. 2006. Arias firma ley que apoya cultivos orgánicos. La Nación 2006
- Pringle, C. y A. Ramírez. 1998. Use of both benthic and drift sampling techniques to assess tropical stream invertebrate communities along an altitudinal gradient, Costa Rica. Freshwater Biology 39: 359-373.

- PROCOMER. 2007. Costa Rica: principales mercados de exportación de banano en el 2006.
- Proteconet. 2007. Estadísticas Agricultura Orgánica 2006. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Reynolds, J., Fraile-Merino, J. y R. Hirata. 2006. Trends in Nitrate Concentrations and Determination of its Origin Using Stable Isotopes (^{18}O and ^{15}N) in Groundwater of the Western Central Valley, Costa Rica. *Ambio* 35: 229-236.
- Roldán, Carmen. 2007. Gerente de Planificación de la Dirección General del Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 2 de Mayo de 2007.
- SEPSA. 2007a. Costa Rica. Área sembrada de las principales actividades agrícolas. En hectáreas. 1999-2006. Con base en información de las instituciones públicas y privadas del Sector Agropecuario y Gerentes de Programas Nacionales. San José.
- SEPSA. 2007b. Costa Rica. Producción de las principales actividades agropecuarias. En toneladas métricas 1999-2006. Con base en información de las instituciones públicas y privadas del Sector y Programas Nacionales. San José.
- SINAC. 2007. Informe sobre denuncias atendidas por las áreas de conservación por el establecimiento del cultivo de la piña. San José: Mimeografiado.
- Sommer, K. 1978. Use of radioisotopes in agriculture. Report to the Government of Costa Rica - Technical Assistance Report No. 1360. Viena, Austria: Agencia Internacional de Energía Atómica.
- Suárez-Serrano A., Salas-Rojas, C., Piedra, L. y L. Castillo. 2006. Diversidad de aves y anfibios en dos fincas bananeras bajo diferente manejo agrícola. Memorias del Congreso de Ecotoxicología y Química Ambiental. Asociación Mesoamericana de Ecotoxicología y Química Ambiental A.C. Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Chapter México. 24 al 28 de abril 2006. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Sustainable Agriculture Network. 2007. Monthly Certification Update, December 2006. San José: Mimeografiado.
- Vargas, Alejandra. 2007. País sufre drástica reducción de población de monos. *La Nación*, 23 de abril de 2007. ¿página?
- Villegas, I, Guzmán, J., Molina, B., Brenes, E. y H. Cordero. 2006. Proyecto Plantón – Pacayas, Alternativas de Producción. Documento Técnico No 3. Área Manejo Integrado de Cultivos. San José: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).