

# La aplicación de indicadores en la *dimensión de análisis* control de plagas y enfermedades para evaluar la sostenibilidad de las fincas agropecuarias en la microrregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica

Fecha de recepción: 13/12/06

Fecha de aceptación: 08/05/07

Francisco Rodríguez Barrientos<sup>1</sup>

Rodolfo Jiménez Céspedes<sup>2</sup>

## Palabras clave

Control de plagas y enfermedades, microrregión Platanar-La Vieja, criterio de experto, indicador, índice, aporte a la sostenibilidad, fincas, ganadería de leche, caña de azúcar, hortalizas.

## Key words

Plagues and diseases control, microregion Platanar-La Vieja, indicators, index, expert guidelines, farms, cattle of milk, sugarcane, horticulture.

## Resumen

Partiendo del criterio de expertos, se diseñó un conjunto de indicadores en tres *dimensiones de análisis* (forestal, suelos y control de plagas y enfermedades) al

que se denominó *Índice Aproximado de Sostenibilidad para las Fincas de una Microrregión* (IASOFIMICRO). El índice permitió evaluar el nivel de aporte de las fincas (alto, medio y bajo) a la sostenibilidad y se aplicó a la ganadería de leche, la caña de azúcar y la horticultura, que son las actividades agropecuarias más relevantes de la microrregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. En el artículo se presentan los resultados parciales de una investigación de campo, específicamente para la dimensión de análisis suelo, comparando el desempeño de las tres actividades estudiadas según su aporte a la sostenibilidad.

## Abstract

There has been a great interest in designing and applying indicators to quantify and monitor how sustainable agricultural activities

1. Escuela de Ciencias y Letras, Sede Regional San Carlos, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correos electrónicos: frodriguez@itcr.ac.cr • franroba@costarricense.cr
2. Escuela de Ciencias y Letras, Sede Regional San Carlos, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correos electrónicos: rodjimenez@itcr.ac.cr • rodolfojc@costarricense.cr

behave in different territorial areas. Based on experts' guidelines a set of indicators were designed in three dimensions of the analysis (forest, soil, plagues and diseases). This instrument is known as APROXIMATE INDEX OF SUSTAINABILITY FOR FARMS OF A MICROREGION. This index facilitates to measure the level of contribution to sustainability: low, medium, high. This index was applied to some of the most relevant agricultural activities: cattle of milk, sugar cane and horticulture of Platanar- La Vieja microregion, San Carlos River hydrographic basin, Costa Rica. This article compares performance in these three activities according to their sustainable in control of plagues and diseases dimension. It also provides theoretical considerations about relevant concepts used in the research, like sustainability, indicators, indexes, farm and expert guidelines.

*En un número anterior de Tecnología en marcha se publicó un trabajo con los resultados para la dimensión de análisis suelo. El presente puede considerarse una continuación de dicho artículo.*

## Justificación

Los impactos de las actividades antrópicas sobre el medio ambiente se han acelerado notablemente durante las últimas décadas, hasta el punto de que el deterioro ambiental es actualmente planetario, aunque con peculiaridades nacionales y regionales, dependiendo, entre otros aspectos, de las visiones sobre el desarrollo, de las tecnologías empleadas en la explotación de los recursos naturales, de los marcos jurídico-institucionales, o de los niveles de organización y resistencia de la ciudadanía (Mitchell, 1999; Gudynas, 2002).

Cada vez se vuelve más necesaria una gestión económica que implemente tecnologías sostenibles en el manejo de los recursos naturales, especialmente en el ámbito geográfico de las cuencas hidrográficas y su entramado económico, social y político-institucional, que constituyen, junto con otros ámbitos geográficos desprendidos de las cuencas como las microrregiones o microcuencas, espacios multidimensionales para la gestión sostenible de los recursos naturales (Dourojeanni, 1997).

Las actividades económicas suelen tener un carácter permanente y constituyen la base material de existencia de las sociedades humanas (Bifani, 1997). Tal relevancia se vuelve evidente en las cuencas costarricenses, pues de la gestión sostenible de sus recursos naturales dependen la economía y las comunidades asentadas en sus respectivos territorios (Rojas *et al.* 2002).

Autores como Fürst (1997), Sepúlveda (2002) y Martínez (2004) expresan la necesidad de elaborar indicadores e índices que midan, espacial y temporalmente, la sostenibilidad de un territorio, y que a la vez promuevan una adecuada gestión de los recursos naturales mediante el constante monitoreo de las actividades productivas que los utilizan.

Ante el imperativo de proteger y conservar los recursos naturales y desconociendo cómo evaluar el aporte de las fincas agropecuarias al nivel de sostenibilidad existente en la microrregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica, se diseñó y aplicó a partir de indicadores agropecuarios el *Índice Aproximado de Sostenibilidad para las Fincas de una Microrregión (IASOFIMICRO)*, en el cual se incluyeron las *dimensiones de análisis* forestal, suelo y control de plagas y enfermedades. Los resultados para esta última dimensión de análisis se presentan en el presente artículo.

En un número anterior de *Tecnología en marcha* se publicó un trabajo con los resultados para la *dimensión de análisis* suelo. El presente puede considerarse una continuación de dicho artículo.

## Objetivos

### General

Evaluar el aporte de las fincas agropecuarias (lecheras, cañeras y hortícolas) a la sostenibilidad de la microrregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica.

*Cuando se diseñan y aplican metodologías de medición no se pueden ignorar las condiciones concretas de las unidades de análisis. Los ajustes, correcciones y adaptaciones son indispensables cuando se trabaja con indicadores e índices*

## Específicos

Elaborar un conjunto de indicadores agropecuarios que faciliten evaluar el aporte de las fincas a la sostenibilidad de la microrregión objeto de estudio, tomando en cuenta sus condiciones físicas y productivas.

Determinar y comparar el aporte a la sostenibilidad de las fincas agropecuarias (lecheras, cañeras y hortícolas) de la microrregión Platanar-La Vieja, según la dimensión de análisis control de plagas y enfermedades.

## Conceptos básicos

### Indicadores

Para el estudio realizado en la microrregión Platanar-La Vieja se adoptó la definición y caracterización hecha por Salazar (1999), para quien los indicadores “son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente, o sobre las relaciones entre tales variables dentro de un ámbito territorial determinado” (Salazar, 1999:7). Este territorio puede estar constituido por una microcuenca, una cuenca, una microrregión, etc.

Los indicadores se construyen sobre datos primarios que la investigación de campo o bibliográfica brinda. Los indicadores “representan un modelo empírico de la realidad, no la realidad misma, pero deben, sin embargo, tener la factibilidad de ser analizados y una metodología de medición fija (...) Los indicadores implican un modelo o conjunto de supuestos que relacionan al indicador con un fenómeno más complejo” (Sepúlveda *et al.* 2002: 19).

### Índice

Cuando los indicadores se agregan, forman índices que sirven para medir el desempeño de las fincas en relación con objetivos y

prácticas de sostenibilidad. Los índices facilitan el monitoreo permanente de la unidad de análisis escogida (Müller, 1996; Sepúlveda *et al.* 2002).

Para el estudio se ha escogido la definición elaborada por Salazar (1999), cuya definición de *Índice* es la siguiente: “Es una agregación de estadísticas y/o indicadores, los cuales resumen a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen” (Salazar, 1999: 8).

Se recomienda ajustar los indicadores y los índices a las condiciones concretas de las *unidades de análisis* que van a estudiarse (ya sean fincas, cuencas, microrregiones, distritos, cantones, actividades agropecuarias, etc.) y a las *dimensiones de análisis* seleccionadas. Los indicadores e índices deberán considerar, por ejemplo, las actividades productivas existentes o las condiciones topográficas, climáticas y ambientales.

Cuando se diseñan y aplican metodologías de medición no se pueden ignorar las condiciones concretas de las *unidades de análisis*. Los ajustes, correcciones y adaptaciones son indispensables cuando se trabaja con indicadores e índices.

El índice utilizado en el estudio recibió el nombre de *Índice Aproximado de Sostenibilidad para las Fincas de una Microrregión* (IASOFIMICRO).

### Dimensiones de análisis

Sepúlveda (2002) considera *dimensiones de análisis* las diversas facetas contenidas en la concepción amplia de sostenibilidad (ambientales, sociales, económicas, políticas, culturales, institucionales). Si bien es cierto lo recomendable es seleccionar indicadores provenientes de varias dimensiones de análisis, no siempre esto es factible, lo que obliga al investigador a concentrarse en un solo aspecto (como lo ambiental, lo social o lo económico) y derivar de él las dimensiones de análisis que mejor se ajusten a sus objetivos (Sepúlveda, 2002).

Las dimensiones de análisis escogidas deben ser altamente significativas para evaluar la sostenibilidad ambiental. También debe tomarse en cuenta el que esas dimensiones de análisis (y los indicadores que la expresan) hayan sido empleadas en metodologías y trabajos previos, lo cual confirma tanto su validación como su relevancia en el estudio de los niveles de sostenibilidad (o insostenibilidad) de las unidades de análisis que se hayan seleccionado (fincas, microcuencas, microrregiones, cuencas) (Altieri y Nicholls, 2002; Méndez y Gliessman, 2002).

Para el estudio se escogieron como *dimensiones de análisis* los *forestales*, los *suelos* y el *control de plagas* y enfermedades.

### Unidad de análisis. Las fincas

La *unidad de análisis* “es la unidad espacial o espacio territorial en el cual se realiza el análisis y evaluación de su desarrollo sostenible” (Sepúlveda *et al.* 2002: 18). La unidad de análisis la escoge el investigador según los objetivos que persiga, pudiendo estar constituida por fincas, microcuencas, subcuencas, cuencas, distritos, cantones, etc. (Sepúlveda, 2002; Sepúlveda *et al.* 2002). Para los fines del presente estudio, la *unidad de análisis* seleccionada fue la *finca*.

La conceptualización de finca utilizada en la presente investigación fue elaborada con base en los aportes de Fernández (1989), Chayanov (1990), Núñez (1990), Ortega (1990) y Tepicht (1990) sobre las características del capitalismo agrario en general y de la producción campesina en particular. Para Fernández (1989), Núñez (199) y Ortega (1990), el mejor parámetro para conocer el grado de capitalización de las explotaciones agropecuarias es la racionalización del proceso productivo, el creciente nivel tecnológico y el grado de integración al mercado, tanto para colocar la producción como para obtener de él los insumos requeridos. A medida que se profundiza la dependencia del mercado,

disminuye la proporción de la producción dedicada al autoconsumo familiar (Fernández, 1989; Tepicht, 1990).

Un elemento básico de las explotaciones agropecuarias en un contexto como el costarricense es la propiedad privada de los medios de producción, aunque dependiendo de los contextos sociopolíticos existen otras formas de propiedad (ya sean cooperativas, comunales o estatales) (Fernández, 1989; Chayanov, 1990; Núñez, 1990).

Consecuentemente, para el estudio la *finca* fue conceptualizada como las explotaciones agropecuarias, generalmente de propiedad privada, cuyo propósito es la ganancia o la supervivencia, y que colocan su producción en el mercado, que es lo más frecuente, o la dedican al consumo familiar, ya sea parcial o íntegramente.

## Metodología

### Muestra

La investigación se realizó asumiendo como unidad espacial de análisis la microrregión Platanar-La Vieja, perteneciente a la cuenca del río San Carlos, Costa Rica.

La investigación partió de estudios previos de Rodríguez (2002), Araya (2004), Arroyo y Gutiérrez (2004) y Chaves *et al.* (2004), quienes confirman que en dicha microrregión las principales actividades agropecuarias son la ganadería lechera, la caña de azúcar y la horticultura.

El universo en estudio estuvo constituido por 442 fincas: 249 lecheras, 141 cañeras y 52 hortícolas.

Para obtener el tamaño deseado de la muestra, se usó el programa computacional STATS, versión 11, 1998 (contenido en Hernández *et al.* 1999). Por las características del universo, la muestra debía ser estratificada. El programa STATS citado determinó que era necesario tomar una muestra de 144 fincas, las cuales se distribuyeron proporcionalmente entre los tres “estratos” o actividades agropecuarias:

*Para el estudio se escogieron como dimensiones de análisis los forestales, los suelos y el control de plagas y enfermedades.*

ganadería lechera, caña de azúcar y hortalizas. De esta manera, la muestra quedó constituida por 80 fincas lecheras, 47 cañeras y 17 de hortalizas.

Todas las fincas fueron numeradas y del programa informático de cálculos aleatorios STATS, versión 11, 1998 se sacaron series aleatorias para cada una de las actividades económicas. Así se obtuvo la lista definitiva de las fincas por encuestar. El nivel de confianza de la muestra es del 95%.

## Técnicas de investigación utilizadas

### Cuestionario

Para recolectar la información, se elaboró un cuestionario con 63 preguntas cerradas. Para validarlo se tomaron al azar 10 fincas de la microrregión en estudio (cinco de leche, tres de caña y dos de hortalizas). Una vez corregido y validado, se aplicó en las fincas de la muestra escogida. La información recolectada fue procesada y ordenada en programas *Excel* de *Microsoft Office*, 2003 y *SPSS*, versión 11 para *Windows*, 2004.

### Criterio de experto

El criterio de experto es una técnica muy difundida en la investigación social y constituye un medio expedito y valioso para obtener información sobre las temáticas que se desean abordar. Por sus conocimientos y experiencia, los expertos sintetizan información útil para los investigadores (Niederland *et al.* 1986). Los expertos suelen ser profesionales o investigadores con información amplia y pertinente sobre los temas en estudio y son seleccionados de acuerdo con los fines de la investigación (Lester, 1993).

Asumiendo los criterios de Niederland *et al.* (1986) y Lester (1993), quienes refieren que es recomendable diversificar las fuentes de información cuando se emplea esta técnica de investigación, y que el número de expertos depende de los objetivos que se persigan, considerando

este entre cinco y siete como adecuados, para el estudio se tomó el mayor (siete), cumpliendo el equipo de expertos con los siguientes requisitos: ser profesionales en Agronomía; tener como mínimo quince años de ejercicio profesional; contar al menos con el título académico de maestría; tener experiencia profesional de campo; haber participado en proyectos de investigación y extensión, especialmente en agricultura sostenible y haber realizado publicaciones (documentos técnicos; materiales didácticos, artículos científicos o divulgativos; ponencias en congresos; libros).

Las tareas realizadas por los expertos para el estudio fueron las siguientes:

- Seleccionar las dimensiones de análisis del IASOFIMICRO.
- Escoger los indicadores de cada una de las dimensiones de análisis del IASOFIMICRO.
- Otorgar el puntaje correspondiente a los indicadores según dimensión de análisis.
- Otorgar el puntaje correspondiente a las dimensiones de análisis del IASOFIMICRO.
- Otorgar el puntaje para definir los distintos rangos del aporte de las fincas a la sostenibilidad (alto, medio, bajo).

El equipo de expertos seleccionó *el manejo forestal, de los suelos y de las plagas y enfermedades* como dimensiones de análisis altamente significativas para evaluar la sostenibilidad de una finca. La información suministrada por los expertos fue procesada en programas *SPSS* versión 11 para *Windows*, 2004 y *Excel* de *Microsoft Office*, 2003.

En el cuadro 1 se muestra la selección de indicadores hecha por el equipo de expertos para la dimensión suelos, más el puntaje según su aporte a la sostenibilidad (bajo, medio, alto) por cada indicador y para el conjunto de la dimensión de análisis suelo.

*Para recolectar la información, se elaboró un cuestionario con 63 preguntas cerradas. Para validarlo se tomaron al azar 10 fincas de la microrregión en estudio (cinco de leche, tres de caña y dos de hortalizas). Una vez corregido y validado, se aplicó en las fincas de la muestra escogida.*

Cuadro 1. Indicadores de la dimensión de análisis control de plagas y enfermedades y sus puntajes, rangos del aporte de estos a la sostenibilidad de las fincas y subtotal para la dimensión control de plagas y enfermedades según el criterio de los expertos

Indicadores	Puntaje otorgado por el equipo de expertos	Aporte a la sostenibilidad		
		Puntaje Bajo	Medio	Alto
<b>Tipo de control de plagas</b>		<b>0,50</b>	<b>0,50&gt;&lt;5,60</b>	<b>5,60</b>
Solo biológicos, etológicos y botánicos	7,53			
Solo físicos	0,79			
Solo prácticas culturales de control	5,44			
Combinación de los controles anteriores	7,53			
Mixto (químicos y alguna de las otras)	2,71			
Solo químicos	0,43			
<b>Criterios para emplear los químicos</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00&gt;&lt;1,36</b>	<b>1,36</b>
Dosis recomendada por técnicos	1,36			
Según el monitoreo que se haga	1,36			
Solo cuando es necesario	1,36			
Según clima y época	1,36			
Por costumbre	0,00			
<b>Lugar utilizado para limpiar equipos de fumigación</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00&gt;&lt;0,29</b>	<b>0,29</b>
Tanque o fosa especial	0,29			
En el lugar de siembra	0,00			
Cercanías de la casa	0,00			
Río arroyo o acequia	0,00			
<b>Origen de los ingredientes botánicos o naturales empleados en la finca</b>		<b>1,25</b>	<b>1,25&gt;&lt;2,35</b>	<b>2,35</b>
Casero dentro de la finca	3,36			
Casero fuera de la finca	2,00			
Industrial o fabricado	1,00			
<b>Subtotal Dimensión control de plagas</b>	<b>22</b>	<b>≤1,75</b>	<b>1,75&gt;&lt;9,6</b>	<b>≥9,6</b>

Fuente: Rodríguez, 2006.

### Análisis estadístico

Para establecer la existencia de diferencias significativas entre los promedios ponderados de las actividades económicas consideradas en la presente investigación (ganadería de leche, caña de azúcar y horticultura), se realizaron ensayos con pruebas de hipótesis. Posteriormente, se procedió de forma similar con las *dimensiones de análisis* de cada actividad. Todas las pruebas se hicieron utilizando un nivel de significancia del 0,05.

En la mayoría de los casos se usó la distribución normal, excepto para aquellos en que las muestras fueron menores a 30 (como fue el caso de la actividad hortícola). Se quería tener muestras inferiores a 30 fincas

para aplicar válidamente la distribución *t – student* (Lind *et al.* 2000).

Se hicieron comparaciones de medias poblacionales con muestras grandes para el caso de la ganadería de leche y de la caña de azúcar. Para el caso de la horticultura, al manejarse una muestra de 17 casos, se hizo necesario proceder de modo diferente al establecer comparaciones con las actividades lechera y cañera: del total de fincas lecheras y cañeras se tomaron muestra aleatorias (respectivamente 30 y 22), lo que condujo a diferencias mínimas en los puntajes promedios y las desviaciones estándares iniciales en relación con la nueva muestra.

## Resultados y discusión

### Tipos de control de plagas y enfermedades

En el cuadro 2 se presentan los resultados de este indicador por actividad agropecuaria, comprobándose que la mayoría de las fincas lecheras emplea controles químicos sintéticos para combatir las plagas y enfermedades (96,1%), ya fuese que *utilizaran exclusivamente* controles químicos sintéticos (22,5%), o que combinaran los controles químicos sintéticos con otras formas de control (73,6%).

Se pone de manifiesto que en las fincas cañeras y hortícolas son relativamente bajos los porcentajes que utilizan los químicos sintéticos para controlar las plagas y enfermedades, ya sea de modo exclusivo o en combinación con otras formas de control, donde predominan los controles denominados *naturales* (biológicos, etológicos, botánicos o culturales y sus diversas combinaciones).

Considerando estudios anteriores realizados en la microrregión Platanar-La Vieja y referenciados por Rodríguez (2002), Araya *et al.* (2003), Araya (2004), Chaves *et al.* (2004) y DIECA (2004), se puede afirmar que desde 1995 ha venido disminuyendo en

la microrregión Platanar-La Vieja el número de fincas que utilizan plaguicidas sintéticos como medio exclusivo de controlar las plagas, así como la cantidad de estos, aumentando la tendencia al empleo de los controles alternos a los plaguicidas sintéticos (biológicos, etológicos, botánicos y culturales) y por consiguiente su contribución positiva hacia la sostenibilidad de la microrregión objeto de estudio.

Para el 30% de las fincas cañeras, no fue posible obtener información sobre el tipo de control de plagas que utilizaban. Como en estos casos no era posible otorgar puntos, la ausencia de datos en este indicador tan importante se constituye en un factor que afectó la distribución final de las fincas cañeras según su aporte a la sostenibilidad, tal y como se verá más adelante al describir el cuadro 3.

Altieri (2001) y McGinn (2002) refieren que desde mediados del siglo XX los plaguicidas sintéticos se constituyeron en la forma más extendida de combatir las plagas que afectan las actividades agropecuarias. En Costa Rica, de acuerdo con lo reportado por Astorga *et al.* (2000) y el *Estado de la Nación* (2000) en las dos últimas décadas del siglo XX y los primeros años del siglo XXI se

**Cuadro 2.** Tipo de control de plagas y enfermedades utilizado en las fincas, por actividad agropecuaria y microrregión Platanar-La Vieja

Tipo de control de plagas	Leche		Caña		Hortalizas		Microrregión	
	A	R	A	R	A	R	A	R
Biológicos, etológicos, botánicos	1	1,3	5	10,6	3	17,7	9	6,3
Prácticas culturales	-	-	17	36,2	4	23,5	21	14,6
Combinación controles anteriores	1	1,3	5	10,6	6	35,3	12	8,3
Mixto (químicos sintéticos y cualquiera de los restantes)	59	73,6	1	2,1	2	11,7	62	43,0
Solo químicos sintéticos	18	22,5	5	10,6	1	5,9	24	16,7
No sabe / No responde	1	1,3	14	29,9	1	5,9	16	11,1
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100,0</b>	<b>47</b>	<b>100,0</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>	<b>144</b>	<b>100,0</b>

A=Absoluto, R=Relativo  
Fuente: Rodríguez, 2006.

*En zonas tan lluviosas como la microrregión Platanar-La Vieja, dicha persistencia aumenta las posibilidades de que las escorrentías conduzcan los residuos químicos hasta las aguas superficiales o subterráneas, con el consiguiente riesgo de contaminación y sus efectos sobre los ecosistemas acuáticos y las poblaciones humanas.*

incrementó la importación de plaguicidas sintéticos (o de los ingredientes activos), aplicados principalmente en actividades de exportación como el banano, el café, la piña, el melón y las plantas ornamentales, aunque esta tendencia ha empezado a invertirse luego del 2002, según lo señalado por el *Estado de la Nación* (2003), tendencia que corresponde con lo encontrado en la microrregión estudiada en años recientes.

Según Bifani (1997) y Espluga (2001), la llamada *modernización agrícola* cambió radicalmente los principios ecológicos que caracterizaban la agricultura tradicional, favoreciendo aspectos como los cultivos intensivos, la producción especializada, las grandes explotaciones, el monocultivo, la mecanización a gran escala y los plaguicidas y fertilizantes sintéticos. La consecuencia de todo ello, de acuerdo con lo expuesto por Altieri (2001) y Gliessman (2002), es un sistema artificial que necesita de una permanente intervención humana bajo la forma de agroquímicos sintéticos, que si bien es cierto mejoran temporalmente los rendimientos, dan como resultado altos costos ambientales, económicos y sociales.

El desequilibrio ecológico provocado por el monocultivo (que es ampliamente predominante en la microrregión Platanar-La Vieja, sobre todo en las fincas cañeras y lecheras) y el exceso en la aplicación de agroquímicos sintéticos ha dado por resultado, según lo indican Bifani (1997) y Antón (1999), un gran aumento de plagas y enfermedades, casi siempre combatidas aumentando la cantidad de pesticidas o introduciendo químicos más tóxicos.

El uso de plaguicidas sintéticos vuelve las plagas resistentes a los plaguicidas, según lo indicado por Espluga (2001) y Gliessman (2002). Los químicos sintéticos han contaminado los productos, el suelo, las aguas superficiales y hasta los acuíferos, según lo confirman los estudios de Reynolds y Fraile (2002), Solano (2002) y Romero *et al.* (2005) para Costa Rica, y han eliminado frecuentemente los controladores naturales

de las plagas, como lo reportan Bifani (1997) y Gold (1998).

Boyce *et al.* (1994) y McGinn (2002) expresan que hay plaguicidas cuya toxicidad persiste en el medio ambiente durante varios años, algunos de los cuales se aplican en la microrregión Platanar-La Vieja y en otros lugares de la cuenca del río San Carlos, según lo reporta el trabajo de Chaves *et al.* (2004).

En zonas tan lluviosas como la microrregión Platanar-La Vieja, dicha persistencia aumenta las posibilidades de que las escorrentías conduzcan los residuos químicos hasta las aguas superficiales o subterráneas, con el consiguiente riesgo de contaminación y sus efectos sobre los ecosistemas acuáticos y las poblaciones humanas.

Debido a lo anterior, algunas empresas han desarrollado químicos sintéticos cuya toxicidad es más pasajera. Sin embargo, estos productos, que también se usan en la microrregión estudiada y en la cuenca del río San Carlos como lo reporta el estudio de Chaves *et al.* (2004), poseen, según Nebel y Wright (1999), varios inconvenientes, entre ellos: son muy tóxicos y sus efectos pueden empeorar cuando se dan aplicaciones frecuentes; tienen consecuencias ambientales en el largo plazo; afectan a los insectos benígnos y crean resistencias en las plagas.

De acuerdo con lo expresado por McGinn (2000, 2002) con el tiempo los efectos de los químicos sobre la agricultura han sido negativos para los distintos ecosistemas, como los suelos, los hídricos y la biodiversidad. Por su parte, Odum y Sarmiento (2000) y Altieri (2001) señalan que el equilibrio de los procesos ecológicos del suelo es trastocado por los plaguicidas sintéticos, al tiempo que decrece el nivel de la materia orgánica y disminuye su capacidad para retener humedad, añadiendo que los cambios en la textura del suelo influidos por los plaguicidas sintéticos acarrear consecuencias nocivas, como la pérdida de humus, sequedad y esterilidad, erosión eólica e hídrica, entre otras.

*Recapitulando: los datos del estudio reflejan que para las fincas de la microrregión Platanar-La Vieja existe en los últimos años una tendencia a disminuir el uso de plaguicidas sintéticos, al menos en el sector agrícola, porque en el pecuario los químicos siguen predominando ampliamente.*

De acuerdo con Sutton y Harmon (2000), muchos de los compuestos químicos usados en la agricultura resultan extraños para los ecosistemas y los organismos que los habitan; de aquí la dificultad de los ecosistemas para asimilarlos, dispersarlos o degradarlos. Los mismos autores indican que la mayoría de los químicos sintéticos actuales son nuevos para los sistemas biológicos, y a estos les resulta difícil degradarlos. Sutton y Harmon (2000) y Romero *et al.* (2005) afirman que cuando las concentraciones de plaguicidas sintéticos son muy altas, se pueden convertir en venenosos, pues los sistemas naturales así afectados no pueden diluirlos adecuadamente o dispersarlos.

Antes las consecuencias ambientales de los plaguicidas sintéticos, autores como Romero (1998), Sarah (1998), Nebel y Wright (1999) y Gliessman (2002) reportan que en los últimos años se vienen impulsando e implementando medios alternos de combatir las plagas, como los *controles etológicos* (feromonas, atrayentes con propiedades alimenticias, repelentes bioquímicos, trampas de luz, por citar algunos); los *controles biológicos naturales* (como microbios patógenos, depredadores, entre otros) y *formulados* (el *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria*, *Metharrizium*, *Trichoderma*, son ejemplos de algunos de ellos); las *prácticas culturales* (redes o mallas, sonidos o ultrasonidos, arado y rastreado para exponer los insectos, quiebra de plantas, chapeas, cortes de ciclos, recolección de frutos dañados, entre otras) o los *insecticidas de origen natural* que no sean perjudiciales para el medio ambiente.

Según Gliessman, una ventaja de los controles biológicos es que son renovables, están disponibles y pueden ser controlados localmente; además, raras veces dañan el ambiente y mejoran los aspectos ecológicos de los agroecosistemas, ventajas que aún no aprovechan muchas fincas en la microrregión estudiada.

En la cuenca del río San Carlos, incluyendo áreas de la microrregión Platanar-La Vieja, se

han realizado experimentos utilizando cinco biocontroladores de plagas con resultados positivos: se logró entre el 20% y el 100% de control de la plaga meta, según lo reporta el trabajo de Araya *et al.* (2003).

Recapitulando: los datos del estudio reflejan que para las fincas de la microrregión Platanar-La Vieja existe en los últimos años una tendencia a disminuir el uso de plaguicidas sintéticos, al menos en el sector agrícola, porque en el pecuario los químicos siguen predominando ampliamente. Es aquí donde deben concentrarse los esfuerzos tendientes a sustituir el uso de químicos sintéticos por otros medios de control ambientalmente menos negativos. La investigación científica es fundamental para cumplir con este propósito.

Dicha tendencia merece monitorearse para verificar si se consolida o si, por el contrario, los plaguicidas sintéticos recobran su anterior gravitación. De aquí la importancia de índices como el IASOFIMICRO propuesto en este trabajo, que al permitir observar tendencias que se acerquen o se alejen de determinados niveles de sostenibilidad, facilitan las correcciones necesarias en las dimensiones de análisis seleccionadas.

### **Criterios para aplicar plaguicidas**

En términos generales, puede decirse que el uso de plaguicidas es racional y prudente, a juzgar por los *criterios* emitidos por quienes los aplicaban (gráfico 1).

En las fincas lecheras quienes manifestaron que los aplicaban *solo cuando era estrictamente necesario* constituyeron el 71,3%; en las fincas hortícolas ese porcentaje fue del 35,3% y 4,3% en las cañeras.

En la categoría a la que el panel de expertos le otorgó el puntaje más bajo (*por costumbre*) no hubo fincas cañeras ni hortícolas, lo cual es congruente con el menor uso que de los plaguicidas sintéticos se hace en estas dos actividades, según lo visto en la sección 5.1, pero sí se hallaba el 10,0% de las fincas lecheras.

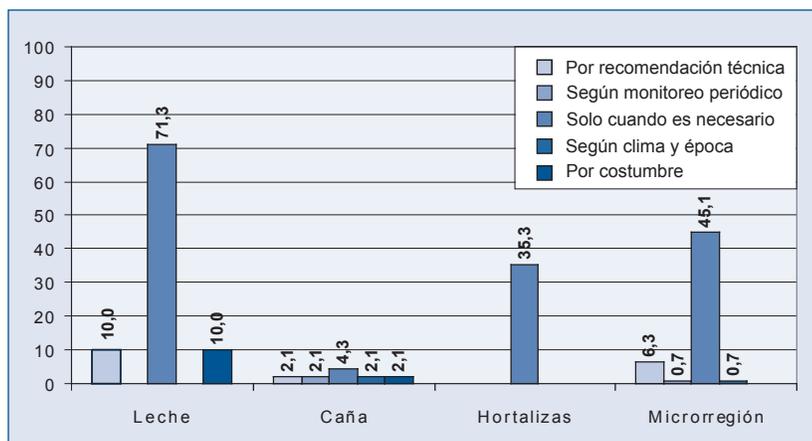


Gráfico 1. Criterios para usar los plaguicidas químicos sintéticos en las fincas, por actividad agropecuaria y microrregión Platanar-La Vieja

Fuente: Rodríguez, 2006.

### Lugar de limpiado de los equipos de fumigar plaguicidas químicos sintéticos

En este indicador, cuyos resultados se presentan en el cuadro 3, el único lugar con puntaje era al *tanque o fosa especial*; todos los restantes sitios carecían de puntaje, pues implicaban dejar los residuos en el suelo, con el riesgo de que las escorrentías los desplazaran a otros lugares, afectando más suelos y pudiendo llegar a los cuerpos de agua superficiales e, incluso, infiltrarse

hasta las aguas subterráneas, de acuerdo con lo expuesto, entre otros, por los estudios de Astorga y Coto (1996), Reynolds (1996) y Reynolds *et al.* (1997).

Debe aclararse que en el caso de las fincas lecheras de la microrregión Platanar-La Vieja los tratamientos químicos al ganado se realizan en las lecherías, por lo que se decidió incluirlas en la categoría *En el lugar de siembra*. Como se aprecia en el cuadro 2, en las tres actividades estudiadas fueron muy bajos los porcentajes de fincas que utilizaban *tanques o fosas especiales* para depositar los residuos de los químicos sintéticos.

El 93,6% de las fincas lecheras limpiaban los equipos de aplicar químicos sintéticos, *en el lugar de siembra*. Lo mismo hacía el 11,8% de las fincas de hortalizas. En la microrregión Platanar-La Vieja, lo mismo que en el resto de las fincas lecheras de la cuenca del río San Carlos, las vaquerías se edifican frecuentemente junto a los ríos o cerca de ellos, lo cual puede facilitar la llegada de los residuos químicos al momento de hacer la limpieza o cuando esos residuos son conducidos por las escorrentías, según lo expuesto en los trabajos de Chaves y Araya (2005) y Paniagua (2006), para quienes dicha cercanía también expone los cuerpos

Cuadro 3. Lugares de las fincas donde se limpian los equipos de fumigar plaguicidas, por actividad agropecuaria y Microrregión Platanar-La Vieja

Lugar de limpiado	Actividad agropecuaria y Microrregión Platanar-La Vieja							
	Leche		Caña		Hortalizas		Microrregión	
	A	R	A	R	A	R	A	R
Tanque o fosa especial	1	1,3	1	2,1	1	5,9	3	2,1
Lugar de siembra	75	93,6	1	2,1	2	11,8	78	54,1
Cercanías de la casa	1	1,3	4	8,5	-	-	5	3,5
Río o arroyo	-	-	-	-	-	-	-	-
No usaban químicos sintéticos	2	2,5	27	57,4	13	76,4	42	29,2
No sabe / No responde	1	1,3	14	29,8	1	5,9	16	11,1
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100,0</b>	<b>47</b>	<b>100,0</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>	<b>144</b>	<b>100,0</b>

A=Absoluto, R=Relativo  
Fuente: Rodríguez, 2006.

de agua superficiales a la contaminación que proveniente de las orinas y excretas del ganado, criterio que, asimismo, vierte un estudio realizado por CAPLE (2004) en varias fincas lechera de la microrregión Platanar-La Vieja.

Por eso, aunque los equipos o materiales de aplicar químicos sintéticos no se limpian en los ríos, siempre existe el riesgo de su contaminación debido a la cercanía de las vaquerías a los cauces.

En la categoría *cercanías de las casas* solo debe destacarse el porcentaje, aunque sea bajo, de las fincas cañeras (8,5%). No hubo casos en las fincas hortícolas y en las lecheras el porcentaje fue insignificante.

Los datos anteriores indican que en la mayor parte de las fincas lecheras de la microrregión Platanar-La Vieja, y en porcentajes más reducidos de las fincas cañeras y hortícolas, los residuos de los químicos sintéticos quedan en el medio ambiente y no son correctamente manejados, aunque es verdad que ha disminuido el porcentaje de fincas que emplean dichos químicos.

## Origen de los pesticidas botánicos

En la abundante literatura sobre la gestión sostenible de las actividades agropecuarias se insiste frecuentemente en la importancia que tiene el *uso de materiales y recursos internos de las fincas*. Naredo (1994), Odum y Sarmiento (2000) y Gliessman (2002), entre otros, señalan que la reutilización y reciclaje de materiales deben emplearse como insumos productivos o como fuentes energéticas. Entre los efectos positivos de estas acciones, están la menor generación de residuos, la disminución de la contaminación, la baja en los costos de producción y el uso más eficiente de los recursos internos de las fincas.

El *origen de los pesticidas botánicos* es un indicador que plasma parcialmente esta reutilización de los recursos y residuos internos de las fincas. El gráfico 2, pone en evidencia que solamente en las fincas hortícolas se empleaban *pesticidas botánicos*, y que en la mayoría el material para elaborarlos provenía de las propias fincas (*caseros*).

Aunque los resultados del presente estudio muestran que en la microrregión Platanar-La

*Los datos anteriores indican que en la mayor parte de las fincas lecheras de la microrregión Platanar-La Vieja, y en porcentajes más reducidos de las fincas cañeras y hortícolas, los residuos de los químicos sintéticos quedan en el medio ambiente y no son correctamente manejados, aunque es verdad que ha disminuido el porcentaje de fincas que emplean dichos químicos.*

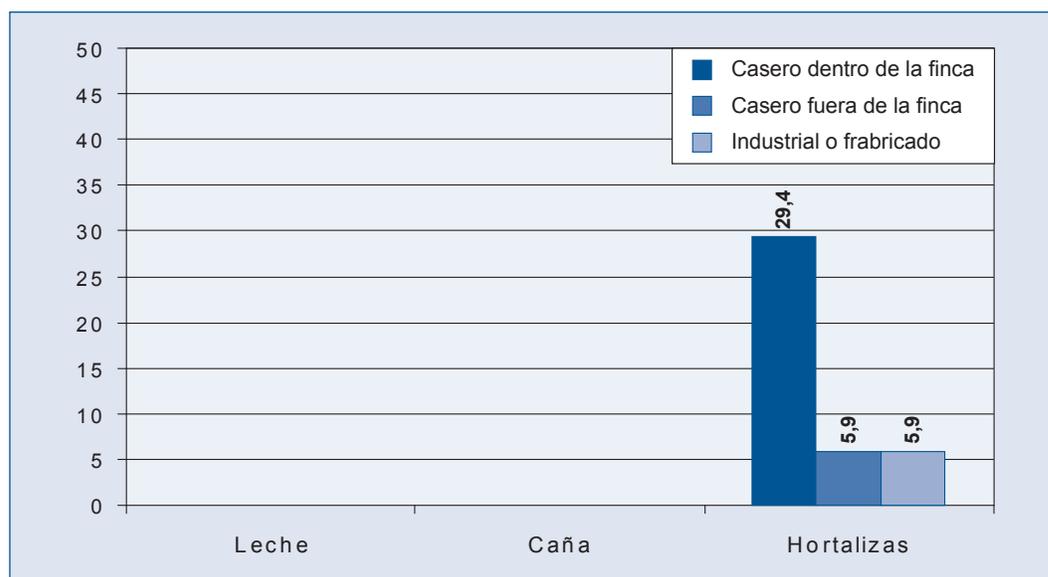


Gráfico 2. Tipo y origen de los ingredientes botánicos o naturales usados en las fincas, por actividad agropecuaria y microrregión Platanar-La Vieja

Fuente: Rodríguez, 2006.

Vieja aumenta el porcentaje de fincas que vienen sustituyendo los controles químicos sintéticos para combatir las plagas –confirmando así los resultados obtenidos por Rodríguez (2002), Araya (2004) y Chaves *et al* (2004)– el uso de pesticidas de origen natural está muy poco extendido y se concentra, fundamentalmente, en las fincas hortícolas. En consecuencia, la mayoría de fincas estudiadas, especialmente las lecheras y cañeras, utilizan poco sus recursos internos para elaborar pesticidas naturales.

La distribución de las fincas por actividad agropecuaria y según su aporte a la sostenibilidad en la dimensión de análisis Control de Plagas pueden observarse en el cuadro 3.

El primer aspecto por destacar es el alto porcentaje de fincas hortícolas que se ubicó en el nivel de *aporte alto* a la sostenibilidad (41,2%), lo cual se debió en buena medida al porcentaje de fincas que aplicaban controles alternos a los químicos sintéticos, indicador que recibió altos puntajes por el panel de expertos. El 10,7% de las fincas cañeras se situó en este nivel, mientras que el porcentaje de fincas lecheras fue insignificante.

Al igual que en las otras dimensiones de análisis consideradas en la investigación

(forestal y suelo), en la dimensión control de plagas y enfermedades el mayor porcentaje de fincas en las tres actividades agropecuarias se ubicó en el *nivel medio* de aporte a la sostenibilidad, siendo el porcentaje más elevado el de la ganadería de leche (90,0%).

En el nivel de *aporte bajo* a la sostenibilidad aparece el 8,8% de las fincas lecheras y el 31,9% de las cañeras. Este resultado parece contradecir la discusión que se hizo de los indicadores de esta dimensión de análisis. Sin embargo, como se indicara al discutir los resultados del cuadro 1, sección 5.1, este desempeño de la actividad cañera debe atribuirse en buena medida al apreciable porcentaje de fincas (casi el 30,0%) cuyos dueños o administradores no contestaron la pregunta sobre los *tipos de control de plagas* que emplean. Como no era posible atribuir puntaje en tales casos, el aporte de las fincas cañeras a la sostenibilidad seguramente se vio perjudicado.

La comparación entre los promedios ponderados obtenidos en la dimensión de análisis control de plagas y enfermedades ayuda a precisar el desempeño de las actividades agropecuarias seleccionadas para este trabajo (gráfico 3). Mientras el promedio ponderado de las fincas hortícolas (9,15%) se halla muy cerca del nivel de aporte alto a la sostenibilidad, los promedios

**Cuadro 3.** Distribución de las fincas por actividad agropecuaria y según nivel de sostenibilidad. Dimensión de análisis Control de Plagas

Aporte a la sostenibilidad	Leche		Caña		Hortalizas		Total	
	A	R	A	R	A	R	A	R
Alto	1	1,2	5	10,7	7	41,2	13	9,0
Medio	72	90,0	27	57,4	10	58,8	109	75,7
Bajo	7	8,8	15	31,9	-	-	22	15,3
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100,0</b>	<b>47</b>	<b>100,0</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>	<b>144</b>	<b>100,0</b>

A=Absoluto, R=Relativo  
Fuente: Rodríguez, 2006.

de las actividades cañera (4,45%) y, sobre todo, lechera (3,5%) los ubican cerca del nivel de aporte bajo a la sostenibilidad, aunque siempre manteniéndose en el nivel medio de tributo a la sostenibilidad.

En esta dimensión de análisis las diferencias entre la actividad hortícola y las dos restantes (ganadería de leche y caña de azúcar) fueron estadísticamente significativas.

## Conclusiones

El conjunto de indicadores denominado *Índice aproximado de sostenibilidad en las fincas de una microrregión* (IASOFIMICRO) permite evaluar los niveles de contribución a la sostenibilidad de las fincas y de algunas de las principales actividades agropecuarias (ganadería lechera, caña de azúcar, hortalizas) que se desarrollan en la microrregión Platanar-La Vieja para la dimensión de análisis control de plagas y enfermedades.

De acuerdo con la información brindada por el IASOFIMICRO, para la microrregión Platanar-La Vieja la contribución integral a la sostenibilidad de las fincas lecheras, cañeras y hortícolas en la dimensión de análisis control de plagas y enfermedades puede calificarse de media, teniendo la actividad hortícola el mayor puntaje y la ganadería de leche el menor. Las diferencias entre las fincas hortícolas y las dos restantes (ganadería lechera y caña de azúcar) fueron estadísticamente significativas.

El uso del IASOFIMICRO es accesible y facilita el monitoreo de las actividades agropecuarias que se realizan en el área objeto de estudio en la dimensión de análisis control de plagas y enfermedades (así como en las otras dos que fueron seleccionadas: forestal y suelo), permitiendo así corregir y orientar oportunamente las medidas necesarias para elevar la sostenibilidad en la microrregión Platanar-La Vieja y en la cuenca del río San Carlos.

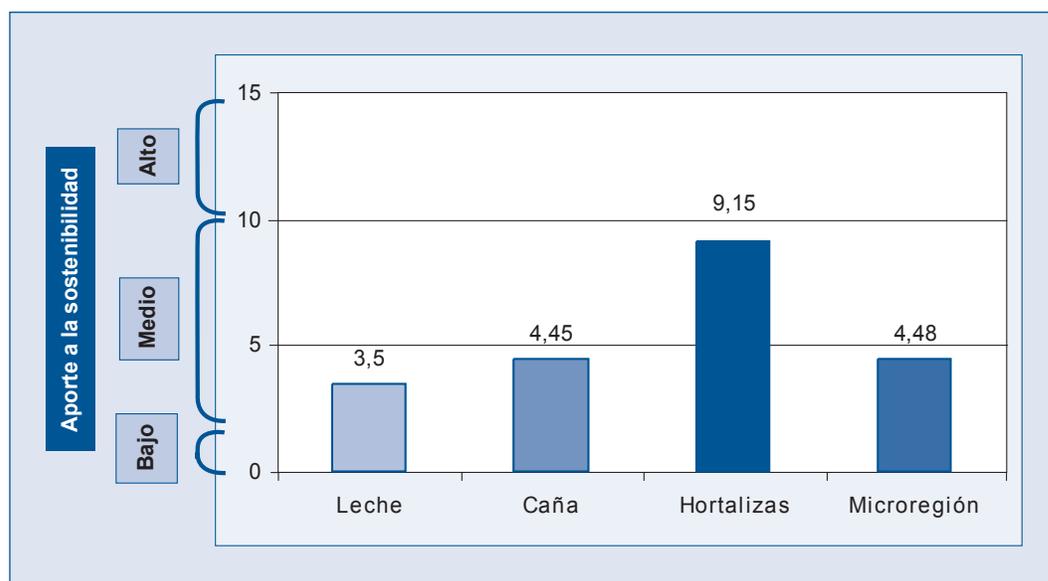


Gráfico 3. Nivel de sostenibilidad de las fincas por promedio ponderado, según actividad agropecuaria y microrregión Platanar-La Vieja. Dimensión de Análisis Control de Plagas

Fuente: Rodríguez, 2006.

## Bibliografía

- Altieri, Miguel. 2001. "Biotecnología Agrícola: Mitos, Riesgos Ambientales y Alternativas". En: *Ecología Política* (España): 21, 15-42.
- Altieri, Miguel y Nicholls, Clara Inés. 2002. "Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales". En: *Manejo integrado de plagas y Agroecología* (Costa Rica): 64, 17-24.
- Antón, Danilo. 1999. "Diversidad, globalización y la sabiduría de la Naturaleza". Montevideo, CIID/Piriguazú Ediciones.
- Araya, Rolando *et al.* 2003. "Efectividad de varios biocontroladores en el control de plagas en la Zona Norte de Costa Rica". En: *Tecnología en Marcha* (Costa Rica): 16,1: 92-100.
- Araya, Álvaro. 2004. *Características y desarrollo de la actividad cañera en la Región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, Costa Rica, Dirección de Investigación y Extensión en Caña (DIECA), Dirección San Carlos.
- Arroyo, Giovanni y Gutiérrez, Milton. 2004. *Diagnóstico caracterización de Fincas Lecheras en Costa Rica*. Ciudad Quesada, Dos Pinos.
- Astorga, Allan *et al.* 2000. *Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental. Componente Costa Rica*. San José, FUDEU.
- Astorga, Yamileth y Coto, Juana. 1996. "Situación de los recursos hídricos en Costa Rica". En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Utilización y manejo sostenible de los recursos hídricos*. Heredia, Costa Rica, EFUNA, 127-132 pp.
- Bifani, Paolo. 1997. *Medio Ambiente y Desarrollo* (2.da edición). Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Boyce, James *et al.* 1994. *Café y Desarrollo Sostenible: del cultivo agroquímico a la producción orgánica en Costa Rica*. Heredia, EFUNA.
- Centro de Análisis de la Producción Lechera (CAPLE). 2004. *Visión sobre el Manejo de Desechos* (mimeógrafo). Ciudad Quesada, CAPLE.
- Chaves, Adolfo y Araya, Fredy. 2005. "Efectos de la actividad humana en la cuenca del río San Carlos". *Tecnología en marcha* (Costa Rica): 18, 2: 9-14.
- Chaves, Adolfo *et al.* 2004. *Valoración de la condición del recurso hídrico de la cuenca del río San Carlos y sus efectos en la calidad de vida en la Región Huetar Norte, Costa Rica*. Informe Final Proyecto de Investigación. Santa Clara, San Carlos, ITCR, Sede Regional San Carlos, Escuela de Ciencias y Letras.
- Chayanov, Alexander. 1990. "Sobre la teoría de los sistemas económicos no capitalistas". En: Núñez, Orlando (compilador): *Lo agrario. Teoría y Métodos*. San José, CSUCA, 147-180 pp.
- DIECA. 2004. *Productores de la Zona de San Carlos. Plagas Periodo 2003-2004*. Ciudad Quesada, DIECA, Dirección San Carlos.
- Dourojeanni, Axel. 1997. "Procedimientos de gestión para el Desarrollo Sustentable. (Aplicados a microrregiones y cuencas)". En: Sepúlveda, Sergio y Edwards, Richard (Comp.): *Desarrollo Sostenible. Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Rural*. San José, IICA, 113- 148 pp.
- Espluga, Josep. 2001. "Percepción del riesgo y uso de pesticidas en la agricultura (o el caso de los agricultores envenenados)". En: *Ecología Política* (España): 22, 17-30.
- Fernández, Mario. 1989. "Desarrollo Capitalista y Reproducción Campesina: Algunas precisiones teóricas y metodológicas". En: Fernández, Óscar (Compilador): *Sociología. Teoría y Métodos*. San José, EDUCA, 47-94 pp.
- Fürst, Édgar. 1997. "El debate actual sobre indicadores de sostenibilidad". En: Fernández, Álvaro (Coordinador): *Indicadores de Desarrollo Sostenible*. San José, MIDEPLAN/ SINADES, Heredia, Costa Rica, 85-126 pp.
- Gliessman, Stephen. 2002. *Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Gold, Clifford. 1998. "Manejo integrado de plagas del gorgojo del banano, con énfasis en África Oriental". En: Rosales, F. E.; Tripon, S,C y Cerna, J. (Editores): *Producción de banano orgánico*. San Pedro Sula, Honduras, EARTH-CIID, 152-172 pp.
- Gudynas, Eduardo. 2002. *Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible en América Latina*. San José, Editorial DEI.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Pilar, Lucio. 1999. *Metodología de la Investigación* (2.da edición). México D.F., McGraw-Hill Interamericana.
- Lester, James. 1993. *Writing Research Papers. A complete Guide* (7.th Edition). New York, Harper Collins College Publishers.

- Lind, Douglas; Mason, Robert; Marchal, William. 2000. *Estadística para Administración y Economía* (3.ra edición). México D.F., McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Martínez, Joan. 2004. "Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* (México): 1, 21-30.
- McGinn, Ana. 2002. "Eliminar los contaminantes orgánicos persistentes (COP)". En: Brown, Lester et al. *La Situación del Mundo 2000*. (Informe Anual del Worldwatch Institute). Barcelona, Icaria Editorial, 145-176 pp.
- McGinn, Ana. 2002. "Reduciendo nuestra carga tóxica". En: Gricu, Christopher et al. *La Situación del Mundo 2002*. (Informe Anual del Worldwatch Institute). Barcelona, Icaria Editorial, 141-180 pp.
- Méndez, Ernesto y Gliessman, Stephen. 2002. "Un enfoque interdisciplinario para la investigación en agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano". En: *Manejo integrado de plagas y Agroecología* (Costa Rica): 64, 5-16.
- Mitchell, Bruce. 1999. *La gestión de los recursos y del medio ambiente*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa.
- Müller, Sabine. 1996. *¿Cómo medir la Sostenibilidad? Una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales*. San José, IICA-GTZ.
- Naredo, Manuel. 1994. "Fundamentos de la Economía Ecológica". En: Aguilera, Vicente y Alcántara, Vicent (Compiladores): *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*. Barcelona, Icaria/Fuhem, 373-404 pp.
- Nebel, Bernard y Wright, Richard. 1999. *Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible* (6.to edición). México D.F., Prentice Hall Hispanoamericana.
- Niederlander, C, Kvernes, D y Sutherland, S. 1986. *Practical Writing*. New York, CBS College Publishing.
- Núñez, Orlando. 1990. "La cuestión agraria". En: Núñez, Orlando (Compilador): *Lo agrario. Teoría y Métodos*. San José, CSUCA, 11-25 pp.
- Odum, Eugene y Sarmiento, Fausto. 2000. *Ecología. El puente entre Ciencia y Sociedad*. México D.F., McGraw-Hill Interamericana.
- Ortega, Emiliano. 1990. "La agricultura en la óptica de la CEPAL". En: Núñez, Orlando (Compilador): *Lo agrario. Teoría y Métodos*. San José, CSUCA, 301-349 pp.
- Paniagua, Wlfrido. 2006. "Limpieza de la sala para ordeño y corrales de espera en lecherías, con uso racional del agua". *Tecnología en Marcha* (Costa Rica): 19, 2: 53-58.
- Proyecto Estado de la Nación. *Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (informes 2000, 2003)*. San José, Proyecto Estado de la Nación.
- Ramakrishna, B. 1997. *Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: Conceptos y Experiencias*. San José, IICA/ GTZ.
- Reynolds, Jenny et al. 1997. *Evaluación de los recursos hídricos en Costa Rica: Disponibilidad y Utilización*. Heredia, Universidad Nacional.
- Reynolds, Jenny. 1996. "Las aguas subterráneas de Costa Rica: un recurso en peligro". En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Utilización y manejo sostenible de los recursos hídricos*. Heredia, Costa Rica, EFUNA, pp. 157-165.
- Reynolds, Jenny y Fraile, Julio. 2002. "Presente y futuro de las aguas subterráneas en el Valle Central". En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el futuro*. San José, UNA-UNED, 19-32 pp.
- Rodríguez, Francisco. 2006. *Evaluación del aporte de las fincas agropecuarias a la sostenibilidad de la microrregión Platanar-La Vieja, Costa Rica*. Inédito.
- Rodríguez, Francisco. 2002. "Formas de laboreo, prácticas culturales y organización de la producción en el distrito de Ciudad Quesada, sección sur de la cuenca del río San Carlos". En: *Tecnología en Marcha* (Costa Rica): 15, 3, 34-43.
- Rojas, Patricia et al. 2002. "El factor localización espacial y la competitividad". En: Chavarría, Hugo; Sepúlveda, Sergio y Rojas, Patricia (compiladores): *Competitividad: Cadenas Agroalimentarias y Territorios Rurales*. San José, IICA, 63-105 pp.
- Romero, E, Meza, H y Poveda, V. 2005. "Metodología para la determinación de

- residuos de plaguicidas organofosforados en leche de consumo nacional mediante cromatografía de gases y extracción en fase sólida". *Tecnología en Marcha* (Costa Rica): 18, 2: 103-106.
- Romero, Ronald. 1998. "El control de la sigatoka negra en producción de banano orgánico". En: Rosales, F. E.; Tripon, S,C y Cerna, J. (Editores): *Producción de banano orgánico*. San Pedro Sula, Honduras, EARTH-CIID, 173-179 pp.
- Salazar, Juan Pablo. 1999. *Índice e indicadores para evaluación y seguimiento ambiental*. <http://members.estripod.de/JuanP/impact.htm>
- San Carlos al Día. 2004. "Buscan manejo de desechos en lecherías". *San Carlos al día*, marzo 2004, 8 p.
- Sarah, Jean. 1998. *Las prácticas culturales como medio de control de nematodos en el banano*. En: Rosales, F. E.; Tripon, S,C y Cerna, J. (Editores): *Producción banano orgánico*. San Pedro Sula, Honduras, EARTH-CIID, 152-172 pp.
- Sepúlveda, Sergio. 2002. *Desarrollo Sostenible Microrregional. Métodos para Planificación Local*. San José, IICA-UNA-CDT.
- Sepúlveda, Sergio *et al.* 2002. *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales*. San José, IICA.
- Solano, Jorge. 2002. "Innovaciones sistémica sostenible para la planificación del recurso hídrico, el agua potable y el saneamiento". En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el futuro*. San José, UNA-UNED, 227-246 pp.
- Sutton, David y Harmon, Paul. 2000. *Fundamentos de Ecología*. Méjico DF, Editorial Limusa / Noriega Editores.
- Tepicht, Jerzy. 1990. "Naturaleza de la economía campesina". En: Núñez, Orlando (Compilador): *Lo agrario. Teoría y Métodos*. San José, CSUCA, 181-201 pp.