

El diseño de indicadores e índices para evaluar el aporte de las fincas agropecuarias a la sostenibilidad ambiental. Análisis de caso en la Microregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica

Francisco Rodríguez Barrientos¹

Recepción: 25 de Julio de 2006. Aprobación: 22 de Setiembre de 2006

Resumen.

Desde hace varios años existe el interés por diseñar y aplicar indicadores que puedan cuantificar y monitorear la sostenibilidad ambiental de las actividades agropecuarias. A partir del criterio de expertos se diseñó un conjunto de indicadores ambientales en tres dimensiones de análisis (bosque, suelos y control de plagas y enfermedades) al que se denominó Índice Aproximado de Sostenibilidad para las Fincas de una Microregión (IASOFIMICRO). Este índice permitió evaluar el nivel de aporte de las fincas (alto, medio y bajo) a la sostenibilidad y se aplicó a las actividades lechera, cañera y hortícola de la Microregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. El artículo compara el desempeño de las tres actividades estudiadas según su aporte a la sostenibilidad ambiental por dimensión de análisis. También se formulan consideraciones sobre las principales herramientas conceptuales utilizadas en la investigación.

Palabras clave: sostenibilidad, aporte a la sostenibilidad, indicadores, índices, microregión Platanar-La Vieja, dimensiones de análisis, fincas, criterio de experto.

Abstract

There has been a great interest in designing and applying indicators to quantify and monitor how sustainable agricultural activities 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 control). This instrument is known as Approximate Index of Sustainability for Farms of a Microregion (IASOFIMICRO). This index facilitates to measure the level of contribution to sustainability: low, medium, high. This index was applied to 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 forest, soil and plagues control dimensions. It also provides theoretical considerations about relevant concepts used in the research, like sustainability, indicators, indexes, farm and expert guidelines.

Key words: sustainability, microregion, farming, expert opinion

JUSTIFICACIÓN

Costa Rica es un país con una delicada problemática ambiental (Astorga *et al.*, 2000). Lo mismo puede decirse de la cuenca del río San Carlos (Chaves y Araya, 2005). A pesar de que se vienen haciendo esfuerzos por mitigar esta problemática, los resultados siguen siendo insuficientes.

Las actividades económicas están relacionadas con una determinada manera de explotar los recursos naturales y, por ende, los ecosistemas que los contienen (Mora, 1998; Gudynas, 2002). Pero los ecosistemas también funcionan como sumideros de las actividades

humanas, sean productivas, domésticas o de cualquier otra índole.

Es indispensable una gestión empresarial que implemente tecnologías y prácticas sostenibles en el manejo de los recursos naturales, especialmente en el ámbito geográfico, económico, social, político y cultural conformado por las cuencas hidrográficas (o de espacios territoriales derivados de ellas).

Autores como Fürst (1997), Salazar (1999) y Sepúlveda (2002) ponen de relieve la necesidad de elaborar índices e indicadores que midan espacial

y temporalmente la sostenibilidad en sus distintos componentes (ambiental, económico, social). Los indicadores deberían intentar cuantificar los niveles de sostenibilidad en un ámbito territorial determinado y convertirse en una herramienta para monitorear en el tiempo el desempeño de las fincas agropecuarias en aras de alcanzar mayores niveles de sostenibilidad y lograr una gestión racional y adecuada de los recursos naturales (Jiménez, 2000).

Ante la necesidad de proteger y conservar los recursos naturales y desconociendo cómo evaluar el aporte de las fincas agropecuarias al nivel de sostenibilidad existente en la Microregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica, se elaboró a partir de indicadores agropecuarios en tres dimensiones de análisis (bosque, suelo y control de plagas y enfermedades) un índice aproximado de Sostenibilidad para las fincas de una Microregión (IASOFIMICRO) que intentó medir el aporte de las fincas estudiadas a la sostenibilidad (alto, medio o bajo).

BREVE CARACTERIZACIÓN DE LA MICROREGIÓN PLATANAR-LA VIEJA

El actual territorio de la Microregión Platanar-La Vieja fue poblado a partir de la segunda mitad del siglo

XIX. Hasta mediados del siglo XX la ganadería y la agricultura, que tenían un carácter primordialmente de subsistencia, fueron las principales actividades económicas (y en buena medida lo continúan siendo a inicios del siglo XXI). (En la Figura 1 se presenta un mapa de la Microregión Platanar-La Vieja, con su ubicación geográfica dentro de la cuenca del río San Carlos y del territorio costarricense, más los principales poblados y su red hídrica).

Después de 1950 la Microregión se integra económicamente al mercado nacional con productos como la leche, la madera y las hortalizas, y al mercado internacional con la carne de vacuno y el azúcar, aunque estos productos también se comercializan en el mercado nacional. En el marcado crecimiento económico de la Microregión tienen gran peso las inversiones y las políticas públicas que buscan diversificar las exportaciones del país, hasta entonces concentradas en el café y el banano (Rodríguez, 2001).

Estas inversiones y políticas se traducen para la Microregión en creación de infraestructura física (carreteras, caminos, electricidad, telecomunicaciones); infraestructura social (escuelas, colegios, clínicas, hospitales, universidades); en facilidades para acceder al crédito suministrado por la banca estatal y en una gran presencia institucional (Rodríguez, 2002)

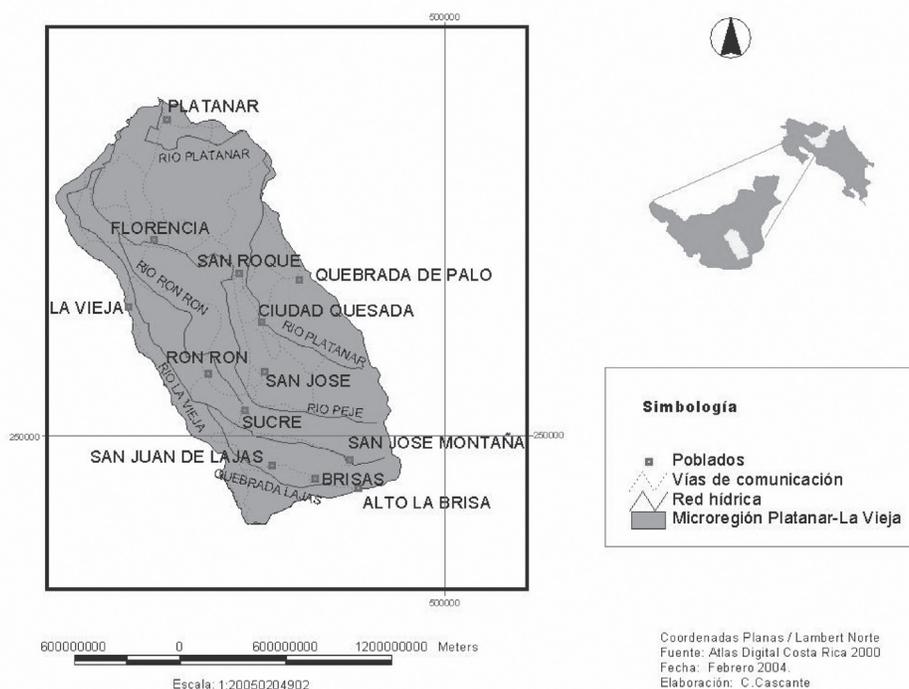


Figura 1. Principales Poblados, Vías de Comunicación y Red Hídrica de la Microregión Platanar-La Vieja. Véase imagen a color en página 143

Actualmente la Microregión concentra la mayor cantidad de agroindustrias de la cuenca del río San Carlos (lácteos, ingenios azucareros, aserraderos, mueblerías, talleres industriales, etc.). El comercio y los servicios son importantes, llegando a ocupar en el distrito de Ciudad Quesada a cerca del 70% de la población económicamente activa (INEC, 2001). La energía hidroeléctrica es una actividad en auge en la Microregión con la puesta en funcionamiento de varias plantas generadoras. Aunque la Microregión tiene un gran potencial turístico, su desarrollo es aún incipiente.

La Microregión Platanar-La Vieja tiene una superficie aproximada de 337.63 KM², con una población a julio del 2000 de 51515 habitantes. Esta Microregión posee una importante concentración demográfica y experimenta un importante crecimiento poblacional. En ella se encuentra el mayor centro urbano del norte costarricense (Ciudad Quesada), y cuenta con el mayor porcentaje de carreteras por kilómetro cuadrado dentro de la cuenca del río San Carlos, lo que resalta su gravitación económica y demográfica (Chaves, 2002)

La Microregión presenta los mejores índices de desarrollo social (IDS) de toda la región Huetar Norte costarricense. Los índices de desempleo son bajos en los distritos que forman la Microregión Platanar-La Vieja. No obstante, los índices sociales de la Microregión están por debajo respecto a los de algunos cantones de la Meseta Central de Costa Rica.

La Microregión tiene una precipitación pluvial media variable, siendo menor en las partes más altas, en donde la precipitación media es de 3000 Mm. En el distrito de Florencia la precipitación media es de 4000 Mm y el distrito de Quesada presenta la mayor precipitación media, oscilando entre los 4500 y los 5000 Mm.

La altimetría es muy variada: los extremos oscilan entre los 100 msnm (y aún menos) como en comunidades cañeras del distrito de Florencia y los 2300 msnm (Cerro Buena Vista).

En la Microregión se encuentra el Parque Nacional Juan Castro Blanco, creado en 1992; es vital para el

futuro de la Microregión debido a su gran riqueza hídrica.

Breves consideraciones sobre la Sostenibilidad

Con los alcances que actualmente se le atribuye, el concepto de sostenibilidad fue introducido en 1980 por Lester Brown, para quien una sociedad sostenible era *aquella capaz de satisfacer las necesidades de una sociedad pero sin comprometer los recursos que hagan posible la existencia de las futuras generaciones* (en cuanto a satisfacción de necesidades básicas, espirituales y culturales) (Álvarez, 2001).

Así, hay sostenibilidad cuando en el aprovechamiento de los recursos renovables (bosques, suelos, ecosistemas, agua, biodiversidad) la reposición de estos recursos es igual o mayor a su consumo o degradación. Según De Camino y Müller “un sistema que innecesariamente agota, succiona o perturba el balance ecológico de los sistemas naturales es insostenible y debe ser reemplazado por uno que respete a largo plazo las restricciones de la naturaleza” (De Camino y Müller, 1993: 24).

Para autores como Padilla (2001) y Roca (2001) la sostenibilidad debe ser *ecológica* (los ecosistemas mantienen en el largo plazo sus características fundamentales; de este modo continúan generando los recursos naturales al sector productivo y a la sociedad); *económica* (es decir, la rentabilidad producida por el manejo sostenible tanto de los recursos naturales como de los ecosistemas que los contienen); y *social* (los beneficios y costos se distribuyen de manera justa entre los grupos sociales, respetando al mismo tiempo los valores culturales de dichos grupos).

Hasta el momento ha predominado la tendencia al aumento constante de la producción y la productividad a costa de la sostenibilidad de los ecosistemas y de los recursos naturales, que a la postre influirá sobre la propia producción. Es necesario salvar el actual abismo entre el funcionamiento de la naturaleza y el diseño de los sistemas económicos y tecnológicos (Capra, 2003). Si no se revierte el deterioro de los recursos naturales se provocarán serios problemas sociales, pudiendo disminuir las opciones futuras de desarrollo (Bifani, 1997).

Indicadores

Para avanzar hacia la sostenibilidad es de “importancia primordial medir el estado actual de los recursos y sus cambios” (Richters, 1995: 101). Aquí entra en juego la elaboración de indicadores e índices que procuren aproximarse a una medición del desempeño de las fincas en el manejo sostenible de los recursos naturales (Müller, 1996).

Para el estudio fue adoptada la definición y caracterización de Salazar (1999: 7), 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”. Este territorio puede estar constituido por una microcuenca, una cuenca, una microregión, etc. Por lo anterior, el alcance y significado de un indicador o grupo de indicadores (índice) debe ir más allá de lo que inmediatamente mide o cuantifica, enfocándose hacia objetivos de mayor gravitación (Sepúlveda, 2002).

Los indicadores se construyen sobre datos primarios que la investigación de campo o bibliográfica brinda, sin olvidar lo referido por Sepúlveda *et al.* (2002: 19), quienes consideran que: “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”.

Índice

Cuando los indicadores se agregan forman índices que sirven para medir el desempeño de las fincas o de políticas públicas en relación a objetivos y prácticas de sostenibilidad. De este modo, los índices facilitan el monitoreo permanente de la unidad de análisis escogida (Barrantes, 1997; Sepúlveda *et al.* 2002).

Para este trabajo se ha escogido la definición elaborada por Salazar (1999: 8), quien define así un *Índice*: “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”.

Los indicadores y los índices no son perfectos ni constituyen mediciones totales y directas de la realidad estudiada, por eso, “no existen indicadores universales, puesto que las características ecosistémicas y antrópicas son diferentes dentro de una región o dentro de un país” (Salazar: 1999:11).

Por lo anterior es recomendable ajustar los indicadores y los índices a las condiciones concretas de las *unidades de análisis* que van a estudiarse (ya sean fincas, cuencas, microregiones, distritos, cantones, etc.) y a las *dimensiones de análisis* seleccionadas. De esta manera, los indicadores e índices deberán considerar, por ejemplo, las actividades productivas existentes o las condiciones topográficas, climáticas y ambientales.

Dimensiones de Análisis

Criterios formulados por Sepúlveda (2002) consideran *dimensiones de análisis* a las diversas facetas contenidas en la concepción amplia de sostenibilidad (ambientales, sociales, económicas, políticas, culturales, institucionales), de ahí que, si bien es cierto lo recomendable es seleccionar indicadores provenientes de varias dimensiones de análisis, no siempre esto es factible; por eso, el investigador puede concentrarse en un solo aspecto (como lo ambiental, lo social o lo económico) y derivar de ellos las dimensiones de análisis que mejor se ajusten a sus objetivos (Altieri y Nicholls, 2002).

Para la escogencia de las dimensiones de análisis se recomienda que sean 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 precedentes, situación que ratifica tanto su validación como su relevancia en el estudio de los niveles de sostenibilidad o no sostenibilidad alcanzados por ciertas unidades de análisis (fincas, microcuencas, microregiones, 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*.

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.

Para los fines del estudio la *unidad de análisis* seleccionada fue la *finca*, conceptualizada como *las explotaciones agropecuarias, generalmente de propiedad privada, cuyo propósito es la ganancia o la sobrevivencia, y que colocan su producción en el mercado, que es lo más frecuente, o la dedican al consumo familiar*.

METODOLOGÍA

Muestra.

El estudio se realizó asumiendo como Unidad Espacial de Análisis a la Microregión Platanar-La Vieja, perteneciente a la cuenca del río San Carlos, Costa Rica. El trabajo partió de los estudios hechos por Rodríguez (2002), quien confirma que en dicha Microregión las principales actividades agropecuarias son la ganadería lechera, la caña de azúcar y la horticultura.

A partir de información suministrada por la empresa Dos Pinos se detectaron 249 fincas lecheras en la Microregión Platanar-La Vieja.

Según la Dirección de Investigación de la Caña de Azúcar (DIECA), perteneciente a la Dirección Regional de la Liga de la Caña de Azúcar en Ciudad Quesada, hay 141 fincas cañeras en la Microregión Platanar-La Vieja.

Dentro de la Microregión existen dos zonas hortícolas principales: una situada en Las Brisas (cantón de Alfaro Ruiz) y la otra en el caserío de San Vicente, distrito de Quesada, San Carlos. La Oficina del Ministerio de Agricultura (MAG) en Alfaro Ruiz suministró la información correspondiente al número y nombre de los productores hortícolas ubicados en la microcuenca del río La Vieja.

La Asociación de Desarrollo Comunal de San Vicente proporcionó la información del número y nombre de los agricultores de esa comunidad, junto a los del caserío de San José de la Montaña, en donde también hay fincas hortícolas. *Con toda esta* información se detectaron 52 fincas hortícolas en la Microregión. De esta manera el universo en estudio estuvo constituido por 442 fincas.

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 determinó que era necesario tomar una muestra de 144 fincas, las cuales se distribuyeron proporcionalmente entre los tres “estratos” o actividades agropecuarias: ganadería lechera, caña de azúcar y horticultura. De esta manera la muestra quedó constituida por 80 fincas lecheras, 47 cañeras y 17 hortícolas.

Todas las fincas fueron numeradas y del mencionado programa informático de cálculos aleatorios STATS se sacaron series aleatorias para cada una de las actividades económicas. Así se obtuvo la lista definitiva de las fincas a 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 Microregión en estudio (cinco de leche, tres de caña y dos hortícolas). 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 (Ander-Egg, 1983). 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 tópicos en estudio (Ander-Egg, 1983).

Si se utiliza esta técnica es conveniente consultar el criterio de varios expertos (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 éste entre cinco y siete como adecuados, es que para la presente investigación se tomó el mayor (siete), los cuales cumplen con los requisitos exigidos, siendo estos los siguientes: 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 esta investigación fueron las siguientes:

1. Seleccionar las Dimensiones de Análisis del IASOFIMICRO.
2. Escoger los indicadores de cada una de las Dimensiones de Análisis del IASOFIMICRO.
3. Otorgar el puntaje correspondiente a los indicadores según Dimensión de Análisis.

4. Otorgar el puntaje correspondiente a las Dimensiones de Análisis del IASOFIMICRO.
5. Otorgar el puntaje para definir los distintos rangos del aporte de las fincas a la sostenibilidad.

El equipo de expertos seleccionó *al 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 el equipo de expertos fue procesada en programas SPSS versión 11 para Windows, 2004 y EXCEL de Microsoft Office, 2003.

El Cuadro 1 muestra de forma resumida, el puntaje conferido por el Equipo de Expertos en cada Dimensión de Análisis y el nivel de aporte de las fincas a la sostenibilidad.

CUADRO 1.
Puntaje otorgado por los Expertos para clasificar las fincas de la Microregión Platanar-La Vieja según su aporte a la Sostenibilidad y por Dimensión de Análisis

Nivel de Aporte a la Sostenibilidad	Puntaje por Dimensión de Análisis			
	Forestal	Suelo	Control de Plagas	Microregión Platanar-La Vieja
Bajo	≤ 4.24	≤ 3.08	≤ 1.75	≤ 9.07
Medio	Entre 4.25 y 15.77	Entre 3.09 y 15.90	Entre 1.76 y 9.59	Entre 9.07 y 41.28
Alto	≥ 15.78	≥ 15.91	≥ 9.60	≥ 41.29

Fuente: Rodríguez, 2006

Para establecer la existencia de diferencias significativas entre los puntajes 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 (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 22 y 30), lo que condujo a diferencias mínimas en los puntajes promedios y las desviaciones estándares iniciales en relación a la nueva muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por razones de espacio era imposible presentar los resultados y los análisis para todos y cada uno de los indicadores del IASOFIMICRO. Esta labor quedará para artículos posteriores. Por eso, la información que a continuación se presenta en cuadros es el resumen del desempeño de cada una de las tres actividades agropecuarias consideradas por dimensión de análisis y según su nivel de aporte a la sostenibilidad. En gráficos se ofrece la comparación de los puntajes ponderados obtenidos por las actividades agropecuarias, también según su aporte a la sostenibilidad y por dimensión de análisis.

Dimensión de Análisis Forestal

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la investigación para la Dimensión de Análisis Forestal. La ganadería de leche fue la actividad que tenía mayor cantidad de fincas con un *aporte alto* a la sostenibilidad en esta dimensión de análisis (55.0%), superando

ampliamente a las actividades cañera y hortícola que, por el contrario, presentaron porcentajes muy elevados de fincas con un *aporte bajo* a la sostenibilidad (respectivamente, 61.7% y 88.2%).

El tamaño de las fincas tiene mucho que ver con estas diferencias. La Ley Forestal costarricense considera como bosque a las manchas boscosas iguales o mayores a dos ha. (Zeledón, 1999). Así, el tamaño promedio de las fincas lecheras fue de 45.50 ha (con una cobertura forestal promedio de 9.34 ha); contra 17.22 ha de las cañeras (cobertura forestal promedio de 3.61 ha) y 1.45 ha de las hortícolas (cobertura forestal promedio de 0.07 ha). Así, era razonable esperar que el desempeño de las fincas lecheras en los indicadores de esta dimensión de análisis (*tamaño de la cobertura forestal, tipo de cobertura forestal, criterios para mantener la cobertura forestal y lugares especiales protegidos con la cobertura forestal*) fuera mejor que las otras dos actividades, como así efectivamente ocurrió y el gráfico 1 lo prueba.

CUADRO 2.

Distribución de las Fincas por Actividad Agropecuaria y Microregión Platanar-La Vieja, según Aporte a la Sostenibilidad. Dimensión de Análisis Forestal

Nivel de Aporte a la Sostenibilidad	Actividad Agropecuaria y Microregión Platanar-La Vieja							
	Ganadería de Leche		Caña de Azúcar		Hortalizas		Microregión	
	A	R	A	R	A	R	A	R
Alto	44	55.0	10	21.3	1	5.9	55	38.2
Medio	13	16.2	8	17.0	1	5.9	22	15.3
Bajo	23	28.8	29	61.7	15	88.2	67	46.5
Total	80	100.0	47	100.0	17	100.0	144	100.0

A= Absoluto R= Relativo

Fuente: Rodríguez, 2006

Según se estableció en el Cuadro 1 para alcanzar un *aporte alto* a la sostenibilidad debía lograrse un puntaje igual o mayor a 15.78 puntos. Si bien En esta dimensión de análisis el puntaje ponderado de las fincas lecheras fue de 13.30 (ver Gráfico 1), por lo cual se situaron muy cerca del nivel *aporte alto* a la sostenibilidad. El caso contrario ocurrió con la actividad hortícola, cuyo puntaje ponderado (1.68) las ubicó de lleno en el nivel de *bajo aporte* a la sostenibilidad. Aunque el puntaje

ponderado de las fincas cañeras (6.38) las sitúa en el nivel de *aporte medio* a la sostenibilidad, se encuentran mucho más cerca del *nivel bajo* que del *alto*.

La diferencia de los promedios ponderados de las fincas lecheras respecto a las cañeras y hortícolas es estadísticamente significativa.

Conviene examinar la situación del recurso forestal en la Microregión objeto de estudio. Las tasas de

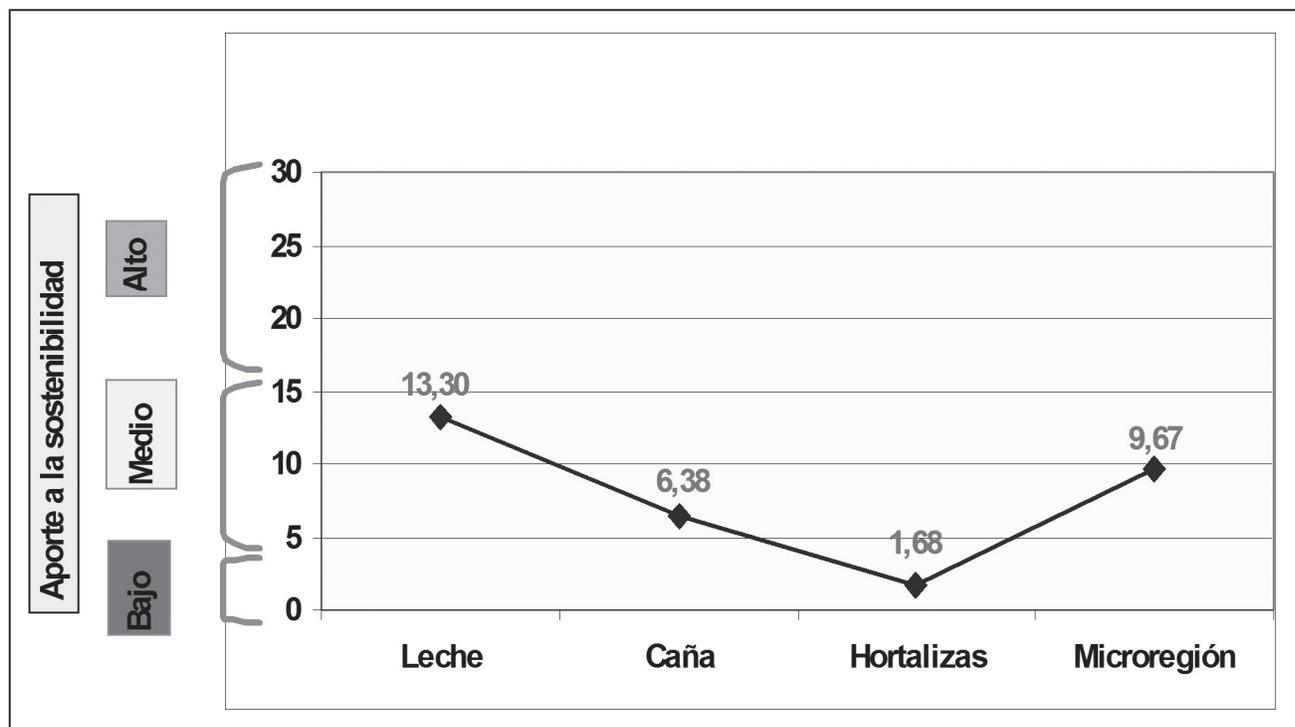
deforestación en las microcuencas La Vieja y Platanar (respectivamente 5.9 y 6.0) son de las más altas de la cuenca del río San Carlos, hecho que se ve agravado considerando que más de la mitad de los suelos de la Microregión con vocación forestal carece de bosques (Chaves, 2002). La cuenca del San Carlos fue sometida durante la segunda mitad del siglo XX a un intenso proceso deforestador.

En la microcuenca del río La Vieja el 56.5% de los suelos con vocación forestal se hayan sin cobertura boscosa, mientras que en la microcuenca del Platanar el porcentaje para ese mismo rubro asciende al 60.8%, ambos porcentajes superiores al del resto de subcuencas

y microcuencas del río San Carlos (Chaves, 2002). Esta situación se vincula al *uso inadecuado del suelo* en la Microregión Platanar-La Vieja (ver Figura 2).

Se aprecia como algunas áreas de la Microregión (en amarillo en la Figura 2) deberían destinarse prioritariamente a usos forestales *o de conservación absoluta*, pues esa es su aptitud; sin embargo, la ganadería lechera y la horticultura son los principales usos en dichas áreas. Precisamente, la gran expansión de la ganadería lechera después de 1960, que propició la sustitución de los bosques por pastizales, tiene mucho que ver con este uso inadecuado de los suelos (Rodríguez, 2006).

GRÁFICO 1.
Aporte a la Sostenibilidad de las Fincas por Puntaje Ponderado, según Actividad Agropecuaria y Microregión Platanar-La Vieja. Dimensión de Análisis Forestal



Fuente: Rodríguez, 2006

Véase imagen a color en página 144

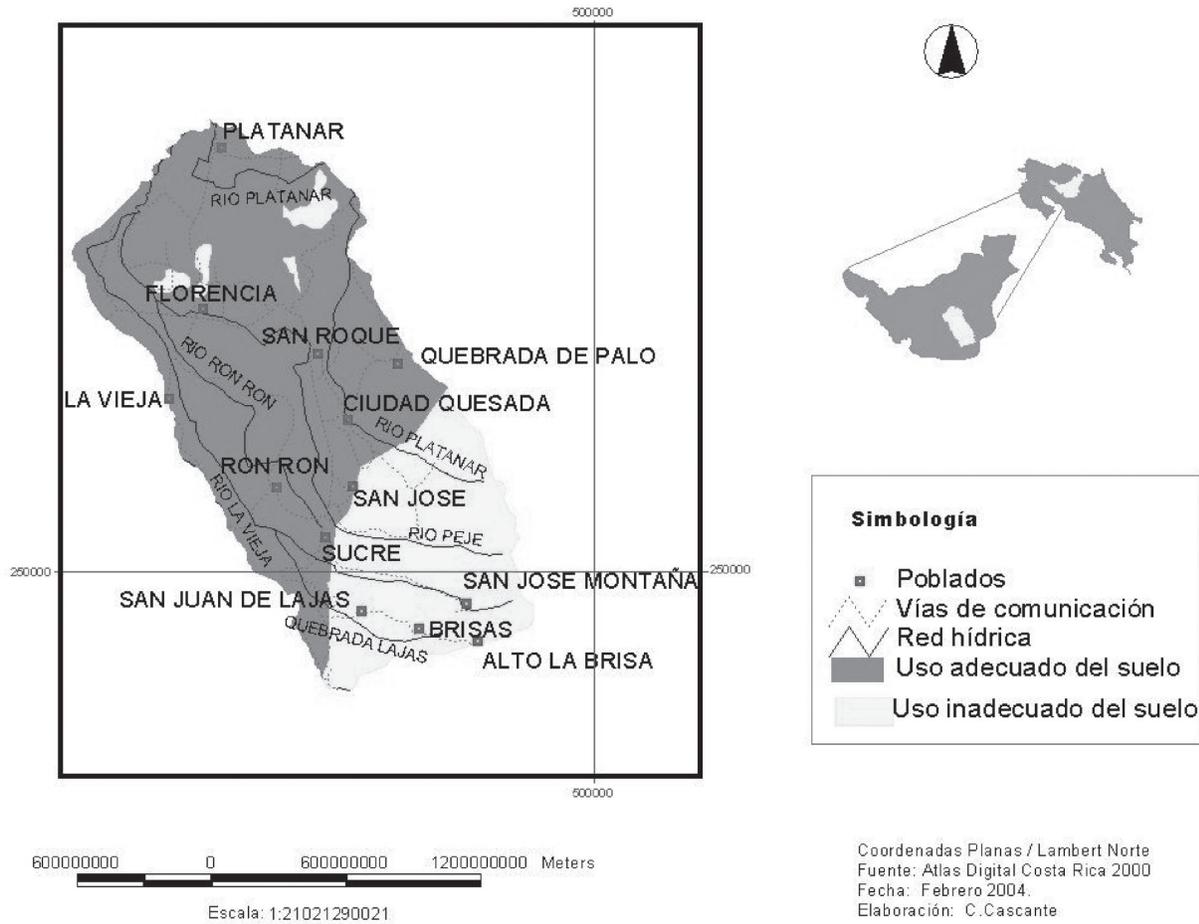


Figura 2. Uso Inadecuado del Suelo en la Microregión Platanar-La Vieja
Véase imagen a color en página 145

En otras secciones de la Microregión la pérdida de los bosques fue causada no solo por la ganadería, sino también por distintos factores. En primer lugar, el desarrollo la caña de azúcar después de 1960 tuvo una coyuntura favorable: la apertura del mercado norteamericano y la expansión simultánea del consumo interno y de la industria alimenticia, que incidieron en la mayor demanda de azúcar. El incremento de las áreas cañeras dentro de la Microregión influyó en la deforestación de las microcuencas de los ríos Peje y Platanar, en donde la caña es un cultivo de gran importancia (Rodríguez, 2005).

Un segundo factor es la urbanización, especialmente en los alrededores de Ciudad Quesada (Rodríguez, 2006). El notable crecimiento demográfico de los distritos de

la Microregión Platanar-La Vieja (INEC, 2001) es otro factor que presiona sus recursos naturales, y no solamente al forestal.

En la microcuenca del río La Vieja el 89.4% de los suelos con vocación forestal carece de algún régimen de protección; en la microcuenca del Platanar los suelos de vocación forestal sin régimen de protección alcanzan el 85.4%. Ambos porcentajes son los más altos dentro de las subcuencas y microcuencas del río San Carlos (Chaves, 2002). Este aspecto vuelve más vulnerables los bosques de la Microregión en estudio e influye en el aumento del porcentaje de suelos usados inadecuadamente.

Los distintos recursos naturales (suelo, bosque, agua)

pueden verse afectados por el sistema predominante de uso del suelo, lo que hace más importante tanto su uso adecuado como su protección y conservación (Montagnini y Jordan, 2002).

En un rango de pendiente mayor de 50 debería existir solo cobertura forestal; sin embargo, en las microcuencas La Vieja y Platanar la cobertura forestal en suelos de ese rango de pendiente es de aproximadamente el 70%. Además, en las microcuencas La Vieja y Platanar es bajo el porcentaje de suelos con pendientes bajo régimen de protección en rangos superiores a 50 (respectivamente, 33.4% y 47.0%). Los suelos con rangos de pendiente comprendidos entre 30 y 50 también poseen bajos porcentajes de protección: 20.8% en la microcuenca del río La Vieja y 38.3% en la microcuenca del río Platanar (Chaves, 2002).

Dimensión de Análisis Suelo.

Los indicadores que el Panel de Expertos incluyó en esta dimensión de análisis fueron *las prácticas de conservación de suelos, el tipo de preparación del suelo; frecuencia en la preparación del suelo; el tipo de fertilización del suelo; el porcentaje que sustituye*

o abarca el abono orgánico en las áreas de cultivo y los lugares de donde se obtiene el abono orgánico.

En el Cuadro 3 se observa cómo la actividad hortícola logró el mayor porcentaje de fincas con un *alto aporte* a la sostenibilidad (29.3%). En este nivel de aporte los porcentajes de las otras dos actividades fueron muy bajos. En las tres actividades agropecuarias, especialmente en la ganadería de leche y la caña de azúcar, la gran mayoría de las fincas se ubicó en el *nivel medio* de aporte a la sostenibilidad.

Para acceder al nivel de *aporte alto* a la sostenibilidad debía alcanzarse 15.91 puntos o más. El puntaje ponderado de las fincas de hortalizas estuvo muy cerca de ese límite (15.35) (ver Gráfico 2). Por su parte, las fincas lecheras lograron un puntaje ponderado de 11.76, mientras que el puntaje de las fincas cañeras (7.91) las ubicó, al igual que en la dimensión de análisis forestal, más cerca del nivel inferior que del superior de aporte a la sostenibilidad. En ambas dimensiones las cañeras deben realizar mayores esfuerzos para mejorar su desempeño hacia la sostenibilidad. Las diferencias entre las fincas hortícolas y lecheras respecto a las cañeras fue estadísticamente significativa.

CUADRO 3.

Distribución de las Fincas por Actividad Agropecuaria y Microregión Platanar-La Vieja, según Aporte a la Sostenibilidad. Dimensión de Análisis Suelos

Nivel de Aporte a la Sostenibilidad	Actividad Agropecuaria y Microregión Platanar-La Vieja							
	Ganadería de Leche		Caña de Azúcar		Hortalizas		Microregión	
	A	R	A	R	A	R	A	R
Alto	7	8.8	1	2.1	6	29.3	14	9.7
Medio	73	91.2	46	97.9	11	64.7	130	90.3
Bajo	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	80	100.0	47	100.0	17	100.0	144	100.0

A= Absoluto R= Relativo

Fuente: Rodríguez, 2006.

Excepto las *barreras vivas* y las *coberturas vivas* en las fincas lecheras (inherentes a esta actividad a causa de los pastizales, que protegen los suelos respectivamente de la lluvia y las escorrentías, evitando así la erosión) y los *cultivos en contorno* y la *rotación de cultivos* en la actividad hortícola, el resto de las prácticas de

conservación recomendadas por los expertos no están suficientemente extendidas en las fincas estudiadas de la Microregión Platanar-La Vieja (Rodríguez, 2006).

Coincidiendo con los criterios del Panel de Expertos, para Gliessman (2002) un sistema de labranza más

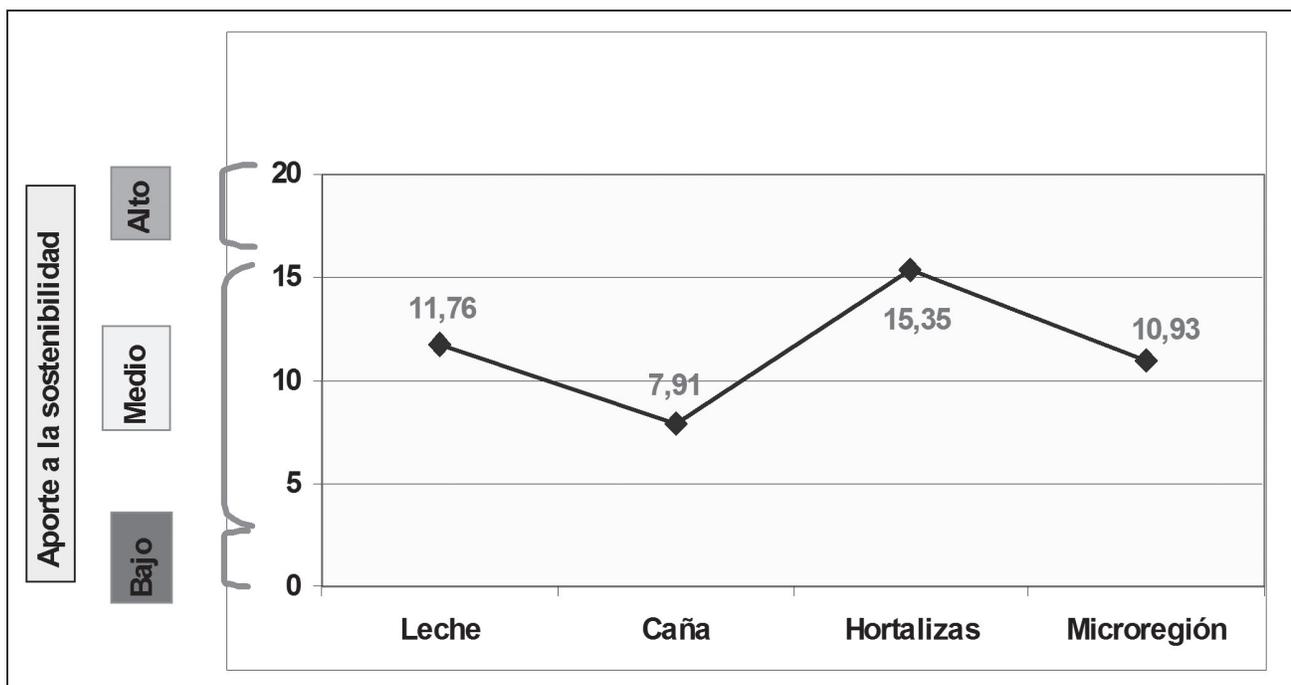
orientado hacia la sostenibilidad requiere implementar prácticas como los *cultivos de cobertura*, *barreras rompevientos*, *nivelación del terreno*, *construcción de terrazas*, *drenajes superficiales* o *zanjas para retener y drenar el agua*. En el trabajo se halló que los *sistemas de drenajes*, las *terrazas*, las *barreras rompevientos* y el *barbecho* tienen porcentajes de uso bajos, aunque en las fincas hortícolas los porcentajes sí fueron más elevados.

En suelos de ladera, muy frecuentes en esta Microregión, especialmente aquellos con pendientes

superiores al 15%, las prácticas de conservación de suelos son indispensables para evitar la erosión (Arias, 2001; Núñez, 2001). La coincidencia en la Microregión de pendientes de alta gradiente y elevada precipitación pluvial (y en algunos sectores la ausencia de cobertura forestal) condicionan el potencial de erosión y la pérdida de la capa fértil del suelo. Los buenos drenajes o su mejoramiento en regiones de alta precipitación pluvial es una práctica agronómica muy necesaria. Por eso sorprende la poca frecuencia de los *drenajes* en las fincas estudiadas (Rodríguez, 2006).

GRÁFICO 2.

Aporte a la Sostenibilidad de las Fincas por Puntaje Ponderado, según Actividad Agropecuaria y Microregión Platanar-La Vieja. Dimensión de Análisis Suelos



Fuente: Rodríguez, 2006.

Véase imagen a color en página 144

Con la excepción de la actividad hortícola, *la rotación de cultivos* es casi nula en las actividades lechera y cañera, algo explicable si se considera el gran predominio en ellas del *monocultivo* (Rodríguez, 2006). La *rotación de cultivos* ayuda a la fertilización del suelo y a la eliminación de malezas y plagas (como los nemátodos) sin recurrir a químicos y genera más beneficios cuando existe en las fincas un sistema agroforestal (Altieri, 1997), sistema este último casi ausente en la Microregión Platanar-La Vieja, pues los bosques existentes se dedican mayoritariamente

a la conservación, sin darle al recurso otros usos que ayuden a incrementar los ingresos de las fincas.

Un problema adicional de los suelos de la Microregión es el riesgo de sufrir acidez debido al avance de la deforestación y a la escasa aplicación de *enmiendas* en las fincas lecheras (Arroyo y Gutiérrez, 2004), caracterizadas por usar grandes cantidades de fertilizantes químicos sintéticos. En las actividades lechera y cañera la gran mayoría de las fincas utiliza esta forma de fertilización, caso contrario de las fincas hortícolas, en las cuales el uso de los abonos orgánicos

está mucho más extendido, pues en el 92.3% de ellas dicha forma de fertilización cubría entre la mitad y el 99.0% de los suelos cultivados (Rodríguez, 2006). Un alto porcentaje de las fincas de hortalizas (88.2%) y de leche (68.8%) utilizaban la labranza mínima, contra el 14.9% de las cañeras, que recurrían mayoritariamente (81.0%) a la labranza con maquinaria (Rodríguez, 2006), lo cual favorece la erosión y la compactación de los suelos (Núñez, 2001; Gliessman, 2002).

Dimensión de Análisis Control de Plagas y Enfermedades

En esta dimensión de análisis los indicadores

seleccionados fueron *el tipo de control de plagas; los criterios para emplear los químicos sintéticos; el lugar utilizado para limpiar los equipos de fumigación y el origen de los ingredientes de los controles naturales de plagas.*

Como se observa en el Cuadro 4, el 41.2 de las fincas de hortalizas hacían un *aporte alto* a la sostenibilidad; el 10.7% de las fincas cañeras se hallaban en este nivel. Sin embargo, en el nivel de *aporte bajo* a la sostenibilidad se ubicó el 31.9% de las fincas cañeras, así como el 8.8% de las lecheras.

CUADRO 4.
Distribución de las Fincas por Actividad Agropecuaria y Microregión Platanar-La Vieja, según Aporte a la Sostenibilidad. Dimensión de Análisis Control de Plagas y Enfermedades

A= Absoluto R= Relativo

Nivel de Aporte a la Sostenibilidad	Actividad Agropecuaria y Microregión Platanar-La Vieja							
	Ganadería de Leche		Caña de Azúcar		Hortalizas		Microregión	
	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
Total	80	100.0	47	100.0	17	100.0	144	100.0

Fuente: Rodríguez, 2006.

Sin embargo, esta situación no se refleja en los puntajes ponderados por actividad agropecuaria (ver Gráfico 3), en los cuales la actividad cañera (4.45) superó a la lechera (3.50); ambas actividades se ubicaron en el nivel *medio de aporte* a la sostenibilidad, pero más cerca del nivel de *aporte bajo* que del *alto*. Por su parte, el promedio de las fincas de hortalizas (9.15) estuvo cerca del puntaje del nivel de *aporte alto* a la sostenibilidad (9.60 o más puntos). La diferencia entre las fincas de hortalizas respecto a las lecheras y cañeras fue estadísticamente significativa en esta dimensión de análisis.

Desde mediados del siglo XX los químicos sintéticos se constituyeron en la forma más extendida de combatir las plagas y enfermedades que afectan las labores agropecuarias (Bifani, 1997). Según Altieri (2001) en la agricultura mundial se emplean anualmente unos

500 millones de Kg. de ingredientes activos. En Costa Rica solo en las plantaciones bananeras se aplicaban a inicios del presente siglo alrededor de medio millón de litros de pesticidas sintéticos (Pomareda, 2002). En otras actividades de exportación como el café, la piña, el melón o las plantas ornamentales se utilizan asimismo grandes cantidades de químicos sintéticos (Astorga *et al.* 2000). Costa Rica tuvo durante muchos años las mayores aplicaciones de plaguicidas sintéticos de América Latina, tanto por habitante como por ha (Rodríguez, 2005).

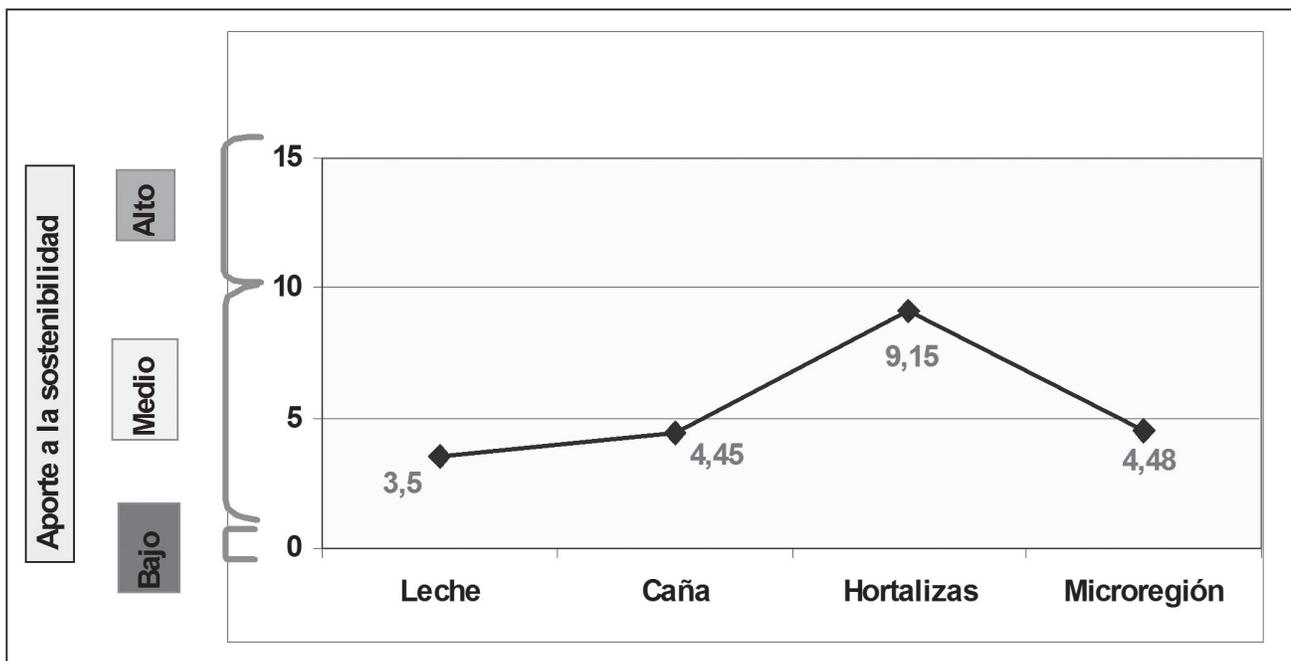
En el caso concreto de la Microregión Platanar-La Vieja estudios realizados en años recientes detectan una disminución en el porcentaje de fincas agrícolas que emplean químicos sintéticos como estrategia exclusiva para combatir las plagas y enfermedades; esta disminución es menor en la ganadería (lechera o

cárnica), especialmente en lo que se refiere al combate a las plagas y enfermedades que afectan al ganado (Rodríguez, 2002; Rodríguez *et al.* 2004; Rodríguez, 2006). Especialmente en las fincas hortícolas - y en menor medida en las cañeras - hay esfuerzos más constantes para disminuir la dependencia de los químicos sintéticos en el control de plagas y enfermedades.

En el estudio se encontró que en las fincas de la Microregión, especialmente en las de hortalizas, los químicos se aplican en las dosis recomendadas por los técnicos o cuando es estrictamente necesario. En las fincas lecheras y cañeras es más frecuente respecto a las hortícolas que los equipos de fumigación se limpien en las cercanías de las casas.

GRÁFICO 3.

Aporte a la Sostenibilidad de las Fincas por Puntaje Ponderado, según Actividad Agropecuaria y Microregión Platanar-La Vieja. Dimensión de Análisis Control de Plagas y Enfermedades



Fuente: Rodríguez, 2006.

Véase imagen a color en página 146

Según Altieri (2001) y Espluga (2001) la *modernización agrícola* cambió radicalmente los principios ecológicos que caracterizaban a la agricultura tradicional, favoreciendo aspectos como los cultivos intensivos, la producción especializada, las grandes explotaciones, el monocultivo, la mecanización a gran escala y las aplicaciones masivas de plaguicidas y fertilizantes sintéticos. El resultado fue un sistema artificial que necesita de una permanente intervención humana bajo la forma de agroquímicos, 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, según se mencionó, es ampliamente

predominante en la microregión Platanar-La Vieja, sobre todo en las fincas cañeras y lecheras) y el exceso en la aplicación de agroquímicos provocó un incremento de plagas y enfermedades, casi siempre combatidas con mayores dosis de pesticidas o introduciendo químicos más tóxicos (Bifani, 1997).

Con el tiempo los efectos de los químicos sobre la agricultura han sido negativos para los suelos y el medio ambiente. El equilibrio de los procesos ecológicos del suelo se trastoca, al tiempo que decrece el nivel de la materia orgánica y disminuye su capacidad para retener humedad. Los cambios en la textura del suelo acarrea consecuencias nocivas, como la pérdida de humus, sequedad y esterilidad, o erosión eólica e

hídrica, entre otras (Altieri, 2001; Espluga, 2001).

Antes las consecuencias ambientales, sociales y económicas de los plaguicidas se viene impulsando e implementando en los últimos años medios alternos de combatir las plagas, como los *controles etológicos* y *biológicos*, las *prácticas culturales* o los *insecticidas de origen natural* que no sean perjudiciales al medio ambiente (Gliessman, 2002; Araya *et al.* 2003). Según la investigación, en el 76.5% de las fincas hortícolas y en el 57.4% de las cañeras de la Microregión Platanar-La Vieja se aplican los controles citados. En el resto de las fincas hortícolas y cañeras se aplicaban o solo químicos sintéticos o una combinación de estos con las otras formas de control. En la actividad lechera fue diferente: en el 96.1% de las fincas se empleaban controles químicos, aunque estos controles estaban dirigidos sobre todo contra las plagas y enfermedades que afectan al ganado.

También se recomiendan la *rotación de cultivos* y el *barbecho* como medios de controlar naturalmente las plagas (Altieri y Nicholls, 2002; Gliessman, 2002). En el caso de la Microregión, estas prácticas eran realizadas fundamentalmente por las fincas de hortalizas, aunque el barbecho lo ejecutaban solo cerca del 25.0% de ellas.

Resumiendo: los datos del estudio reflejan que para las fincas de la Microregión 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 modos de control. 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.

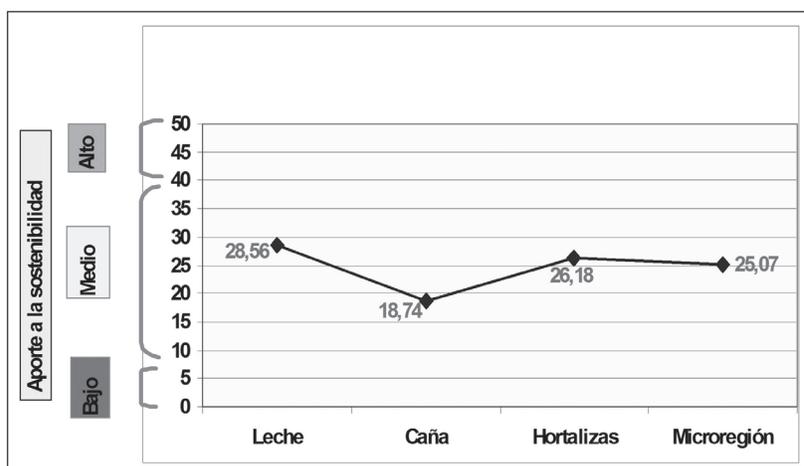
De aquí se desprende la importancia de herramientas como el IASOFIMICRO que al permitir observar tendencias que se acerquen o se alejen de determinados niveles de sostenibilidad, facilitan las correcciones necesarias en las *dimensiones de análisis* seleccionadas.

Aporte a la Sostenibilidad de las Fincas de la Microregión Platanar-La Vieja según el Puntaje Global Ponderado

En el Gráfico 4 se presentan los puntajes ponderados globales obtenidos por las actividades agropecuarias (ganadería de leche, caña de azúcar, hortalizas) y por la Microregión Platanar-La Vieja. Como se observa, todas ellas se ubicaron en el *nivel medio* de aporte a la sostenibilidad (en las tres dimensiones de análisis también ocuparon el mismo nivel *medio*, aunque con las diferencias señaladas en su momento). El mayor puntaje correspondió a la ganadería de leche (28.56), lo cual obedece en lo fundamental al puntaje logrado en la dimensión forestal y, en menor medida, en la dimensión suelos; su peor desempeño fue en la dimensión control de plagas y enfermedades. Solo la actividad lechera tuvo fincas (el 6.2%) cuyo puntaje las ubicó con un

GRÁFICO 4.

Aporte a la Sostenibilidad de las Fincas de la Microregión Platanar-La Vieja por Puntaje Global Ponderado, según Actividad Agropecuaria y Microregión



Fuente: Rodríguez, 2006.

Véase imagen a color en página 146

aporte alto a la sostenibilidad. Le siguió la actividad hortícola (26.18) que se destacó en las dimensiones de análisis suelo y control de plagas y enfermedades; no así, en la forestal. La actividad cañera tuvo el puntaje ponderado global más bajo (18.74); su mejor desempeño fue en la dimensión control de plagas y enfermedades, y su peor en la forestal. El 17.0% de las fincas cañeras tuvieron un puntaje global que las ubicó con un aporte bajo a la sostenibilidad.

El puntaje de la Microregión fue de 25.07. El peso de las fincas lecheras (y en menor medida las cañeras) y su desempeño en las tres dimensiones de análisis influye mucho en el puntaje microregional. Para que la Microregión alcance mejores niveles de sostenibilidad la actividad cañera tendría que mejorar en la dimensiones forestal y suelos, y la ganadería de leche en la dimensión control de plagas y enfermedades y, en menor grado, en la dimensión suelos. Por su parte, las fincas de hortalizas deberán prestar más atención al recurso forestal.

CONCLUSIONES

1. El conjunto de indicadores seleccionados en el presente trabajo y al que se le ha dado el nombre de *Índice Aproximado de Sostenibilidad en las Fincas de una Microregión* (IASOFIMICRO) permitió evaluar el aporte a la sostenibilidad de las fincas de las principales actividades agropecuarias (ganadería de leche, caña de azúcar, hortalizas) de la Microregión Platanar-La Vieja por *dimensión de análisis* (bosque, suelo, control de plagas y enfermedades).
2. En la *dimensión de análisis* forestal la actividad lechera tuvo el mejor desempeño. La diferencia según los promedios ponderados en esta dimensión de análisis entre la actividad lechera y las otras dos fue estadísticamente significativa.
3. En la *dimensión de análisis* suelos el mejor desempeño correspondió a la actividad hortícola. Los resultados establecieron diferencias significativas con las actividades lechera y cañera.
4. En la *dimensión de análisis* control de plagas y enfermedades nuevamente el mejor desempeño correspondió a la actividad hortícola, cuyas diferencias con las otras dos actividades fueron significativas.
5. La gran mayoría de las fincas estudiadas se ubicó en las tres dimensiones de análisis consideradas dentro del aporte a la sostenibilidad *medio*, y los puntajes ponderados globales de las actividades agropecuarias y de la Microregión también se ubicaron en el nivel

medio de aporte a la sostenibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, Miguel. 2001. *Biotecnología Agrícola: Mitos, Riesgos Ambientales y Alternativas*. Ecología Política (España): 21, 15-42.
- Altieri, Miguel. 1997. *Directrices para diseñar proyectos agrícolas de pequeña escala ambientalmente saludables*. En: Sepúlveda, Sergio y Edwards, Richard (Comp.): Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Rural (primera reimpresión). San José, IICA, páginas 287-309.
- Altieri, Miguel y Nicholls, Clara Inés. 2002. *Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales*. Manejo integrado de plagas y Agroecología (Costa Rica): 64, 17-24.
- Álvarez, Santiago. 2001. *La evaluación de la satisfacción de las necesidades: en torno a los indicadores de bienestar*. En: Dubois, A; Millán, J. y Roca, J. (Coordinadores): Capitalismo, Desigualdades y Degradación Ambiental. Barcelona, Icaria Editorial, páginas 153-166.
- Ander-Egg, Ezequiel. 1983. *Técnicas de Investigación Social* (19 edición). Buenos Aires, Editorial Humanitas.
- Araya, Rolando *et al.* 2003. *Efectividad de varios biocontroladores en el control de plagas en la Zona Norte de Costa Rica*. Tecnología en Marcha (Costa Rica): 16 (1), 92-100.
- Arias, Ana Cecilia. 2001. *Suelos Tropicales*. San José, EUNED.
- Arroyo, Giovanni y Gutiérrez, Milton. 2004. *Diagnóstico Caracterización de Fincas Lecheras en Costa Rica*. Ciudad Quesada, Cooperativa Dos Pinos.
- Astorga, Allan *et al.* 2000. *Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental. Componente Costa Rica*. San José, FUDEU.
- Barrantes, Gerardo. 1997. *Identificación y uso de variables e indicadores*. En: Fernández, Álvaro (Coordinador). Indicadores de Sostenibilidad. Heredia, MIDEPLAN/SINADES, páginas 19-46.
- Bifani, Paolo. 1997. *Medio Ambiente y Desarrollo* (segunda edición). Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Capra, Fritjof. 2003. *Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo*. Barcelona, Editorial Anagrama.

- 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, Marcela. 2002. *Análisis de Vulnerabilidad del Recurso Hídrico y Opciones de Manejo Sostenible en la Cuenca del Río San Carlos*. Tesis. San José, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Costa Rica.
- De Camino, Ronnie y Müller, Sabine. 1993. *Sostenibilidad de la Agricultura y los Recursos Naturales. Bases para establecer Indicadores*. San José, IICA/GTZ.
- Espluga, Josep. 2001. *Percepción del riesgo y uso de pesticidas en la agricultura (o el caso de los agricultores envenenados)*. Ecología Política (España): 22, 17-30.
- Fürst, Edgar. 1997. *El debate actual sobre indicadores de sostenibilidad*. En: Fernández, Álvaro (Coordinador): *Indicadores de Desarrollo Sostenible*. San José, MIDEPLAN/SINADES, Heredia, páginas 85-126.
- Gliessman, Stephen. 2002. *Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- 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* (segunda edición). Méjico DF., McGraw-Hill Interamericana.
- INEC. 2001. *IX Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados Generales*. San José, INEC.
- Jiménez, Alexis. 2000. *Adaptación y Validación de una Metodología Práctica para medir el Índice de Sostenibilidad de un Agroecosistema*. Tesis. Santa Clara, Escuela de Agronomía, ITCR.
- Lester, James. 1993. *Writing Research Papers. A complete Guide* (Seventh Edition). New York, Harper Collins College Publishers.
- Lind, Douglas; Mason, Robert; Marchal, William. 2000. *ESTADÍSTICA para Administración y Economía* (Tercera Edición). Méjico DF, McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Méndez, Ernesto y Gliessman, Stephen. 2002. *Un enfoque interdisciplinario para la investigación en agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano. Manejo integrado de plagas y Agroecología* (Costa Rica): 64, 5-16.
- Montagnini, Florencia y Jordan, Carl. 2000. *Reciclaje de nutrientes*. En: Guariguata, Manuel y Catan, Gustavo (Editores): *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Cartago, Ediciones LUR, páginas 167-191.
- Mora, Eduardo. 1998. *Naturaleza, quéherida mía*. Heredia, Ambientico Ediciones.
- Müller, Sabine. 1996. *¿Cómo Medir la Sostenibilidad? Una Propuesta para el Área de la Agricultura y de los Recursos Naturales*. San José, IICA-GTZ.
- Niederlander, C, Kvernes, D y Sutherland, S. 1986. *Practical Writing*. New York, CBS College Publishing.
- Núñez, Jorge. 2001. *Manejo y Conservación de Suelos*. San José, EUNED
- Padilla, Emilio. 2001. *Equidad Intergeneracional y Sostenibilidad*. En: Dubois, A; Millán, J. y Roca, J. (Coordinadores): *Capitalismo, Desigualdades y Degradación Ambiental*. Barcelona, Icaria Editorial, páginas 129-152.
- Pomareda, Fabiola. 2002. *Premian estudio sobre banano*. En: Semanario UNIVERSIDAD (Costa Rica), No. 1484, 21 de junio del 2002, página 12.
- Richters, Eric. 1995. *Manejo del uso de la Tierra en América Central. Hacia el aprovechamiento sostenible del recurso Tierra*. San José, IICA.
- Roca, Jordi. 2001. *El debate sobre el crecimiento económico desde la perspectiva de la sostenibilidad y la equidad*. En: Dubois, A; Millán, J. y Roca, J. (Coordinadores): *Capitalismo, Desigualdades y Degradación Ambiental*. Barcelona, Icaria Editorial, páginas 17-50.
- Rodríguez, Francisco. 2005. *Actividades antrópicas y la entropía del medio ambiente*. Cartago, Taller de Publicaciones del ITCR.
- Rodríguez, Francisco. 2006. *Contribución de las Fincas Agropecuarias a la Sostenibilidad de la Microregión 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*. Tecnología en Marcha (Costa Rica): 15 (3), 34-43.
- Rodríguez, Francisco. 2001. *Región, Identidad y Cultura*. San José, Ediciones Perro Azul.
- Rodríguez, F; Chaves, A; Barrantes, U; Rodríguez y Araya, Fredy. 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.

Salazar, Juan Pablo. 1999. *Índice e indicadores para evaluación y seguimiento ambiental*.
<http://members.estripod.de/JuanP/impact.htm>

Sepúlveda, Sergio. 2002. *Desarrollo Sostenible*

Microregional. 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.

Zeledón, Ricardo (Compilador). 1999. *Código Ambiental* (segunda edición). San José, Editorial Porvenir.