

Rodríguez Barrientos, Francisco.

La microrregión como unidad espacial para el estudio de los problemas ambientales. Situación de los recursos suelo, forestal e hídrico en la microrregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos **Tecnología en Marcha**. Vol. 20-1 - 2007.

La microrregión como unidad espacial para el estudio de los problemas ambientales. Situación de los recursos suelo, forestal e hídrico en la microrregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos

Francisco Rodríguez Barrientos¹

A partir del ámbito territorial de las cuencas hidrográficas y de las divisiones político-administrativas, es posible determinar microrregiones con homogeneidad física, histórica, económica, social y cultural, en las cuales se puedan diseñar y ejecutar planes de manejo consensuados y participativos, algo indispensable para una política sostenible.

Palabras clave

microrregión, microrregión Platanar-La Vieja, recurso suelo, recurso forestal, recurso hídrico.

Resumen

A partir del ámbito territorial de las cuencas hidrográficas y de las divisiones político-administrativas, es posible determinar microrregiones con homogeneidad física, histórica, económica, social y cultural, en las cuales se puedan diseñar y ejecutar planes de manejo consensuados y participativos, algo indispensable para una política sostenible. En el trabajo se presentan elementos teóricos que ayudan a delimitar, precisar y operacionalizar el concepto de microrregión, y se ofrecen las razones por las que se considera que las microcuencas de los ríos Platanar, Peje y La Vieja dentro de la cuenca del río San Carlos constituyen una microrregión.

También se hace una caracterización de la microrregión Platanar-La Vieja, así como una descripción y análisis de los principales problemas que en ella afrontan los recursos suelo, forestal e hídrico.

Breve caracterización económica y social de la microrregión Platanar-La Vieja

El territorio de la microrregión Platanar-La Vieja fue colonizado en la segunda mitad del siglo XIX (véase figura 1). Las actividades económicas de los pobladores tuvieron durante mucho tiempo un carácter eminentemente de subsistencia; los pocos excedentes se comercializaban fuera de la región (caso del ganado). Desde un principio los suelos de la microrregión se dedicaron primordialmente a la ganadería, fenómeno que se repetiría en el resto de San Carlos a medida que su territorio era ocupado por sucesivas oleadas de

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

colonizadores (Molina, 1996; Wo Ching *et al.* 1997).

La microrregión atrae a lo largo del siglo XX, pero especialmente después de 1940, a gran cantidad de inmigrantes provenientes de Palmares, Grecia, San Ramón, Naranjo, Alfaro Ruiz y otros lugares del Valle Central (Vargas, 1986). En los últimos años del pasado siglo y principios del actual la inmigración nicaragüense ha sido significativa, para laborar en la ganadería lechera, la caña de azúcar, la construcción y algunos servicios (vigilancia, domésticos).

Después de 1960 actividades como la ganadería de carne y leche, la caña de azúcar y el café integran la microrregión Platanar-La Vieja al mercado nacional e internacional (Rodríguez, 2001). La ganadería de carne también existe en la sección norte de la microrregión (llanura), así como la horticultura en algunas comunidades de la sección sur montañosa.

La microrregión tiene una economía agropecuaria modernizada y capitalizada, que ha visto consolidarse los monocultivos de carácter intensivo, especialmente en la ganadería lechera y la caña de azúcar, lo cual hace que la producción se destine mayoritariamente al mercado, y es, en consecuencia, muy poco lo dedicado al autoconsumo (Rodríguez, 2002; Rodríguez *et al.* 2004).

La economía de la microrregión no se limita a la producción agrícola o pecuaria: también hay agroindustrias (ingenios azucareros, plantas de lácteos, aserraderos, mueblerías) y varios talleres industriales. En todo caso, la industria es aún incipiente, lo mismo que el turismo, el cual, empero, tiene en la microrregión un notable potencial.

La población de la microrregión Platanar-La Vieja estaba constituida, a julio del 2000, por 51 515 habitantes (INEC, 2001). La densidad demográfica es de 152 habitantes/

kilómetro cuadrado. El aumento de la población obedece a causas vegetativas y a la inmigración (sea de nacionales o de extranjeros, en especial nicaragüenses). El incremento poblacional experimentado por la microrregión Platanar-La Vieja tiende a presionar sus recursos naturales y ecosistemas (Chaves, 2002).

Marco conceptual

Delimitando el concepto de microrregión

Autores como Dourojeanni (1997) y Sepúlveda (1997, 2002) no formulan una definición rígida de microrregión, lo cual permite adaptarla a contextos muy variados y a las necesidades específicas por investigar.

Sepúlveda (2002) hace varias consideraciones sobre la microrregión sin arriesgar una definición precisa. Para este autor la microrregión es un espacio que se “convierte en el escenario territorial en el que se procesan relaciones sociales y económicas históricamente determinadas, cuyas fronteras son fácilmente reconocibles. Esta unidad territorial presenta cierto grado de homogeneidad desde el punto de vista de su potencial y de sus limitaciones, tanto ecológicas y productivas como sociales e institucionales... La microrregión se concibe, entonces, como aquel espacio mínimo en el que es posible ejecutar actividades de naturaleza diversa, tales como la protección de recursos naturales estratégicos (suelo, fuentes de agua dulce y la biodiversidad presente en el bosque tropical y otros ecosistemas) y el desarrollo de programas orientados a potenciar las capacidades productivas de la comunidad y de combate a la pobreza, entre otros. La microrregión se define como aquella unidad territorial en la que se tejen los procesos típicos del desarrollo en cualquiera de sus dimensiones. En este contexto, los criterios de definición

La economía de la microrregión no se limita a la producción agrícola o pecuaria: también hay agroindustrias (ingenios azucareros, plantas de lácteos, aserraderos, mueblerías) y varios talleres industriales.

física de una microrregión –como unidad de planificación– son flexibles y fáciles para adaptarse a cada circunstancia” (Sepúlveda, 2002: 36).

Esta definición tan flexible de microrregión permite que sean los propios investigadores o usuarios quienes establezcan el ámbito de una microrregión en que se consideren aspectos ambientales, históricos, económicos o político-administrativos. Así, una microrregión puede abarcar una o varias subcuencas o microcuencas, uno o

más distritos o uno o varios cantones –o una mezcla de algunas de estas categorías–, para hacer referencia a las divisiones políticas existentes en Costa Rica.

Las microrregiones se rigen por subsistemas económicos y socioculturales que poseen ciertos grados de autonomía y estabilidad, y son capaces de autorregularse y duplicarse. El espacio microrregional es un producto social e histórico (Demyk, 1995). Las relaciones que estos territorios mantienen con los centros nacionales (San José y el

Las microrregiones se rigen por subsistemas económicos y socioculturales que poseen ciertos grados de autonomía y estabilidad, y son capaces de autorregularse y duplicarse. El espacio microrregional es un producto social e histórico (Demyk, 1995).

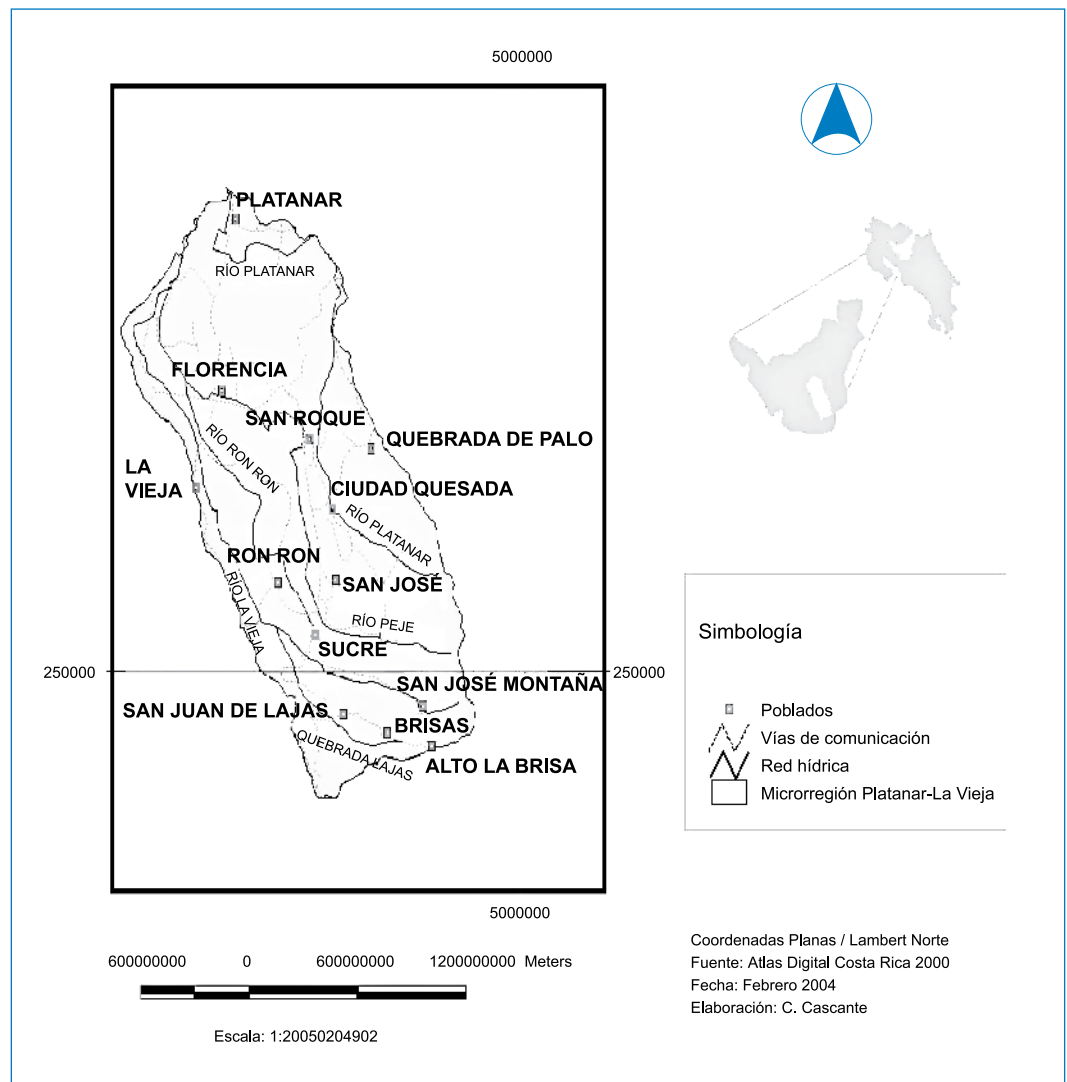


Figura 1. Poblados, vías de comunicación y red hídrica de la microrregión Platánar-La Vieja.

Un elemento central cuando se analiza la microrregión es la relación que las sociedades establecen con su medio ecológico (y la consiguiente gestión de los recursos naturales disponibles).

Valle Central para cualquier microrregión que se determine en el ámbito geográfico de la cuenca del río San Carlos) también adquiere considerable importancia en el momento de examinar su dinámica económica, demográfica, política y cultural (dentro de este último aspecto debe incluirse la tradición organizativa de los actores microrregionales) (Demyk, 1995; Rodríguez, 2001).

Richters (1995) aporta criterios valiosos para delimitar una microrregión (aunque este autor hace referencia a las *regiones*, sus análisis pueden servir en la búsqueda de una concepción operacionable de microrregión). Richters propone los criterios de *homogeneidad* y *funcionalidad* como elementos teóricos delimitadores. La *homogeneidad* hace referencia a cierta *uniformidad* y *extensión* en diversas *características* de la (micro)región, como las *físicas* (topografía, régimen de lluvias, hidrografía, clima, etc.); *económicas* (sistemas productivos, tipos de productos prevalentes o más relevantes); y *socioculturales* (idioma, religión, etnicidad, entre otros).

El concepto de *funcionalidad* involucra el modo de interrelación espacial y alude especialmente a la *funcionalidad socioeconómica* de una región (importancia de la acción institucional; extensión del mercado como mecanismo económico de regulación económica y de asignación de recursos; capacitación de la mano de obra; niveles educativos). Para Richters estos criterios de *homogeneidad* y *funcionalidad* pueden rastrearse mejor dentro del ámbito territorial de las cuencas hidrográficas (o de las subcuencas y microcuencas), las cuales poseen adicionalmente un poderoso criterio delimitador: su *coherencia hidrológica*. La *homogeneidad* y la *funcionalidad*, tal y como las entiende Richters, se presentan con gran nitidez en la microrregión Platanar-La Vieja.

Un elemento central cuando se analiza la microrregión es la relación que las

sociedades establecen con su *medio ecológico* (y la consiguiente gestión de los recursos naturales disponibles). Los elementos “del entorno natural son utilizados, integrados y transformados por las sociedades en relación con sus modos de producción y de gestión, así como de su cultura” (Demyk, 1995: 14).

Del tipo de gestión que se haga de los recursos naturales depende la sostenibilidad en el tiempo de las sociedades (micro) regionales. Sin embargo, en la definición de una microrregión también deben intervenir otros factores –algunos de los cuales son básicos en la teoría de la región–, como los históricos, los culturales, los étnicos o la presencia de un centro que la aglutine y le otorgue coherencia socioeconómica, política y administrativa (Boisier, 1995, 1997; Rodríguez 2001).

Así, por ejemplo, para la microrregión estudiada, sería erróneo considerar por separado a cualquiera de las tres microcuencas que la conforman (Platanar, Peje y La Vieja) como una *microrregión*, porque carecen de un centro político-administrativo que las cohesione, les dé sentido histórico y pertenencia (identidad política y administrativa).

Por eso, el centro o foco organizador del espacio económico y social de la microrregión en estudio estaría constituido por Ciudad Quesada, foco que hace funcional a la microrregión y a las comunidades que la configuran.

Esta funcionalidad es, entonces, “organizada por uno o varios focos y el resto de su área, conectada al foco por redes de circulación o flujos de personas, bienes, comunicación, etc. La región funcional no es homogénea por sus rasgos físicos, sino por la función de integración. El foco que organiza la región tiende a ser un centro urbano de importancia” (González, 1990: 15). Entonces, toda zona rural necesita articularse a un centro urbano que le proporcione servicios a la producción,

al bienestar social y facilidades para el comercio. Estos centros juegan un activo papel en el desarrollo rural (Rondinelli, 1997).

La integración es mejor si existe una buena infraestructura física y de servicios (como es el caso en la microrregión Platanar-La Vieja). Las relaciones personales y familiares también cuentan para intensificar y cohesionar las vinculaciones entre el centro regional (o microrregional) y su periferia rural (Rondinelli, 1997). Esta última situación también existe en la microrregión estudiada. A partir de esto foco centralizador, se desarrolla toda una trama (económica, social, política, cultural e institucional) que influye en la dinámica de la microrregión.

Razones para considerar al territorio de las microcuencas de los ríos Platanar, Peje y La Vieja como una microrregión dentro de la cuenca del río San Carlos

Existen varias razones que contribuyen a darle homogeneidad histórica, económica, social y cultural a la microrregión Platanar-La Vieja.

1. Muchas familias del sur del cantón de Alfaro Ruiz (que pertenece a la microrregión Platanar-La Vieja) poblaron los distritos de Ciudad Quesada y Florencia (Molina, 1978; Vargas, 1986). En consecuencia, estas familias comparten el ámbito geográfico de la microrregión, y crean una red que abarca no solo lo familiar, sino también lo económico, lo social, lo político y lo cultural.
2. Gran parte de la producción lechera de la microrregión se vende a la empresa Dos Pinos, que posee en Ciudad Quesada dos plantas industriales (leche en polvo y quesos).
3. Ciudad Quesada es importante mercado para los productores hortícolas de la microrregión.
4. Ciudad Quesada es, dentro de la microrregión Platanar-La Vieja, el lugar donde se adquieren bienes y servicios para la producción; cumple así el papel de centro urbano proveedor de insumos agropecuarios y de servicios indispensables para la producción de su periferia rural (Valle, 1986; Altemburg *et al.* 1990).
5. Las principales organizaciones del sector privado tienen asiento en la ciudad (ganaderos, lecheros, cañeros, comerciantes, cooperativas), junto a otros sectores no empresariales (filiales regionales de organizaciones profesionales, gremiales, sindicales y desarrollo comunal).
6. Los principales centros educativos y de salud de la microrregión, tanto públicos como privados, se encuentran en Ciudad Quesada.
7. Es a Ciudad Quesada adonde acuden los vecinos de la microrregión para comprar distintos bienes de consumo y acceder a servicios profesionales privados (médicos, odontológicos, jurídicos, laboratorios clínicos, servicios contables, informáticos, librerías, reparación de electrodomésticos y de autos, etc.).
8. Ciudad Quesada concentra uno de los sistemas financieros más grandes y dinámicos de toda la periferia costarricense.
9. Al ser la ciudad asiento del entramado institucional, se convierte en foco irradiador de las políticas públicas. Casi todos los ministerios e instituciones públicas tienen sus sedes regionales en Ciudad Quesada.
10. En la ciudad está el poder político local (Municipalidad), lo que, junto a la presencia de la institucionalidad pública, la convierte en espacio de cabildeo, negociación y de consensos políticos de alcance no solo microrregional, sino también regional (región Huetar Norte).

Muchas familias del sur del cantón de Alfaro Ruiz (que pertenece a la microrregión Platanar-La Vieja) poblaron los distritos de Ciudad Quesada y Florencia (Molina, 1978; Vargas, 1986). En consecuencia, estas familias comparten el ámbito geográfico de la microrregión, y crean una red que abarca no solo lo familiar, sino también lo económico, lo social, lo político y lo cultural.

El terreno quebrado y la alta precipitación de la microrregión las hace muy susceptibles a los procesos erosivos, pues la erosión aumenta a medida que la inclinación de los suelos es mayor (Rodríguez, 1996), lo que obliga a implementar prácticas de conservación y recuperación de suelos, formas de preparación de los suelos no erosivos, así como prácticas de reforestación, especialmente en las áreas deterioradas por erosión o compactación, en las cercanías de los cauces de los ríos y acuíferos y en los suelos con vocación forestal (Arias, 2001; Núñez, 2001).

11. A partir de 1995 se creó la diócesis de Ciudad Quesada, aspecto relevante considerando la gravitación de la Iglesia Católica en la sociedad costarricense. Desde su creación, la diócesis de Ciudad Quesada viene cumpliendo un importante papel como mediadora de conflictos y como vocera ante instancias gubernamentales de importantes demandas (micro) regionales.
12. En la ciudad existe gran cantidad de medios de comunicación (televisoras, periódicos, radioemisoras) que tienen una especial relevancia a la hora discutir problemas, crear consensos y formar comités en pro de causas reivindicativas que benefician a la microrregión.

Situación ambiental en la microrregión Platanar-La Vieja

Recurso suelo

Tipo de suelos. Porcentaje de caminos y suelos erosionables y susceptibles a los deslizamientos

La mayor parte de los suelos de la microrregión son *inceptisoles excesivamente húmedos* en las partes más altas y montañosas, hacia el sur, e *inceptisoles muy húmedos* en el resto, con excepción de algunas manchas de suelos ultisoles en las tierras bajas (MAG, 2000).

Los inceptisoles son suelos jóvenes en los que los procesos de formación están aún en etapa de desarrollo. Ocupan casi el 40% del territorio costarricense, y son, asimismo, muy frecuentes en la cuenca del río San Carlos (a la que pertenece la microrregión Platanar-La Vieja); son suelos aptos para una amplia gama de actividades agropecuarias y forestales (Arias y Rodríguez, 1996).

Los *ultisoles* son suelos *rojizos* y ácidos que permiten actividades agrícolas y pecuarias; la acidez de los ultisoles puede combatirse con la aplicación de cal; de

este modo aumenta su fertilidad (Arias y Rodríguez, 1996).

En la microcuenca del río La Vieja el *índice de caminos potencialmente erosionables* asciende al 73,8% del total, porcentaje que en la microcuenca del río Platanar es ligeramente inferior: 69,1%. Por su parte, ambas microcuencas (y, en consecuencia, la microrregión en su conjunto) tienen el mayor porcentaje de *suelos potencialmente erosionables* de toda la cuenca del río San Carlos: 94,8% en la microcuenca del río La Vieja y 88,1% en la microcuenca del Platanar. Todos los caminos en la microcuenca del río Platanar son susceptibles a los deslizamientos, porcentaje que en la microcuenca del río La Vieja es del 68,7% (Chaves, 2002).

El terreno quebrado y la alta precipitación de la microrregión las hace muy susceptibles a los procesos erosivos, pues la erosión aumenta a medida que la inclinación de los suelos es mayor (Rodríguez, 1996), lo que obliga a implementar prácticas de conservación y recuperación de suelos, formas de preparación de los suelos no erosivos, así como prácticas de reforestación, especialmente en las áreas deterioradas por erosión o compactación, en las cercanías de los cauces de los ríos y acuíferos y en los suelos con vocación forestal (Arias, 2001; Núñez, 2001).

Adicionalmente debe considerarse que la mayoría de los suelos de la microrregión Platanar-La Vieja –lo mismo que los de la cuenca del río San Carlos– *carecen de niveles de fertilidad favorable*, deficiencia más acusada en los suelos ultisoles e inceptisoles, razón por la cual *necesitan de prácticas agrícolas conservacionistas* (como la fertilización orgánica) y *de un esmerado manejo*; sin dichas prácticas y cuidados, *estos suelos no darán resultados económicamente favorables* (MAG, 2000).

Los fertilizantes químicos sintéticos

En la literatura suelen mencionarse los efectos negativos que la excesiva (y exclusiva) aplicación de fertilizantes

químicos sintéticos tiene sobre los suelos. Según Orozco (1997), Altieri (2001) y Gliessman (2002) los abonos químicos influyen en la disminución de la fertilidad de los suelos (es el caso de las sales fertilizantes) y en la pérdida de su dinámica biológica. La contaminación química de los suelos ayuda a disminuir las cosechas y la productividad agrícola (Ludevid, 1998).

Estudios realizados en el 2001 en algunas comunidades de la microrregión Platanar-La Vieja (como Sucre, San José de la Montaña, San Vicente, La Tesalia y San Juan) determinaron que el 90,3% de las fincas encuestadas empleaban fertilizantes sintéticos (Rodríguez, 2002).

Datos más recientes indican que la situación ha variado poco; en efecto, el 80% de las fincas lecheras y el 76,6% de las cañeras aplicaban solo fertilización química. La situación fue diferente en las fincas hortícolas, pues el 47,1% de ellas combinaba la fertilización sintética con la natural, mientras el 29,4% aplicaba solo fertilización natural (Rodríguez, 2006).

Un trabajo de Arroyo y Gutiérrez (2004) realizado en fincas lecheras obtuvo resultados similares para la microrregión Platanar-La Vieja. La gran mayoría de las fincas del distrito Quesada (98,8%) y de Zapote (94,1%) empleaban químicos sintéticos para fertilizar los suelos. Según Arias (2001) los fertilizantes sintéticos poseen un índice de salinidad, cuyo conocimiento es importante porque esas sales influyen en el pH o reacción del suelo, que perjudica el desarrollo normal de las plantas, y agrega que “tanto la acidificación del suelo como la salinización son consecuencias negativas del uso inadecuado de fertilizantes” (Arias, 2001: 132).

Por lo anterior resulta preocupante el bajísimo porcentaje de fincas lecheras que en la microrregión aplican enmiendas (carbonato de calcio) para contrarrestar la acidez de los suelos: ninguno en Quesada y el 1,7% en Zapote. De continuar esta

situación, los suelos podrían inutilizarse para las actividades productivas con el consiguiente perjuicio económico y social (Arroyo y Gutiérrez, 2004).

Algunos factores que afectan a los suelos de la microrregión se verán en el siguiente apartado, que se ocupa del recurso forestal.

Recurso forestal

Tasas de deforestación y suelos con aptitud forestal sin cobertura boscosa

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, cuenca que en la segunda mitad del siglo XX fue sometida a un intenso proceso deforestador (Molina, 1996; Chaves, 2002).

En la microcuenca del río La Vieja el 56,5% de los *suelos con vocación forestal se hallan sin cobertura boscosa*, mientras que en la microcuenca del Platanar el porcentaje para ese mismo rubro asciende al 60,8%, ambos porcentajes superiores para el resto de subcuencas y microcuencas del río San Carlos (Chaves, 2002).

Uso inadecuado del suelo. Causas

La situación mencionada al final del apartado anterior se vincula al *uso inadecuado del suelo en la microrregión*, la cual se observa en la figura 2. Se aprecia cómo en algunas secciones de la microcuenca del río La Vieja (en amarillo) deberían estar dedicadas a la *actividad forestal o a la conservación absoluta* (véase figura 3); sin embargo, la ganadería lechera y la horticultura son los principales usos de estos suelos.

Este uso inadecuado está vinculado a varias causas, como la expansión de la ganadería lechera en la microrregión después de 1960, que propició la sustitución de los bosques por los pastizales. El gran desarrollo de la caña de azúcar, también posterior a 1960, influyó en la deforestación de las microcuencas de los ríos Peje y Platanar,

Estudios realizados en el 2001 en algunas comunidades de la microrregión Platanar-La Vieja (como Sucre, San José de la Montaña, San Vicente, La Tesalia y San Juan) determinaron que el 90,3% de las fincas encuestadas empleaban fertilizantes sintéticos.

Si se desea un mejor nivel de sostenibilidad en esta microrregión, entre otros factores, se vuelve imperativo adecuar el uso del suelo a su aptitud.

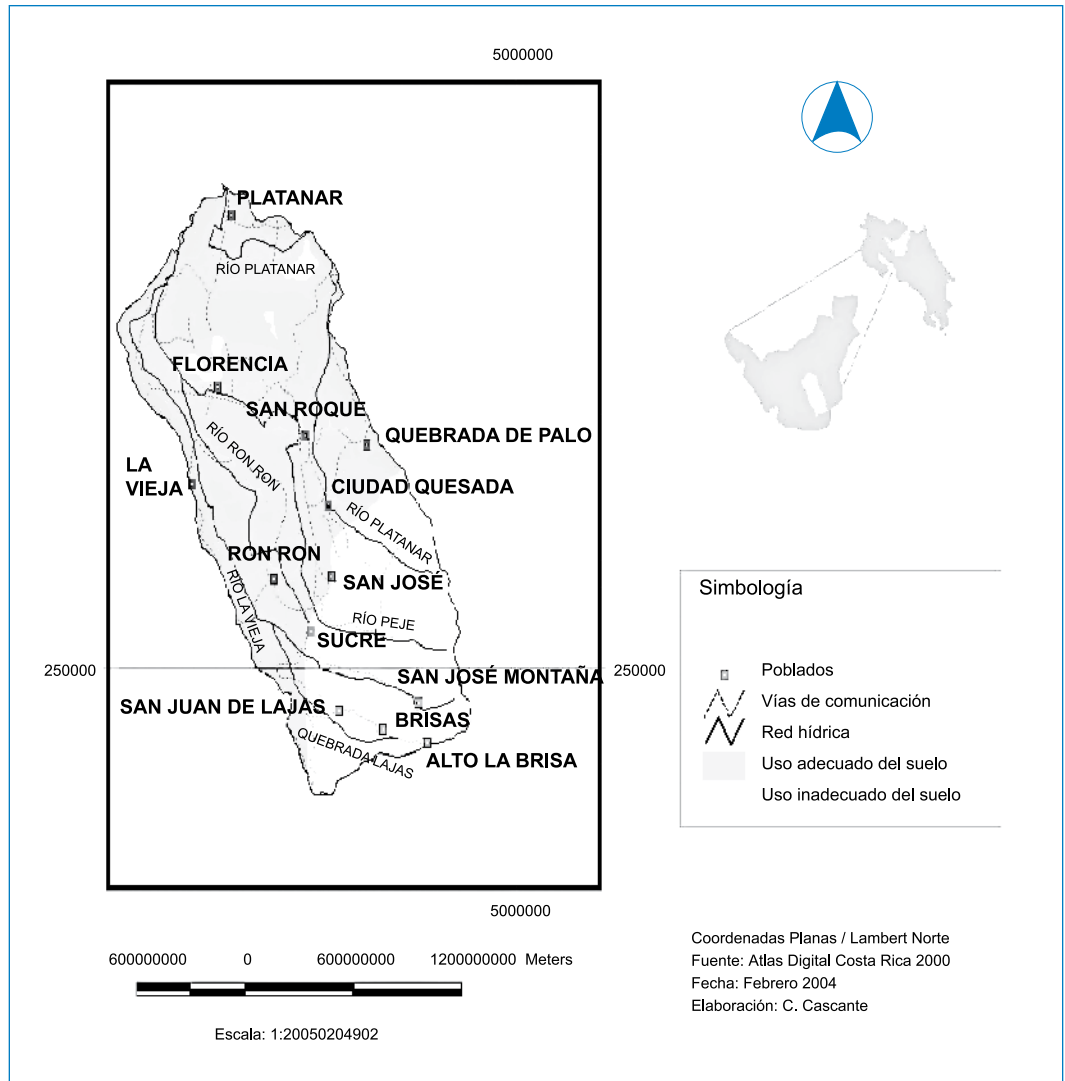


Figura 2. Uso inadecuado del suelo en la microrregión Platanar-La Vieja.

en donde la caña de azúcar es un cultivo importante.

Si se desea un mejor nivel de sostenibilidad en esta microrregión, entre otros factores, se vuelve imperativo adecuar el uso del suelo a su aptitud. (En la figura 3 se encuentra el uso del suelo recomendado para la microrregión Platanar-La Vieja).

Suelos con aptitud forestal protegidos

En la microcuenca del río La Vieja el 89,4% de los suelos con aptitud 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 microrregión Platanar-La Vieja e influye en el aumento de los suelos usados inadecuadamente. Los distintos recursos naturales (suelo, bosque, agua) también pueden verse afectados por el sistema predominante de uso del suelo, lo

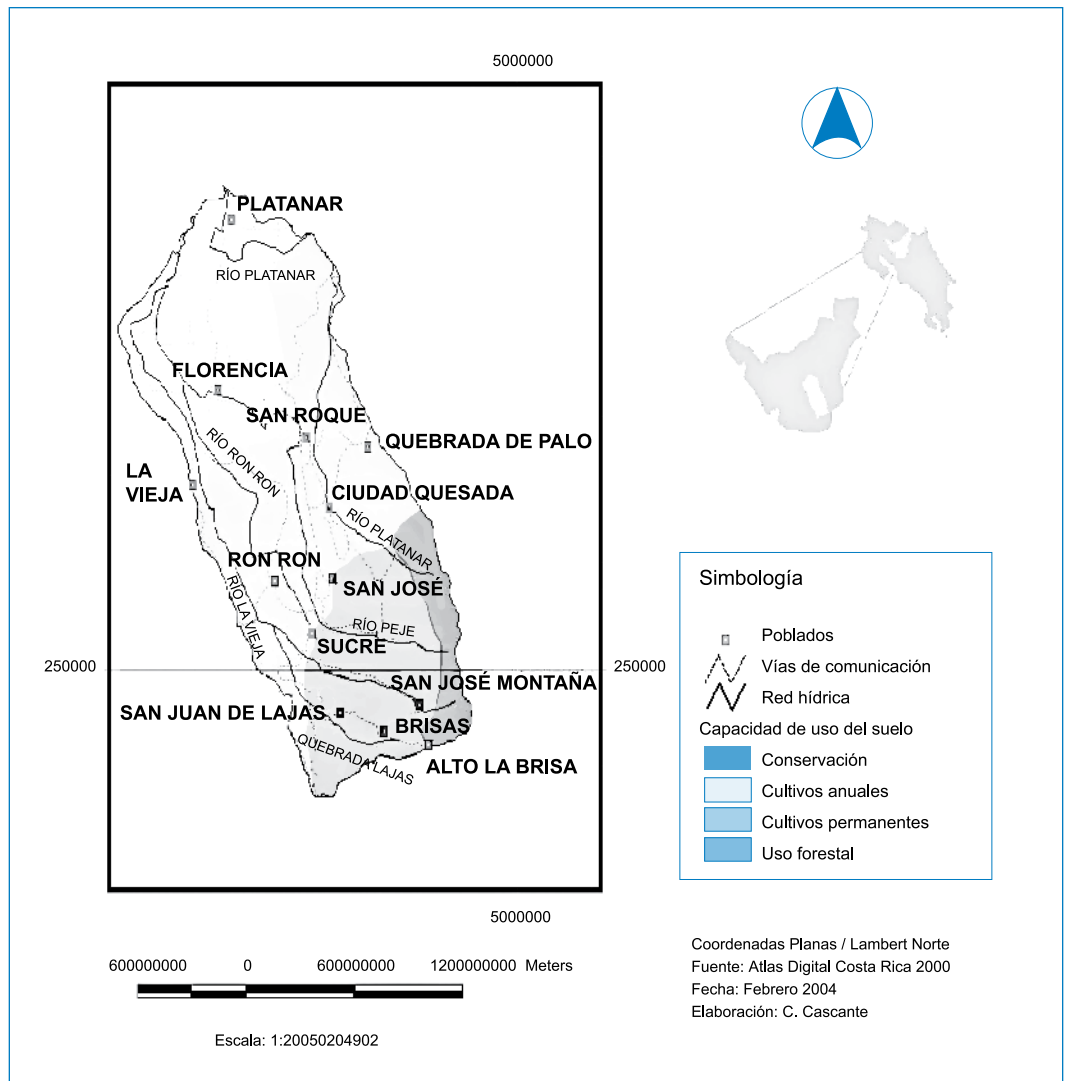


Figura 3. Uso anadecuado que debería darse a los suelos de la microrregión Platánar-La Vieja.

que hace aún más importante su protección y conservación (Altieri y Nicholls, 2002; Montagnini y Jordan, 2002).

En comparación con otras subcuencas o microcuencas del río San Carlos, esta microrregión presenta *tasas superiores de deforestación por unidad de área*, lo cual agravaría el hecho de que más de la mitad de los suelos de la microrregión con vocación forestal carece de bosques.

La literatura sugiere que sobre un rango de pendiente mayor de 50 debería existir solo

cobertura forestal (Cubero y Vieira, 1994); sin embargo, en las microcuencas La Vieja y Platánar la cobertura forestal superior a ese rango es aproximadamente del 70%. En ambas microcuencas menos de la mitad de los suelos con un rango de pendiente comprendido entre 30 y 50 tiene cobertura forestal (Chaves, 2002). Eso significa que, en una zona de alta pluviosidad y suelos con mucha pendiente, como es el caso de la microrregión Platánar-La Vieja, los procesos erosivos pueden ser más intensos (Martínez, 1996; Sandí, 1997).

El recurso hídrico

Las represas hidroeléctricas

La *diversidad acuática* se haya amenazada incluso más que los ecosistemas terrestres por razones como el crecimiento poblacional, la disposición de desechos sin ningún tipo de tratamiento en los cuerpos de agua superficiales, el uso de los suelos sin que medie planificación alguna y la

proliferación de las represas (Reynolds y Fraile, 2002; Barrantes *et al.* 2003 a, b).

La microrregión Platanar-La Vieja cuenta con excelentes condiciones para la generación hidroeléctrica; por eso en los últimos años se incrementó el número de proyectos en su territorio (11 plantas hasta el 2005) (véase cuadro 1).

Cuadro 1

Potencia y energía por toma de proyecto hidroeléctrico en las microcuencas La Vieja y Platanar

Proyecto	Área de la cuenca de aporte (Km ²)	Potencia (Kw)	Energía promedio anual (GW-h)
Microcuenca LA VIEJA			
Chocosuela (1)	42,6	8200	17,8
Florencia			
-Toma río La Vieja	49,7	2179,3	5,1
El Porvenir	21,9	5000	1,9
	Total	15379	24,8
Microcuenca PLATANAR			
El Embalse	8,79	2000	8,0
Matamoros	38,3	3000	18,7
Platanar	49	15000	86,1
Quebrada Azul	7,8	250	1,62
San Vicente	4,11	75	0,2
	Total	20325	114,6

La microrregión Platanar-La Vieja cuenta con excelentes condiciones para la generación hidroeléctrica; por eso en los últimos años se incrementó el número de proyectos en su territorio (11 plantas hasta el 2005).

(1) No incluye las etapas Chocosuela II y III de este proyecto hidroeléctrico.

Fuente: Tomado de Chaves, 2002: 167.

A pesar de ser considerada durante mucho tiempo como una forma de energía limpia, la literatura sobre el tema cita importantes impactos ambientales, sociales y económicos de los proyectos hidroeléctricos, a saber:

- Afectación de los ecosistemas fluviales (como la fragmentación de los hábitats acuáticos).
- El rompimiento de los patrones migratorios de las especies.

- La afectación de los ciclos reproductivos de las especies.
- Disminución y desaparición de especies.
- El rompimiento de los patrones de sedimentación de materiales y la alteración de los ingresos *heterotróficos* en el curso superior.
- Perjudican la abundancia y la riqueza taxonómica de los ríos.

Las aguas negras y residuales domésticas, industriales y de establecimientos comerciales llegan a los ríos de la microrregión sin ningún tratamiento, puesto que no existe alcantarillado sanitario en las poblaciones principales; se constituyen así en una importante fuente contaminadora y transforman los cuerpos de agua superficiales en verdaderas alcantarillas al aire libre.

- Cambios en la velocidad y profundidad del agua a causa de las retenciones en los embalses y la liberación de caudales para incrementar la producción energética en las horas pico.
- Se inundan suelos de vocación agropecuaria.
- Las zonas de irrigación, a partir de los embalses, influyen en la expansión de enfermedades.
- El suministro de nutrientes aguas abajo suele menguar (se perjudica de este modo a los agricultores que dependen de esos fertilizantes naturales).
- Algunos suelos irrigados se anegan o salinizan.
- Se modifican los regímenes hidrológicos.
- Las comunidades pesqueras pierden su fuente de sustento.
- Se perjudican las empresas de acuicultura.
- Se afectan o destruyen sitios de interés arqueológico (Postel, 2000; Rodríguez, 2005).

La investigación de Barrantes *et al.* (2003 a) –que comparó el posible efecto sobre la fauna bentónica en ríos con y sin represas hidroeléctricas– concluyó que “variables como la abundancia y la riqueza taxonómica en el bentos muestran un descenso en los ríos en los que operan proyectos hidroeléctricos respecto a los que no los tienen”, lo cual permite “acumular evidencia de cambios de algún tipo que se puedan atribuir a este uso de los ríos” (Barrantes *et al.* 2003 a: 117).

Una de las represas consideradas en dicho trabajo fue Chocosuela, construida sobre el río La Vieja; aquí la *media de individuos por área muestral* fue 60 veces menor que en los ríos sin proyectos (Ron Ron, afluente del río La Vieja, y Santa Clara); en cuanto a la riqueza taxonómica aparecieron, en una medición hecha en julio del 2002,

diferencias muy marcadas entre el río Santa Clara (42 *taxones* y sin proyecto hidroeléctrico) y el río La Vieja (5 *taxones*, con represa).

Sin embargo, en otros indicadores (como los índices de *Diversidad de Shannon-Wiener* y de *Dominio de Simpson*) no se encontraron diferencias apreciables entre los ríos que tuvieran o carecieran de represas, fenómeno atribuido a diversas causas, como la lejanía de la toma de muestras respecto a la ubicación de las represas o a la necesidad de realizar mediciones de más largo plazo; los autores sugieren evaluar de forma más metódica el impacto de las actividades humanas (agropecuarias, mineras, hidroeléctricas) sobre la dinámica de los ecosistemas acuáticos (Barrantes *et al.* 2003 b).

La contaminación fecal

Las aguas negras y residuales domésticas, industriales y de establecimientos comerciales llegan a los ríos de la microrregión sin ningún tratamiento, puesto que no existe alcantarillado sanitario en las poblaciones principales; se constituyen así en una importante fuente contaminadora y transforman los cuerpos de agua superficiales en verdaderas alcantarillas al aire libre.

Sin embargo, este juicio debe matizarse un poco. En el 2003 se hizo una encuesta entre 15 empresas e instituciones de Ciudad Quesada y el 93% de los establecimientos contaban con plantas de tratamiento que se encargaban de depurar principalmente las aguas negras, los desechos del proceso productivo, aceites y las aguas residuales (Villalobos, 2003).

Los ingenios azucareros de la microrregión (Santa Fe y Quebrada Azul) utilizan filtros de ceniza, lagunas de oxidación y trampas de ceniza, mientras la empresa Dos Pinos tiene una laguna de oxidación que purifica los desechos mediante bombas de oxigenación (Villalobos, 2003). Sin embargo, durante varios años esta planta

El estudio halló que la mayor acidez se presentaba en Florencia; que las diferentes concentraciones de oxígeno disuelto en los puntos muestreados superan los requerimientos mínimos aceptados como teóricos para el desarrollo de la vida; que la abundancia de individuos disminuye conforme aumenta la polución y que las aguas del río Peje están muy contaminadas con coliformes fecales.

funcionó defectuosamente, por lo cual los desechos se lanzaban a una quebrada afluente del río Platanar.

En 1995 se hizo un estudio en el río Platanar, tomando cinco puntos de muestreo, desde la naciente hasta la desembocadura del río, con tres puntos intermedios (uno en el centro de Ciudad Quesada y otros dos antes y después de este centro urbano). El estudio encontró los mayores *niveles de acidez y de menor concentración de oxígeno* en los puntos de muestreo 3 y 5 (barrio San Roque y la desembocadura del río), lo cual era de esperar ya que en el primer punto el río Platanar (o sus afluentes) reciben la acumulación de los desechos agropecuarios (lecherías), agroindustriales (ingenio Santa Fe), industriales (plantas procesadoras de la empresa Dos Pinos, especialmente la de quesos) y de los barrios de Ciudad Quesada ubicados en las márgenes de los ríos; en la desembocadura, el Platanar recibía los desechos de las fincas ganaderas y del ingenio Quebrada Azul. En todos los puntos arriba mencionados se halló la mayor cantidad de *coliformes totales* (Ampié *et al.* 1995).

Un estudio llevado a cabo en el cauce del río Peje (Blanco *et al.* 1996) siguió una metodología similar al de Ampié *et al.* (1995), aunque introdujo variables como la *fauna bentónica* y la presencia de *coliformes fecales*. El estudio tomó cuatro puntos de muestreo: cerca de la naciente del río (San Vicente de Ciudad Quesada); La Abundancia de Ciudad Quesada; el centro de Florencia y la comunidad de Peje Viejo, también en el distrito de Florencia.

El estudio halló que la *mayor acidez* se presentaba en Florencia; que las diferentes *concentraciones de oxígeno disuelto* en los puntos muestreados superan los requerimientos mínimos aceptados como teóricos para el desarrollo de la vida; que la *abundancia de individuos* disminuye conforme aumenta la polución y que las aguas del río Peje *están muy contaminadas con coliformes fecales*.

Dentro de la microrregión frecuentemente las plantas de ordeño se construyen junto a los ríos para arrojar las excretas a sus aguas. Según un estudio de CAPLE (2004) realizado en lecherías de San Carlos, las vacas que pesan en promedio entre 380 y 400 kilos producen diariamente un promedio de 215 kilogramos de excretas, y se requieren 4900 litros de agua para lavarlas.

Aunque faltan estudios concretos que cuantifican la cantidad de desechos que van a parar a las aguas superficiales de la microrregión, el citado estudio de CAPLE da ese impacto por un hecho, lo mismo que el estudio de Arroyo y Gutiérrez (2004).

Son muy pocas las fincas de la microrregión que utilizan *plantas de tratamiento para los desechos* (un estudio determinó que solo un 13% de las fincas lecheras de San Carlos –se incluían en la muestra fincas de la microrregión Platanar-La Vieja– realizaban alguna forma de tratamiento de los desechos) (CAPLE, 2004) o *biodigestores* para darles usos alternos (gas como fuente energética).

El cuadro 2 indica que dentro de la microrregión Platanar-La Vieja son mínimos los porcentajes de fincas que utilizan biodigestores para tratar los desechos agropecuarios: el 1,1% de las fincas lecheras, el 2,1% de las cañeras y ninguna de las hortícolas (1,3% para el conjunto de la Microrregión). Por su parte, el estudio de Arroyo y Gutiérrez (2004) encontró que en el distrito de Quesada solo el 0,6% de las fincas lecheras utilizaban biodigestor como medio para tratar los desechos (en el distrito de Zapote, también un importante productor lechero de la microrregión, ese porcentaje fue del 1,7%).

En el mismo estudio de Arroyo y Gutiérrez (2004) se determinó que cerca de la quinta parte de las fincas lecheras tira la boñiga directamente a los ríos (el 18,5% en el distrito de Ciudad Quesada y el 21,5% en el distrito de Zapote). El tratamiento biológico está poco extendido en las fincas lecheras de la microrregión (el 9,8% en

Cuadro 2

Uso de biodigestores en fincas lecheras, cañeras y hortícolas de la microrregión Platanar-La Vieja. 2003-2004

Uso de biodigestor	Actividad Agropecuaria y Microrregión							
	Ganadería lechera		Caña de azúcar		Horticultura		Microrregión Platanar-La Vieja	
	A	R	A	R	A	R	A	R
Usa	1	1,1	1	2,1	-	-	2	1,3
No usa	88	97,8	41	87,3	14	82,4	143	92,9
NS / NR	1	1,1	5	10,6	3	17,6	9	5,8
Total	90	100,0	47	100,0	17	100,0	154	100,0

A= ABSOLUTO R= RELATIVO. Fuente: Rodríguez, 2006.

Ciudad Quesada y el 3,0% en Zapote), lo mismo que el uso de lagunas de oxidación (el 3,5% en Ciudad Quesada y el 1,7% en Zapote).

En el cuadro 3 se observa la máxima cantidad de coliformes fecales permisibles según distintos usos dados a los ríos. En el cuadro 4 se muestran los resultados

obtenidos en estudios microbiológicos realizados en distintos tributarios del río San Carlos, entre ellos dos pertenecientes a la microrregión estudiada (Platanar y Peje).

En general puede decirse que la *contaminación fecal* en los ríos de la cuenca del río San Carlos es muy alta,

Cuadro 3

Criterios microbiológicos para distintos usos de los ríos

Usos	Coliformes fecales (NMP / 100 ML)
Natación (contacto primario)	500
Navegación (contacto secundario)	5000
Paisajística (contacto terciario)	10000
Riego de legumbres	200
Riego de campos de deporte o parques públicos	1000
Riego de árboles frutales	1000
Piscicultura	1000
Cultivo de camarones	100
Cultivo de almejas	4
Consumo humano	0

Fuente: González, 2002; Mora et al. 2004.

pero muy especialmente en el río Platanar, en el cual, incluso, se han detectado cifras alarmantes para los meses de mayo y octubre, que superan los 46000 NMP / 100 ML (González, 2002).

Hay periodos en los que el río Platanar no es apto para ninguno de los usos especificados en el cuadro 3, lo que muestra su gran nivel de contaminación por coliformes fecales, aunque en otros periodos la contaminación sea menor, pero siempre lo suficientemente elevada como para hacer inviables los usos ya mencionados.

Por su parte, la contaminación fecal detectada en el río Peje lo hace viable únicamente para la navegación y los usos paisajísticos. No se recomiendan usos adicionales.

En caso de construirse el alcantarillado sanitario de Ciudad Quesada, se podría disminuir de modo significativo la contaminación por coliformes fecales en la microrregión Platanar-La Vieja y en el conjunto de la cuenca del río San Carlos.

Los agroquímicos sintéticos

La literatura sobre el impacto de los plaguicidas sintéticos en el medio ambiente y las personas es abundante (Bifani, 1997; Nebel y Wright, 1999). Los plaguicidas envenenan los suelos, las aguas superficiales y subterráneas, y afectan a gran cantidad de ecosistemas y especies. Sus efectos sobre la salud humana están bien documentados (Rodríguez, 2005). De ahí que su aplicación en las labores agropecuarias, sobre todo cuando el uso es consuetudinario y sin que medien recomendaciones técnicas,

Los plaguicidas envenenan los suelos, las aguas superficiales y subterráneas, y afectan a gran cantidad de ecosistemas y especies.

Cuadro 4

Coliformes fecales (NMP / 100 ML) en algunos ríos de la microrregión Platanar-La Vieja y de la cuenca del río San Carlos, según distintas mediciones

RÍOS	(NMP / 100 ML) Julio 1999- marzo 2000	(NMP / 100 ML) Agosto 2000-agosto 2001
Javillos	1813	ND
Peje	1509	2252
Platanar	2342	10694
San Rafael	1494	ND
Kooper	1689	1896
Peñas Blancas	1101	688
Arenal	749	2175
Quebrada Wilson	1460	ND
Quebrada Providencia	928	ND
Caño Buenos Aires	1724	3904
Quebrada Rueda	1707	ND
Quebrada Tejona	ND	4160
Caño Paraíso	1381	ND
Tres Amigos	1287	3006

Fuente: González, 2002; Mora et al. 2004.

riñe crecientemente con las nociones de sostenibilidad (Gliessman, 2002; McGinn, 2002).

En los años 1995-1996 se efectuó una serie de trabajos en diversas localidades de la microrregión Platanar-La Vieja que, entre otras cosas, pretendían conocer el porcentaje de fincas que aplicaban plaguicidas. El porcentaje de fincas que usaban químicos sintéticos como medio exclusivo para combatir las plagas constituyó el 82,4% en San José de la Montaña (distrito Quesada); el 75% en La Abundancia (distrito Quesada); el 78,9% en Porvenir y Sucre (distrito Quesada), y el 70% en Florencia y alrededores (Rodríguez, *et al.* 2004).

En mayo y junio del 2001 se realizó un estudio similar en algunas de las localidades recién mencionadas (Sucre, San José de la Montaña), así como en otras ubicadas en la microrregión Platanar-La Vieja (San Vicente, San Juan y La Tesalia, todas pertenecientes al distrito Quesada). El estudio halló una disminución en el porcentaje de fincas que empleaban químicos sintéticos como estrategia exclusiva para el combate de las plagas: el 54,8%, mientras un 35,5% no los empleaban (Rodríguez, 2002).

Entre las razones que explican esta disminución están el creciente peso de los agroquímicos en la estructura de costos de las fincas, la decisión de algunas organizaciones de productores de privilegiar el uso de controles biológicos (como es el caso de los cañeros) y la mayor conciencia ambiental de los productores (Araya, 2004; Rodríguez *et al.* 2004).

Estudios más recientes indican que en las fincas lecheras, cañeras y hortícolas de la microrregión Platanar-La Vieja disminuye el uso de plaguicidas y aumentan los métodos alternos de control de plagas (Rodríguez, 2006). Las plagas que durante el 2004 atacaron la producción cañera se combatieron mediante controles

biológicos; solo en muy pocos casos se emplearon plaguicidas (DIECA, 2004).

Empero, en el control de las plagas que afectan al ganado en la microrregión Platanar-La Vieja los químicos sintéticos siguen predominando ampliamente: el 95,6% de las fincas lecheras utilizaban exclusivamente productos químicos (Rodríguez, 2006). Como dichos controles casi siempre se hacen en las propias lecherías, y estas suelen estar junto a los ríos (o cerca de ellos), aumentan las posibilidades de que los residuos químicos los contaminen.

Un estudio determinó que los plaguicidas más vendidos anualmente para la cuenca del río Carlos eran el *Paraquat* (13890 litros), el *Glifosato* (9846 litros), el *Diuron* (2450 litros), el *Diazinon* (2025 litros) y el *Igran* (1011 litros). Todos estos productos se aplican en la microrregión Platanar-La Vieja: el *Paraquat*, el *Glifosato* y el *Diuron* en la ganadería de leche y carne; el *Diazinon* y el *Glifosato* en la caña de azúcar (Viquez *et al.* 2001).

En el apartado 3.1.2 se hizo referencia al impacto de los fertilizantes sintéticos sobre los suelos. Pero estos fertilizantes también afectan los ecosistemas hídricos: “los desagües de los fertilizantes agrícolas, así como los de las casas en que se emplean detergentes domésticos comunes (los cuales son ricos en fosfatos), aumenta la velocidad de la eutrofización en los ríos y en los arroyos” (Sutton y Harmon, 2000: 148).

Los residuos de fertilizantes químicos nitrogenados que son arrastrados por las escorrentías desde los campos de cultivo pueden degradar la calidad del agua subterránea (en caso de que se infiltren hasta los acuíferos o sus lugares de recarga) y alterar la composición y estructura de la biodiversidad acuática (Solano, 2002).

Estudios realizados en aguas subterráneas de la Gran Área Metropolitana (GAM) de San José encontraron nitratos cuya procedencia se atribuye tanto a las aguas

Estudios más recientes indican que en las fincas lecheras, cañeras y hortícolas de la microrregión Platanar-La Vieja disminuye el uso de plaguicidas y aumentan los métodos alternos de control de plagas.

negras como a los fertilizantes químicos empleados en la agricultura, sobre todo en áreas de manejo intensivo (Astorga *et al.* 2000; Reynolds y Fraile, 2002). Este fenómeno puede estarse repitiendo en zonas donde, como sucede en la microrregión Platanar-La Vieja y en la cuenca del río San Carlos, se aplican grandes cantidades de fertilizantes sintéticos.

Hasta el momento no se posee información concreta y precisa del eventual envenenamiento ocasionado por los plaguicidas sobre los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad y los suelos de la microrregión Platanar-La Vieja.

Urge implementar investigaciones que cuantifiquen el impacto de los agroquímicos, así como experimentos que desarrollen alternativas a su empleo. Los estudios de Muñoz (2001a) y Araya *et al.* (2003) sobre *biocontroladores* en la caña de azúcar, los tubérculos y el plátano, entre otros productos, constituyen buenos ejemplos de lo que en esta dirección puede hacerse en la microrregión Platanar-La Vieja y en el conjunto de la cuenca del río San Carlos.

Bibliografía

- Altemburg, T; Hein, W; Weller, J. 1990. *El Desafío Económico de Costa Rica. Desarrollo agroindustrial auto centrado como alternativa.* San José, Editorial DEI.
- Altieri, Miguel. 2001. *Biología 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.
- Ampié *et al.* 1995. *Análisis físico-químico del río Platanar, San Carlos.* Santa Clara, ITCR-Colegio Científico.
- Arias, Dagoberto y Rodríguez, Lucía. 1996. *Zonas bioclimáticas de la región Huetar Norte de Costa Rica.* COSEFORMA/GTZ/MINAE.
- 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, DIECA.
- 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, Dos Pinos.
- Astorga, Allan *et al.* 2000. *Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental. Componente Costa Rica.* San José, FUDEU.
- Barrantes, Uriel; Springer, Monika; Mora, Giselle. 2003 a. *Condición de la fauna bentónica en ríos de la Cuenca del Río San Carlos.* En: *Tecnología en Marcha (Costa Rica)*: 16-1: 110-118.
- Barrantes, Uriel; Springer, Monika; Moya, Carlos. 2003 b. *La comunidad insectil en el bentos de los ríos de la Cuenca del río San Carlos.* En: *Tecnología en Marcha (Costa Rica)*: 16-1: 101-109.
- Bifani, Paolo. 1997. *Medio Ambiente y Desarrollo* (segunda edición). Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Blanco, M; Guerrero, H; Rodríguez, R. 1996. *Análisis Físico-Químico-Microbiológico y de Fauna Bentónica, Río Peje.* Santa Clara, ITCR-Colegio Científico.
- Boisier, Sergio. 1997. *El difícil arte de hacer región.* En: Sepúlveda, Sergio y Edwards, Richard (Comp.): *Desarrollo Sostenible. Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Rural.* San José, IICA, páginas 27-79.
- Boisier, Sergio. 1995. *La modernización del Estado. Una mirada desde las regiones.* En: NUEVA SOCIEDAD (Venezuela): 139, 38-50.
- Centro de Análisis de la Producción Lechera (CAPLE). 2004. *Visión sobre el Manejo de Desechos* (mimeógrafo). Ciudad Quesada, CAPLE.
- Cubero, Diógenes y Vieira, Marcos. 1994. *Planificación conservacionista participativa de fincas.* San José, MAG / FAO.
- 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.
- Demyk, Noelle. 1995. *Los Territorios del Estado-Nación en América Central. Una problemática regional*. En: Taracena, Arturo y Piel, Jean (Compiladores): *Identidades nacionales y Estado moderno en Centroamérica*. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica, páginas 13-30.
- DIECA. 2004. *Productores de la Zona de San Carlos. Plagas Periodo 2003-2004*. Ciudad Quesada, DIECA.
- 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, páginas 113- 148.
- Gliessman, Stephen. 2002. *Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- González, Enrique. 1990. *31 tesis para la delimitación de 116 subtipos del campo cultural residencial popular y no-popular en América Latina*. Caracas, CLACDEC.
- González, Zaire. 2002. *Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río San Carlos, utilizando coliformes como indicadores de contaminación*. En: Rodríguez, Francisco y Chaves, Adolfo (Compiladores): *Estudios sobre la cuenca del río San Carlos*. Cartago, Taller de Publicaciones ITCR, páginas 144-157.
- INEC. 2001. *IX Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados Generales*. San José, INEC.
- Ludevid, Manuel. 1998. *El cambio global en el medio ambiente. Introducción a sus causas humanas*. Méjico DF, ALFAOMEGA Grupo Editor.
- Martínez, Max. 1996. *Determinación de la erosión en cuatro uso de la tierra (bosque, cítricos, pastos, suelo desnudo) en la región Huetar Norte de Costa Rica*. Tesis. Santa Clara, ITCR, Escuela de Agronomía.
- McGinn, Ana. 2002. *Reduciendo nuestra carga tóxica*. En: *La Situación del Mundo 2002*. Barcelona, Icaria Editorial, páginas 141-180.
- 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.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2002. *Estudios de Suelos y Capacidad de uso de las Tierras para la zonificación agropecuaria de las Regiones Huetar Norte, Atlántica y Brunca. Informe Final Región Huetar Norte*. San José, MAG.
- Molina, Rolando. 1978. *El proceso histórico-geográfico de la colonización agrícola en San Carlos, Costa Rica, 1850-1977*. Tesis. San José, Escuela de Historia, Universidad de Costa Rica.
- Molina, Rolando. 1996. *San Carlos: el marco político-administrativo, geográfico e histórico de la región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, COOIQUE R. L.
- Montagnini, Florencia y Jordan, Carl. 2002. *Reciclaje de nutrientes*. En: Guariguata, Manuel y Catan, Gustavo (Editores): *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Cartago, Ediciones LUR, páginas 167-191.
- Mora, J; Chaves, A; Rodríguez, F; Solís, E. 2004. *Evaluación fisicoquímica de la cuenca del río San Carlos*. En: *Tecnología en Marcha (Costa Rica)*: 16,3: 38-43.
- Muñoz, Carlos. 2001. *Impacto del manejo del cultivo de plátano (Musa AAB) sobre la ecología de las poblaciones de picudo (cosmopolitas sordidus) y la severidad de los ataques en San Carlos, Costa Rica*. Propuesta de Tesis Doctoral. San José, Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica.
- Nebel, Bernard y Wright, Richard. 1999. *Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible* (sexta edición). Méjico DF, Prentice Hall.
- Núñez, Jorge. 2001. *Manejo y Conservación de Suelos*. San José, EUNED.
- Orozco, Jeffrey. 1997. *Rasgos de Insostenibilidad en los Patrones de Producción, Consumo y Distribución de Costa Rica*. Heredia, SINADES-UNA.
- Postel, Sandra. 2000. *Reinvención de la agricultura de regadío*. En: Brown, Lester y otros: *La Situación del Mundo 2000*. Barcelona, Icaria Editorial, páginas 79-110.
- 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, páginas 19-32.

- Richters, Eric. 1995. *Manejo del uso de la Tierra en América Central. Hacia el aprovechamiento sostenible del recurso Tierra*. San José, IICA.
- 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 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.
- Rodríguez, Francisco. 2001. *Región, Identidad y Cultura*. San José, Ediciones Perro Azul.
- Rodríguez, F; Chaves, A; Barrantes, U; 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.
- Rodríguez, Norman. 1996. *Determinación de la erosión hídrica y la pérdida de nutrientes utilizando lotes de escorrentía en la Región Huetar Norte de Costa Rica*. Informe Final de proyecto de investigación. Santa Clara, ITCR, Escuela de Agronomía.
- Rondinelli, Dennis. 1997. *Análisis Espacial para el Desarrollo Regional: Caso de la Cuenca del Río Bicol en Las Filipinas*. En: Sepúlveda, Sergio y Edwards, Richard (Compiladores): *Desarrollo Sostenible. Organización Social, Marco Institucional y Desarrollo Rural* (primera reimpression). San José, IICA, páginas 339-440.
- Sandí, Lidier. 1997. *Determinación de la pérdida de suelo en cuatro usos de la tierra (bosque, cítricos, pasto y suelo desnudo) en la región Huetar Norte de Costa Rica*. Tesis. Santa Clara, ITCR, Escuela de Agronomía.
- Sepúlveda, Sergio. 1997. *Desarrollo Sostenible Microrregional*. En: Sepúlveda, Sergio y Edwards, Richard (Comp.): *Desarrollo Sostenible. Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Rural*. San José, IICA, páginas 9-26.
- Sepúlveda, Sergio. 2002. *Desarrollo Sostenible Microrregional. Métodos para Planificación Local*. San José, IICA-UNA-CDT.
- 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, páginas 227-246.
- Sutton, David y Harmon, Paul. 2000. *Fundamentos de Ecología*. Méjico DF, Editorial Limusa / Noriega Editores, 2000.
- Sutton, David y Harmon, Paul: *Fundamentos de Ecología*. Méjico DF, Editorial Limusa / Noriega Editores.
- Valle, Nydia. 1986. *Proceso de Estructuración del Espacio Urbano en Ciudad Quesada 1930-1985*. Tesis. Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudio de Posgrado.
- Vargas, Alfonso. 1986. *Sinopsis histórica del cantón de San Carlos*. Ciudad Quesada, Municipalidad de San Carlos/Grupo Cultural TRAPICHE.
- Villalobos, Adrián. 2003. *Uso de Plantas de Tratamiento en las Principales Empresas e Instituciones de Ciudad Quesada y alrededores*. Santa Clara, ITCR, Escuela de Ciencias.
- Viquez, Gabriela et al. 2001. *Venta de Plaguicidas en los establecimientos comerciales de San Carlos*. Santa Clara, ITCR, Sede San Carlos, Escuela de Administración de Empresas.
- Wo Ching, Eugenia et al. 1997. *Estudio de la actividad minera de oro a cielo abierto en la cuenca binacional del río San Juan*. San José, CEDARENA-AECO-MAN.