

Modelación del uso de la tierra para orientar el ordenamiento territorial en la subcuenca del Río Copán, Honduras

Rovell Guillén

Fondo de Inversión Social para el
Desarrollo Local, El Salvador
rguillen@fisdsl.gob.sv

Jorge Faustino

CATIE.jfaustino@cabecolor.hn

Sergio Velásquez

CATIE.svelasqu@catie.ac.cr

Hernán Solís

Universidad de Costa Rica
hsolis@yahoo.com



La propuesta de ordenamiento territorial para la subcuenca del río Copán se elaboró a partir de la modelación de la situación actual y considerando variedades biofísicas y socioeconómicas.

Resumen

El estudio consistió en modelar el uso de la tierra en la subcuenca del río Copán, occidente de Honduras, por medio de programación lineal y sistemas de información geográfica. Se elaboró un modelo que integró variables socioeconómicas y biofísicas de la subcuenca, incluyendo restricciones de tipo ambiental que limitan el uso de la tierra. El modelo maximizó el ingreso neto de la subcuenca y minimizó el daño causado por las actividades productivas; a la vez, determinó el uso de la tierra y las áreas propuestas para cada uso.

Como resultado de la modelación, se obtuvo un ingreso neto 43,8% mayor que con las condiciones actuales del sistema. En el escenario modelado desaparecen las áreas existentes de bosque sin uso, pastos y matorrales; el café disminuye en un 78,2%, pero aumentan el bosque para aprovechamiento forestal (34,2%) y el área para el cultivo de granos básicos (21,3%). El análisis de conflictos entre el uso actual y el ordenamiento territorial propuesto muestra que el 63,4% de los suelos de la subcuenca tienen conflictos de uso; por su parte, el análisis de conflictos entre el escenario modelado y el uso actual determinó un 75,4% de zonas en conflicto.

Palabras claves: Utilización de la tierra; modelos; programación lineal; sistemas de información geográfica; cuencas hidrográficas; río Copán, Honduras.

Summary

Modelling of land use as a tool for land management in the Copan river sub-watershed, Honduras. The study is intended to model land use in the Copan River basin, in western Honduras. Linear programming and Geographic Information Systems were used to design the model, integrating currently socio-economic and biophysical data, and environmental restrictions that aim to impose conditions to land use. The model proposed maximized net profits and minimized environmental damage caused by productive activities. The model also determined land uses and corresponding area to each use. The model determined a net profit 43,8% greater than current conditions. In the model scenario, areas of non-used forest, pastures and weeds were not considered. Coffee plantations decreased in 78,2%, but productive forests increased in 34,2% and croplands increased in 21,3%. Conflicts of use were detected in land use (75,4%) and territorial ordering (63,4%).

Keywords: Use land; models; Geographic Information Systems; linear programming; watershed; Copan river; Honduras.

La degradación de las tierras tiene su raíz en factores económicos, sociales y culturales que se traducen en la sobreexplotación de los recursos y en prácticas inadecuadas de manejo de los suelos y aguas. Esta situación conlleva a la pérdida de la fertilidad del suelo y, en consecuencia, a la disminución de la productividad, reducción de los rendimientos de la producción agropecuaria y de la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

En Honduras, durante varios años se han aplicado metodologías de clasificación de tierras por capacidad de uso, con el fin de recomendar aquellos usos que protejan los suelos. No obstante, en la práctica los resultados no han tenido el impacto positivo esperado pues las metodologías se han basado casi exclusivamente en los elementos biofísicos y no han tomado en consideración los aspectos socioeconómicos. Por años, la planificación del territo-

rio en el país se ha realizado sin una mirada integral. Por esta razón, se ve la necesidad de armonizar el uso de la tierra, mediante la planificación del uso de la misma, partiendo de una evaluación sistemática del potencial del suelo y el agua, de las alternativas de su aprovechamiento, manejo, utilización y de las condiciones económicas y sociales que permitan orientar la búsqueda para seleccionar y adoptar las mejores opciones (FAO 1985, 1994, 2001).

Con base en esta problemática se considera necesario formular diferentes alternativas para la utilización del recurso suelo, que permitan mejorar las condiciones económicas de los productores de la subcuenca del río Copán. Estas alternativas pueden ser generadas por medio de la simulación de escenarios que maximicen los ingresos netos, tomando en cuenta la aptitud del suelo y las diferentes variables socioeconómicas que caracterizan la zona de estudio, así como la planificación del ordenamiento territorial en pro del mejoramiento ambiental de la subcuenca.

Con este estudio se modeló el uso de la tierra en la subcuenca del río Copán, integrando variables biofísicas y socioeconómicas que orienten la planificación del ordenamiento territorial y el manejo de los recursos naturales, por medio de la programación lineal y un sistema de información geográfica. Con ese objetivo en mente se desarrollaron las siguientes tareas:

- Se aplicó una metodología de modelación mediante Programación Lineal (PL) y Sistema de Información Geográfica (SIG) para maximizar el ingreso neto y optimizar el uso de la tierra en la subcuenca.
- Se elaboró una propuesta de ordenamiento territorial mediante la modelación del uso de la tierra, para integrar las variables biofísicas y socioeconómicas de la subcuenca.
- Se estableció la relación entre el escenario base, el ordenamiento territorial propuesto y las condiciones actuales de la subcuenca, mediante un análisis de conflictos de uso de la tierra.

Metodología

Recopilación y análisis de la información

El estudio consistió en modelar el uso de la tierra en la subcuenca del río Copán, utilizando PL y SIG. Inicialmente se desarrolló un perfil so-

cioeconómico de la subcuenca mediante talleres con los pobladores de las comunidades (en esta fase se definió también el objetivo del modelo de optimización) y entrevistas personales con los productores.

La encuesta aplicada a los productores se diseñó con preguntas cerradas de fácil tabulación que proporcionaron los datos siguientes: actividades productivas principales, disponibilidad de capital, mano de obra por cultivo, precio de venta de los productos, rendimientos por actividad y autoconsumo. Los datos fueron introducidos en una hoja electrónica (Excel) para su tabulación. Esta información fue analizada para determinar el ingreso neto que los pobladores perciben en las condiciones actuales de la subcuenca. En la Figura 1 se muestra el diagrama metodológico seguido para la elaboración del estudio.

Determinación de las unidades de tierra homogénea

Una unidad de tierra homogénea (UTH) se puede definir como una superficie de terreno con atributos múltiples y características similares que pueden ser representados cartográficamente, según criterios previamente establecidos.

En este estudio se utilizó el programa ArcView 3.2 para la determinación de las UTH; para ello se sobrepusieron los mapas de accesibilidad, restricciones legales, suelos, zonificación altitudinal y pendientes. La Figura 2 muestra las UTH definidas en la subcuenca del río Copán.

Accesibilidad: se establecieron zonas de influencia alrededor de las vías de acceso transitables de la subcuenca, determinando rangos de 0- 500 m, 500-1000 m, 1000-1500 m y más de 1500 m.

Restricciones legales: con base en la Ley Forestal de Honduras se determinaron las siguientes categorías: área forestal declarada y zona de amortiguamiento de ríos (150 m a

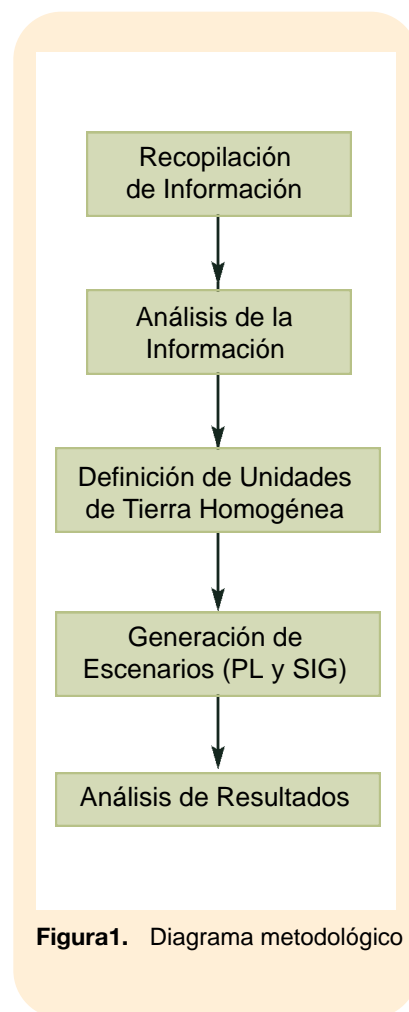


Figura 1. Diagrama metodológico

cada lado de los afluentes permanentes y 250 m alrededor de las nacientes), definidas finalmente en el modelo como zona sin restricción y zona restringida.

Suelos: se generó a partir de la clasificación de suelos de Honduras, desarrollada por Simmons y Castellanos (1968) y digitalizada por el CIAT-LADERAS. En la subcuenca se determinaron cuatro tipos de suelos: Chandala, Naranjito, Suelo de los Valles y Sulaco.

Zonificación: se definieron dos clases; zona alta y zona baja; en la delimitación se tomó como referencia la cota de 900 msnm.

Pendientes: a partir de un modelo de elevación digital, se definieron cuatro rangos: 0-15%, 15-30%, 30-45% y >45%.

Generación de escenarios

Construcción del modelo de programación lineal: una vez establecidos los parámetros, se construyó el modelo lineal para la simulación utilizando el programa “General Algebraic Modeling System” (GAMS). El problema de PL planteado envuelve un conjunto de ecuaciones lineales simultáneas, que representaron las condiciones del problema (restricciones) y una función lineal en la cual se enuncia el objetivo (función objetivo).

Definición de las actividades: inicialmente se consideraron las variables estructurales del modelo, las cuales corresponden a las diferentes alternativas de producción en la subcuenca: bosque (AF: aprovechamiento forestal y BsU: bosque sin utilización), pasto, matorrales, cultivos agrícolas, (maíz, frijol de primera y postrera) y cafi-cultura.

Definición de las restricciones: mediante inecuaciones o desigualdades lineales se establecieron las restricciones del modelo. Las condiciones del problema se representaron de la siguiente forma:

- Límite de tierra: el área asignada a cada uso del suelo debe ser igual a las áreas generadas en las UTH, y la sumatoria no debe sobrepasar el área que comprende la subcuenca.
- Límite de capital: el costo de producción no debe superar el capital disponible con el que cuentan los productores.
- Límite de mano de obra: la cantidad de jornales utilizados para la producción debe ser menor o igual a la población económicamente activa de la subcuenca.
- Límite de consumo: las áreas cultivadas deben asegurar el autoconsumo de la población.

Con la definición de estas limitaciones se maximizó el ingreso neto de la subcuenca según las condiciones actuales, para finalmente generar el escenario base.

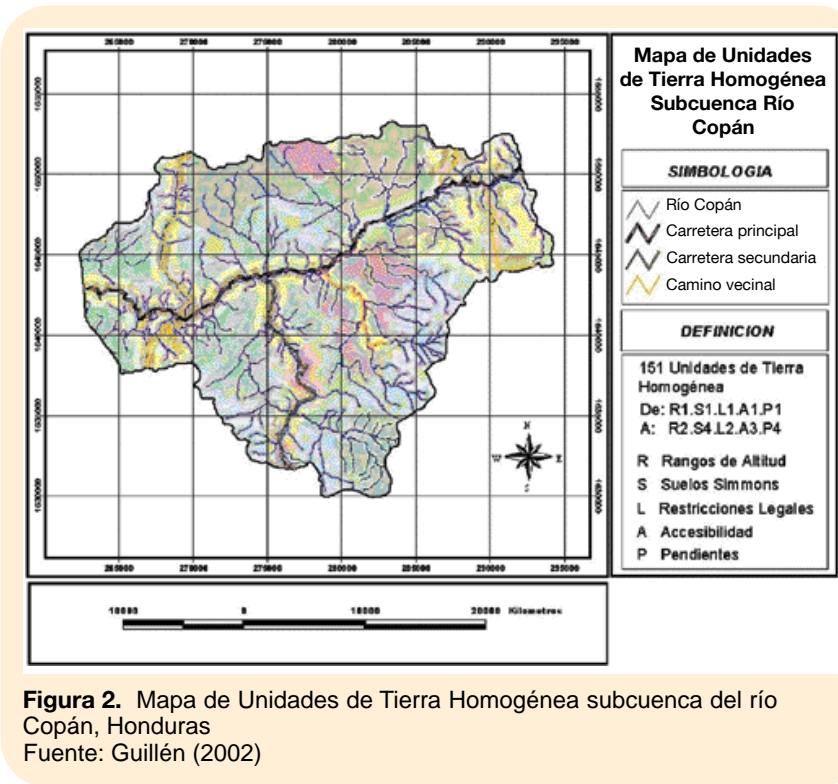


Figura 2. Mapa de Unidades de Tierra Homogénea subcuenca del río Copán, Honduras
Fuente: Guillén (2002)

Definición de la función objetivo: la función objetivo se planteó como la diferencia entre los ingresos brutos (por la venta de productos provenientes de las cosechas) menos los costos de producción. La ecuación resultante para definir el modelo, el cual fue la guía para la optimización, se desarrolló de la siguiente forma:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_jx_j + \dots - a_nx_n = f(x)$$

Geoméricamente estas relaciones son semejantes a líneas rectas en dos dimensiones, donde las variables conocidas (a_j) representan los ingresos o los costos de producción de los cultivos por hectárea, y $f(x)$ es el margen bruto de ganancia. Las variables desconocidas (x_j), corresponden a la superficie de terreno que ocupa cada actividad productiva en hectáreas.

Proceso de optimización de la subcuenca: este modelo permite tomar decisiones a partir del planteamiento de desarrollo del modelo

matemático proveniente del sistema de producción. Además, permite el planteamiento de problemas que se caracterizan por la necesidad de asignar recursos limitados al sistema y obtener, mediante su desarrollo, soluciones óptimas de acuerdo con el objetivo propuesto. El modelo fue construido como una matriz de doble entrada, en donde se cruzan las actividades productivas del sistema y las restricciones que lo afectan.

Resultados y discusión

Proceso de optimización

El mejoramiento socioeconómico es una vía para la conservación de áreas sometidas a una fuerte presión en la utilización de sus recursos naturales. Por eso, esta fase del estudio se desarrolló mediante la modelación de la situación actual, utilizando la programación lineal como herramienta primaria. El proceso de optimización del uso de la tierra en la subcuenca del río Copán mostró un aumento significativo del ingreso neto obtenido con la modelación:

Lps.5 579 017 372; un 43,8% mayor que las condiciones actuales del sistema. El ingreso mensual por zona altitudinal para la población económicamente activa fue de Lps.4 584 en la zona baja y de Lps.2 286¹ en la zona alta de la subcuenca. Estos resultados coincide con Chaves *et al.* (1992), cuyo objetivo fundamental era la conservación del sistema y la disminución de daños a la subcuenca causados por las actividades productivas en zonas no aptas, las cuales fueron determinadas por el modelo para fomentar el desarrollo socioeconómico de los actores involucrados.

El modelo, además, maximizó el sistema productivo tradicional desarrollado por los productores, quienes no utilizan prácticas agropecuarias tecnificadas (sistemas agroforestales, conservación de suelos, agricultura orgánica, etc.). Este sistema de producción convencional usa los suelos de manera intensiva y es un agente de degradación que ha convertido la mayor parte de la cobertura boscosa a otros usos (Rivera 1998). Tal problemática hace importante que se introduzcan prácticas que minimicen su impacto ecológico en la subcuenca; por ello, el ordenamiento territorial debe contener un fuerte componente de medidas de mitigación para las actividades productivas más degradantes del suelo. Una ventaja de esta metodología es que el modelo incluye parámetros que restringen el uso de la tierra en diferentes áreas de la subcuenca, ya que promueve los usos más rentables y de menor impacto.

Tragsatec (1998, citado por Jiménez 2000) menciona que las metodologías aplicadas tradicionalmente no han tenido el éxito esperado por su pobre enfoque socioeconómico; no obstante, han sido de amplia difusión y en su momento resultaron muy útiles. La metodología utilizada para esta investigación considera, además de las variables biofísicas,

los factores socioeconómicos que condicionan la utilización de la tierra actualmente en la subcuenca. Si bien este es un estudio de uso de la tierra que busca determinar las aptitudes de uso, también pretende determinar las preferencias de uso para la satisfacción de necesidades sociales y económicas.

A los usuarios de los recursos naturales les motiva más el ingreso económico que el manejo ecológico y racional de sus sistemas de producción (Meléndez y Faustino 1998). Esta realidad se refleja al comparar la situación actual con el escenario modelado, que genera un aumento en el ingreso neto de la subcuenca mayor que el de las condiciones actuales. Las respuestas que al final interesan son aquellas que presentan un beneficio económico paralelo a la conservación; en consecuencia, tales factores deben considerarse en la planificación del manejo de cuencas y especialmente en la orientación del ordenamiento territorial.

Generación del escenario base

Con base en la utilización de la tierra, el escenario base promueve la utilización del 53,2% del área total de la subcuenca para aprovechamiento forestal, 2,5% para el cultivo del café, 22,7% para la producción de maíz, 10,9% y 10,8% para el cultivo de frijol de primera y postrera, respectivamente. El modelo no favorece los pastizales ni matorrales como usos posibles pues se consideran no rentables (Figura 3).

El área de bosque para aprovechamiento forestal en el escenario base es mayor que el uso actual; las áreas que asigna el modelo para esta actividad se relacionan muy de cerca con el acceso, lo cual en la realidad es un factor fundamental para hacer esta actividad más rentable. El modelo propone que las áreas de pastos y matorrales se empleen en el establecimiento de bosques para aprovechamiento forestal y para cultivos agrícolas, pues estas actividades son más rentables.

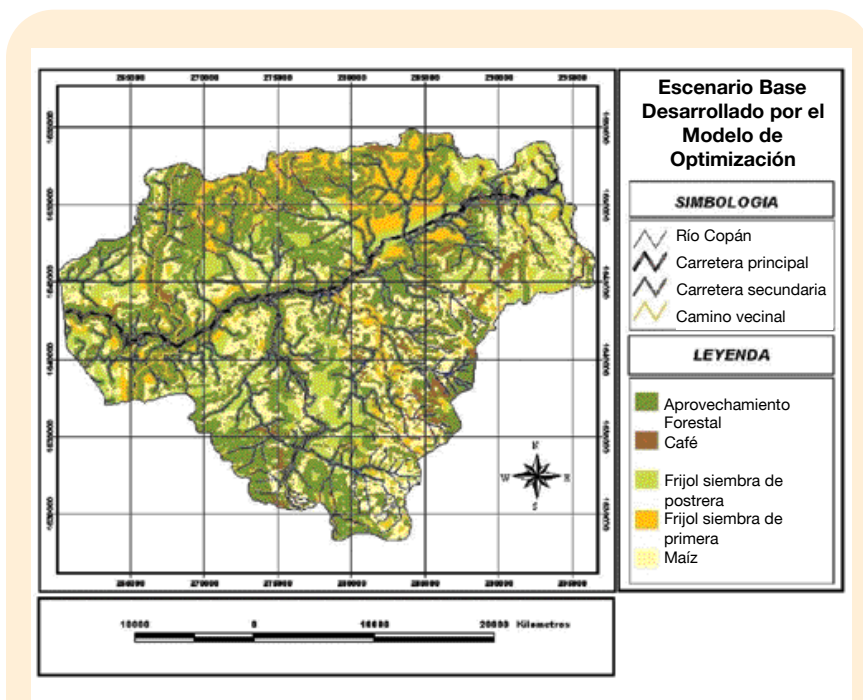


Figura 3. Escenario Base, subcuenca del Río Copán, Honduras
Fuente: Guillén (2002)

¹ Tipo de cambio al 31 de Julio del 2002: L15,87 = US\$1

Según el diagnóstico rural participativo hecho en la subcuenca, el Departamento de Copán es uno de los más pobres de Honduras. Aquí, la producción de granos básicos busca suplir las necesidades de consumo familiar (agricultura de subsistencia), pero en muchos casos, los productores deciden recurrir a préstamos ante cooperativas establecidas en la zona para la inversión inicial, por lo que deben cubrir estos costos con excedentes de producción. En consecuencia, en el modelo propuesto, además de las áreas de aprovechamiento forestal, aumentan las de cultivo de granos básicos para asegurar el abastecimiento.

El uso de la tierra propuesto por el modelo de programación lineal se considera un sistema más eficiente, ya que muestra correlación entre los efectos previstos por el modelo y lo que sucede en la realidad, lo que permite determinar lineamientos del uso de la tierra en la subcuenca del río Copán. Estrada *et al.* (1999) confirma que la utilización de la programación lineal para la integración de variables de tipo biofísico, social y económico son herramientas de mucha utilidad en la construcción de sistemas de producción más eficientes. Para el caso de la subcuenca del río Copán, la programación lineal fue aplicable en la modelación del uso de la tierra y la generación del escenario base que permita orientar la planificación del ordenamiento territorial (Figura 4).

El autoconsumo limita fuertemente la utilización de la tierra. Así, algunas áreas restringidas por ley, son empleadas en la producción de granos, sin tomar en cuenta la categoría restrictiva. Este estudio propone un escenario de ordenamiento del territorio que considere ambas situaciones; por una parte, la optimización mediante el fomento de los usos propuestos por el modelo y, por otra, la protección de los recursos tal y como lo determina la Ley Forestal vigente en Honduras.

En la subcuenca se ubica una zona de protección forestal, declarada por Acuerdo Ejecutivo del Congreso Nacional. Las otras áreas de restricción incorporadas al escenario fueron las zonas productoras de agua (un radio de 250 metros alrededor de los nacimientos de agua) y las zonas protectoras de las riberas de los ríos (150 metros a ambos lados del margen de ríos).

En cuanto al uso de la tierra para producción agrícola, se propone fomentar la agricultura orgánica y complementar las actividades agrícolas con el turismo ecológico mediante la implementación de paquetes turísticos que permitan a los visitantes conocer un poco más de cerca a los productores y el tipo de actividades que realizan, así como sus costumbres, comidas, etc. El ingreso generado por este rubro podría ayudar a paliar los altos índices de pobreza existentes en la zona y promover el desarrollo integral del territorio.

Con medidas como estas se asegura que la cobertura boscosa se conserve mediante el cumplimiento

de las leyes, se reorienten las actividades de producción agropecuaria para fomentar el desarrollo sostenible del territorio y se guarde la armonía con el medio ambiente. Esta propuesta permite revertir en cierta medida la problemática actual de las cuencas hidrográficas en Honduras, al incorporar actividades adecuadas de manejo y uso de la tierra que minimicen el deterioro y protejan el patrimonio de las futuras generaciones (Vargas 1992). Según Ogata (2000), esta propuesta se enmarca dentro de los objetivos primordiales de la “Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial”, ya que apunta hacia el uso racional de los recursos naturales y los sistemas productivos de la subcuenca y, consecuentemente, del país.

Conflictos entre el uso actual y el escenario base

En esta fase del estudio se comparó el escenario base generado en la modelación del uso de la tierra con el escenario de uso actual mediante un análisis de conflictos entre am-

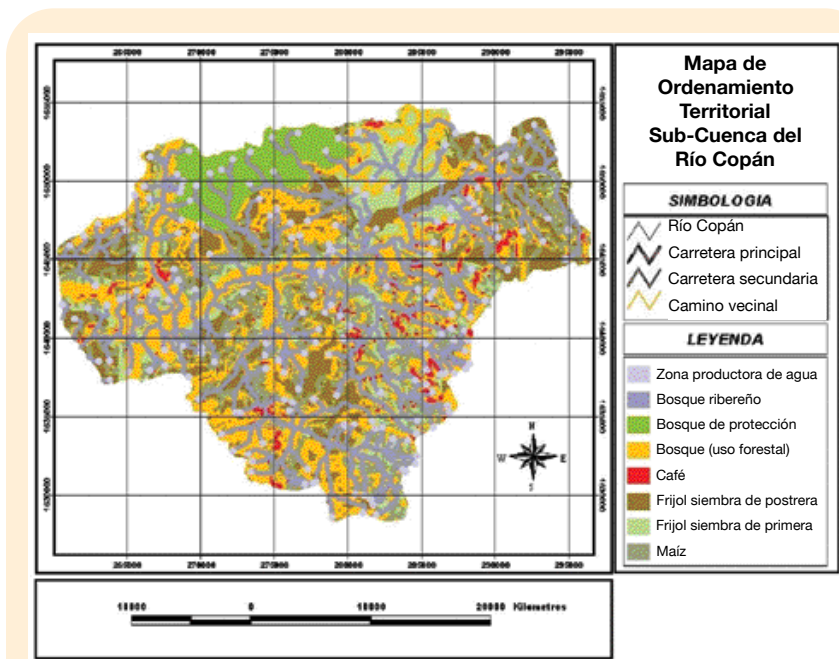


Figura 4. Mapa de ordenamiento territorial, subcuenca del Río Copán, Honduras
Fuente: Guillén (2002)

bos. Se definió como ‘uso correcto’ las áreas donde coinciden el uso propuesto y el uso actual, y ‘conflicto de uso’ las áreas donde no coinciden. El mapa generado mediante la superposición del escenario base y el uso actual de la tierra demuestra que el 75,4% del territorio presenta conflictos de uso (Figura 5).

La propuesta de ordenamiento del territorio para la subcuenca presenta un menor porcentaje de áreas en conflicto, por lo que éste se acerca más a la realidad de la zona, situación que estratégicamente es positiva para la planificación e implementación de la propuesta.

La principal limitante para la subcuenca es el consumo, razón por la cual áreas consideradas como restringidas legalmente para su uso, el modelo las utiliza para la producción de granos básicos con el fin de asegurar el autoconsumo de la población.

El escenario generado por modelación promueve usos que aportan mayor cantidad de sedimentos, por consiguiente es importante la asistencia técnica en conservación de suelos e inspecciones rigurosas en las actividades de manejo forestal.

Conflictos entre ordenamiento territorial propuesto y uso actual
Mediante un mapa adicional se buscó determinar las áreas que muestran conflictos de uso, según el ordenamiento territorial propuesto y el uso actual de la tierra (Figura 6). Este mapa refleja que el 63,4 % de áreas tienen conflictos de uso, mientras que el 36,6 % muestra un uso correcto. Si se comparan los mapas de las figuras 5 y 6, se puede observar que en el último se da una disminución en las áreas con conflictos de uso de la tierra; tal situación permite encaminar acciones para planificar adecuadamente el ordenamiento territorial, tomando como base el ordenamiento territorial propuesto y así controlar y revertir la degradación de los recursos naturales, mitigar la pobreza rural y resolver los

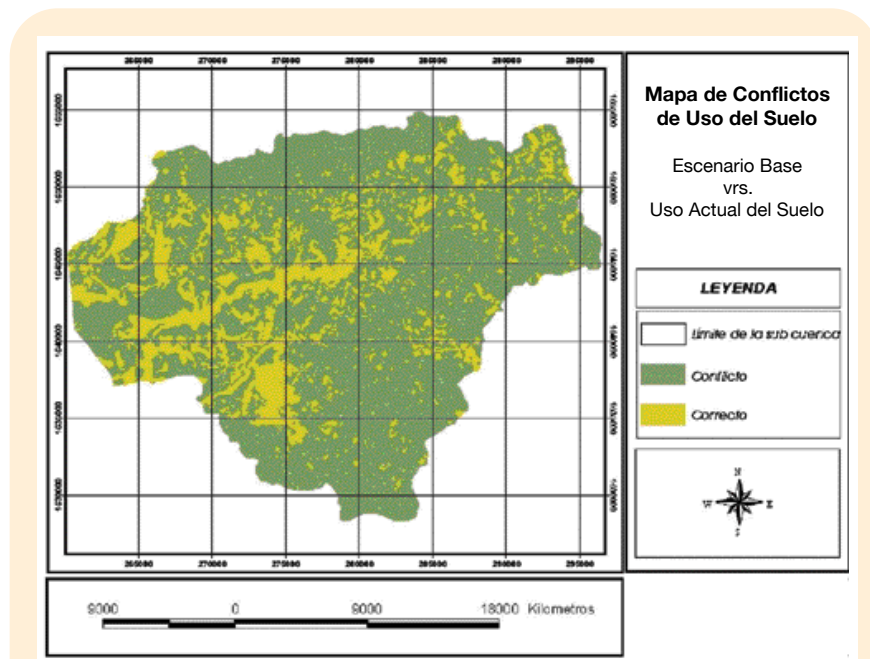


Figura 5. Mapa de conflictos de uso del suelo: escenario base vs. uso actual, Subcuenca del río Copán, Honduras
Fuente: Guillén (2002)

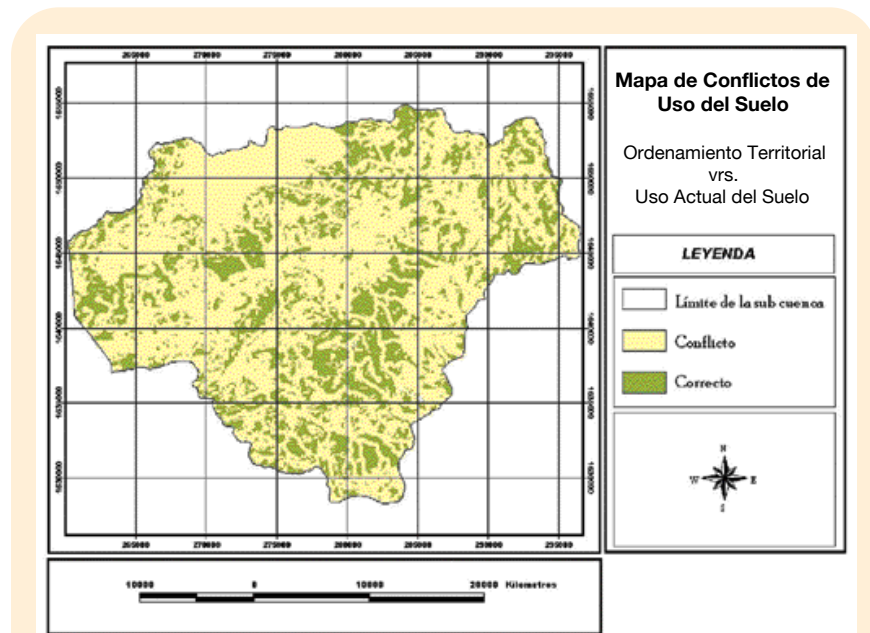


Figura 6. Mapa de conflictos de uso del suelo: ordenamiento territorial vs. uso actual, Honduras
Fuente: Guillén (2002)

conflictos ambientales presentes en la subcuenca (Jiménez 2000). Desde el punto de vista de conservación de los recursos naturales y de la producción de la subcuenca, la propues-

ta de ordenamiento territorial tiene mayor validez, ya que el ordenamiento territorial que se propone se acerca más a la realidad que el escenario modelado.

Las relaciones existentes entre el escenario base y las condiciones actuales son:

- El escenario base promueve el cultivo de los granos básicos y la utilización del bosque más que en la realidad ya que en las condiciones reales existe la falta de capital para desarrollar los mismos.
- En la realidad existe mayor área de bosque sin uso, ya que éste no necesita inversión de capital.
- El escenario modelado tiene menos área de café, matorrales pastos y bosque sin uso, porque la utilización del bosque para aprovechamiento es una actividad más rentable.
- El modelo distribuye el uso del bosque y los cultivos agrícolas en las zonas más cercanas a las vías de acceso, ya que esta condición facilita la disponibilidad de mano de obra.

Conclusiones y recomendaciones

- La propuesta de ordenamiento territorial para la subcuenca del río Copán se elaboró a partir de la modelación de la situación actual y considerando variables biofísicas y socioeconómicas. Esta propuesta permitirá orientar la planificación del ordenamiento del territorio en la zona.
- El modelo de programación lineal se adecuó a las condiciones de la subcuenca; esto demuestra que el mismo modelo se puede usar en otras áreas que deseen ser sometidas a un estudio similar.
- Con la implementación del modelo propuesto se lograría un mejoramiento sustancial de las condiciones de vida y de desarrollo humano, según lo refleja el incremento del ingreso neto alcanzado.
- La toma de decisiones debe basarse en la negociación del escenario de ordenamiento. El escenario base generado en esta investigación puede ser una propuesta adecuada de ordenamiento territorial para la

La toma de decisiones debe basarse en la negociación del escenario de ordenamiento territorial con los habitantes de la subcuenca, pues ellos son quienes mejor conocen su situación; además, para que el ordenamiento territorial funcione, debe contar con la aceptación de los pobladores.

subcuenca del río Copán; sin embargo, es importante considerar otros escenarios para realizar comparaciones entre ellos con el fin de orientar mejor la planificación del manejo del uso de la tierra y, por ende, de los recursos naturales.

- La toma de decisiones debe basarse en la negociación del escenario de ordenamiento territorial con los habitantes de la subcuenca, pues ellos son quienes mejor conocen su situación; además, para que el ordenamiento territorial funcione, debe contar con la aceptación de los pobladores.
- En la generación de nuevos escenarios es importante introducir matrices que consideren los ingresos percibidos en la subcuenca por concepto de turismo, así como los ingresos del Parque Arqueológico Copán Ruinas.
- La consideración de áreas vulnerables a riesgos naturales, como deslizamientos e inundaciones, debe ser fundamental y de mucha utilidad en la planificación del ordenamiento territorial en la subcuenca.

Literatura citada

- Estrada, RD; Chaparro, O; Rivera, B. 1999. Utilización de modelos de simulación para la evaluación extante. Instrumentos para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. Cali, Colombia, CIAT. 208 p.
- Chaves, SE.; Wo, E.; Jiménez, E. 1992. Documento de diagnóstico sobre las áreas de conservación San José Costa Rica, Proyecto de Ordenamiento Territorial, Centro de Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales (CEDARENA).
- FAO. 1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Roma, Italia. 106 p. (Estudios FAO Montes No. 48).
- FAO. 1994. Directrices sobre la planificación del aprovechamiento de la tierra. Roma, Italia. 96 p. (Colección FAO Desarrollo 1).
- FAO. 2001. Programación lineal para la elaboración de escenarios óptimos de uso de la tierra: Un método para el ordenamiento territorial basado en la evaluación de tierra con estudios de caso de Brasil y Chile. Santiago, Chile, Proyecto Regional Información sobre tierras y aguas para un desarrollo agrícola sostenible. 71 p. (Informe Técnico No. 3).
- Guillén Zelaya, RL. 2002. Modelación del uso de la tierra para orientar el ordenamiento territorial y en la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 90p.
- Jiménez, A. 2000. Escenarios de desarrollo en la cuenca del río Calán, Siguatepeque, Honduras. Siguatepeque, Honduras, ESNACIFOR. 89 p.
- Meléndez, L.; Faustino, J. 1998. Carlos José Rivas: Veinte años de experiencia en gestión y manejo de cuencas hidrográficas. Agroforestería en las Américas 5(20):6-9.
- Ogata, G. 2000. Plan de operaciones para el desarrollo de una estrategia nacional de ordenamiento territorial en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. 48 p. (Borrador para discusión).
- Rivera, S. 1998. Análisis de la deforestación en Honduras (1965-1992) usando técnicas de sensores remotos y sistemas de información geográfica. Tatascán, Revista Técnica del ESNACIFOR 10(2): 65-79.
- Simmons, CS; Castellanos, V. 1968. Mapa general de suelos de la república de Honduras. Esc. 1:1 000 000. Tegucigalpa, Honduras, Instituto Geográfico Nacional.
- Vargas, G. 1992. Estudio del uso actual y capacidad de uso de la tierra en América Central. Anuario de Estudios Centroamericanos 18(2):7-23.