

# SISTEMAS DE INFORMACIONES GEOGRÁFICAS COMO INSTRUMENTO COMPLEMENTARIO PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

Evaristo de Miranda\*  
Alejandro Dorado\*

## **PALABRAS CLAVES**

Sostenibilidad, sistemas de producción, cuenca hidrográfica, caracterización, evaluación de una agricultura sostenible, Brasil, GIS, escala microregional.

## **RESUMEN**

*Evaluar la sostenibilidad de varios sistemas de producción, actuando e interactuando entre varias propiedades rurales a nivel de cuenca hidrográfica, comunidad o municipio es una tarea compleja. Para el equipo de ECOFORÇA, varias cuestiones metodológicas y cambios están presentes en este tipo de caracterización y evaluación de una agricultura sostenible, muchos de ellos relacionados a escala y espacio. Actualmente, en el Brasil, las tentativas de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción, se han limitado al nivel de finca. Muchos sistemas que presentan alta sostenibilidad a nivel de propiedad rural, cuando son generalizados para una región pueden causar catástrofes ambientales. En este caso existe una falta de metodologías que permitan la evaluación de la sostenibilidad agrícola de sistemas de producción, integrados en sistemas socio económicos más amplios, desde un punto de vista especial y temporal. Con el apoyo de la Red Internacional de Metodologías de Investigación en Sistemas de Producción (RIMISP), ECOFORÇA ha desarrollado para el municipio de Campinas un proyecto con los siguientes objetivos: a) Desarrollar una metodología basada en GIS (Geographic Information Systems), para caracterizar en forma integrada la capacidad del uso agrícola de los recursos suelo, agua y vegetación en áreas de pequeña agricultura, en escala microrregional; b) Consolidar una metodología de caracterización del uso actual de las tierras y de los principales sistemas de producción, que valore los recursos instrumentales ofrecidos por los GIS en áreas de pequeña agricultura, en escala microrregional; c) Desarrollar una metodología, apoyada en GIS, de caracterización del impacto ambiental de la actividad agrícola, en escala microrregional, sobre el suelo, el agua, el aire, la vegetación y la fauna; d) Consolidar una metodología de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de los pequeños agricultores, apoyada en GIS, en la escala de comunidades, cuencas o municipios (microrregional).*

\* ECOFORÇA, Roa José L. de Campos 148, Cambuí, Campinas, S.P. CEP. 13024-230, Brasil.

## INTRODUCCIÓN

Evaluar la sostenibilidad de un sistema de producción es una tarea compleja para la cual no existen todavía parámetros y métodos suficientemente definidos y aceptados en forma universal.

Estas dificultades adquieren otra naturaleza cuando se trata de evaluar la sostenibilidad de varios sistemas de producción (Gallopín et al., 1989; Robinson, 1990), actuando y relacionándose entre varias propiedades rurales, a nivel de una cuenca hidrográfica, comunidad rural o municipio. Para el equipo de ECOFORÇA, varias cuestiones o desafíos metodológicos están incluidos en este tipo de caracterización y evaluación de la sostenibilidad agrícola (Conway y Barbier, 1988; IICA, 1991; Miranda y Berdegué, 1990), muchos de los cuales están relacionados a problemas de escalas de tiempo y espacio.

En primer lugar, existe un conflicto entre la escala de la pequeña propiedad rural y la escala del paisaje rural (Forman y Godron, 1981). La investigación agrícola y la extensión rural han definido y propuesto sistemas de producción altamente sostenibles a nivel de propiedad rural: poco impacto ambiental, bajo consumo de recursos naturales, gran excedente de producción, buena productividad, etc. Sin embargo, cuando estos sistemas se generalizan, a nivel de una cuenca hidrográfica o de una región, pueden convertirse en una tragedia, provocando: agotamiento de acuíferos, generalización de procesos erosivos, bajas de precio por exceso de oferta, aumento en la población de plagas y enfermedades, etc. (Redclif, 1989). Se trata de sistemas eficientes a pequeña escala pero irreproducibles en amplia escala. En otras palabras, la sostenibilidad agrícola de un sistema de producción o de una propiedad no es siempre la misma, si es considerada sobre un conjunto de fincas. En el primer caso, ya existen parámetros y experiencias disponibles en RIMISP. En el segundo, no existen métodos o metodologías que puedan integrar satisfactoriamente una gran variedad de datos agroecológicos y socioeconómicos, georreferenciados e interrelacionados, para evaluar la sostenibilidad de un conjunto de propiedades (Winterbottom y Hazlewood, 1987).

De otra parte, muchos sistemas agrícolas, denominados sostenidos, están basados en una externalización de los costos ambientales de la producción. Muchos sistemas de producción aparecen con buena sostenibilidad ambiental, en la medida en que no se evalúa, con rigor y teniendo en cuenta todas las circunstancias, su impacto ambiental en el conjunto de los sistemas ecológicos, agrícolas y socioeconómicos (Viglizzo y Roberto, 1989). Frecuentemente, actividades como la producción frutícola, la floricultura, la producción de camarones, de porcinos, complejos agroindustriales de alcohol y azúcar, etc., presentan un fuerte impacto ambiental en los recursos de agua, en los acuíferos de régimen hipodérmico, en la calidad del aire y en la salud humana. La internalización de esos costos inviabilizaría muchos de esos sistemas, aunque solamente fuese exigida una reposición parcial de los recursos naturales consumidos o afectados. Simples cambios en las legislaciones ambientales han convertido en inviables, sistemas hasta entonces considerados como sustentables.

En ese sentido, existe una falta de metodologías que permitan una evaluación de la sostenibilidad agrícola de los sistemas de producción, considerándolos integrados

a sistemas ecológicos y socioeconómicos más amplios, desde el punto de vista espacial y temporal.

A estas dificultades de integrar varios niveles de percepción espacial, en la evaluación de los sistemas de producción, se agregan las cuestiones de escala temporal (Tricart y Kilian, 1979). Los ciclos de la producción agrícola raramente corresponden a los de evaluación o monitoreo de los fenómenos ambientales (pedogénesis, morfogénesis, pérdida de fertilidad, compactación, acidificación, reducción de la biodiversidad, sedimentación de ríos, etc.). Tanto para reconstruir historias pasadas, como para realizar proyecciones y simulaciones sobre el futuro de los sistemas de producción, raramente se consiguen integrar variables ambientales, que en general se expresan de forma cualitativa y cuantitativa y exigen una expresión georreferenciada que los modelos estrictamente numéricos no son capaces de traducir. El análisis de la dinámica espacio-temporal del uso de las tierras en una propiedad o en una región, es el ejemplo típico de una cuestión cuyo tratamiento, estrictamente numérico, se muestra insuficiente.

Evaluaciones preliminares realizadas por el equipo de la ECOFORÇA en la región de Campinas (Estado de San Pablo) evidencian un fuerte condicionamiento de las actividades agropastoriles, relativo a factores de orden edáficos y ambientales, en escala microrregional. Esta constatación, contradice toda una serie de afirmaciones y conceptos desarrollados por algunos economistas rurales, según los cuales, la modernización agropecuaria modificaría la economía de la producción agrícola, relativamente independiente de las limitaciones relacionadas a la fertilidad de las tierras. Justamente en esta región que se sitúa próxima a los grandes centros de consumo y de exportación, donde más se acumulan capitales y donde el acceso a tecnología moderna es más facilitado, no se verifica esta liberación frente a los condicionantes primarios de la producción vegetal y animal.

Teniendo en cuenta la ausencia de estudios detallados que comprueben lo contrario, el condicionamiento ejercido por los factores primarios, continúa siendo tratado como un mero resquicio de las escuelas deterministas del pasado, comprometiendo en la práctica la sostenibilidad de los sistemas de producción. Siendo así, uno de los únicos medios de probar el grado de correlación entre el medio ambiente, las actividades agropecuarias y la sostenibilidad de los sistemas de producción, pasa por la ejecución de estudios que comparen el uso agrícola con el sustrato físico donde se asientan, evaluando el impacto ambiental de los sistemas de producción, su sostenibilidad y equilibrio.

Este trabajo se propone valorar la utilización de la herramienta metodológica que representan hoy los sistemas de informaciones geográficas (GIS).

## **OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS**

### **Objetivos generales**

El principal objetivo de este trabajo fue desarrollar una metodología de caracterización y evaluación de la sostenibilidad agrícola, sobre conjuntos de pequeñas

propiedades con diferentes sistemas de producción, a escala microrregional (comunidad, cuenca o municipio).

### **Objetivos específicos**

- Desarrollar una metodología apoyada en GIS, para caracterizar, de forma integrada, la capacidad de uso agrícola de los recursos suelo, agua y vegetación, en áreas de pequeña agricultura a escala microrregional.
- Consolidar una metodología de caracterización del uso actual de las tierras y de los principales sistemas de producción, que valore los recursos instrumentales ofrecidos por los GIS, en áreas de pequeña agricultura a escala microrregional.
- Desarrollar una metodología apoyada en GIS, de caracterización del impacto ambiental de la actividad agrícola, a escala microrregional.
- Consolidar una metodología de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de los pequeños agricultores apoyada en GIS, a escala de comunidades, cuencas o municipios (microrregional).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Descripción del área de estudio**

El municipio de Campinas se localiza en la región centro oeste del Estado de San Pablo, Brasil (latitud 22° 53'S y longitud 47° 05'W), abarcando un área de aproximadamente 781 Km<sup>2</sup>, fuertemente agrícola, urbanizada e industrializada. La geología y los suelos del municipio son bastante diversificados. La región está situada justamente entre los terrenos sedimentarios del período Permo-Carbonífero de la Era Paleozoica, de la cuenca de Paraná y el embasamiento cristalino del escudo brasileño de la Edad Precámbrica. Presenta cuerpos de rocas básicas intrusivas que dan origen a tierras y latosuelos rojos. Campinas está próxima al Trópico de Capricornio, lo que la aproxima a un clima tropical. Sin embargo, debido a la altitud, que varía entre 500 y 1.100 msnm, tiene un cierto carácter subtropical. Las precipitaciones varían entre 1.300 y 1.500 mm por año.

### **Equipos y programas**

La configuración digital básica utilizada incluye: Sistema de Informaciones Geográficas (GIS) y Sistema de Tratamiento de Imágenes de Satélite (SITIM).

### **Metodología por objetivos**

Cuatro procedimientos metodológicos, en el contexto de la pequeña agricultura y basados en la valorización del uso de GIS, están siendo desarrollados, probados y consolidados por el Proyecto, ligados a sus cuatro objetivos temáticos:

- Capacidad de uso agrícola de las tierras.
- Uso actual de las tierras y sistemas de producción.
- Impacto ambiental de las actividades agrícolas.
- Sostenibilidad microrregional.

Los itinerarios metodológicos están basados en una única estructura georreferenciada (GIS/INPE) y en una única escala (1:100.000).

### Principales etapas metodológicas

Existen tres tipos de cobertura vegetal original en el municipio: forestas, sabanas y campos. A pesar de la fuerte antropización, existen aproximadamente trescientas especies de vertebrados, que constituyen las poblaciones animales del área de estudio. La composición, estructura y distribución de estas poblaciones parecen estar extremadamente condicionadas por las actividades agrosilvopastoriles.

Existen tres tipos principales de cultivos en la región de Campinas: perennes (café, citricultura y silvicultura), anuales (maíz, arroz, algodón, frijol) y semiperennes (caña de azúcar, mandioca), con una fuerte dinámica espacio/temporal, los cuales se agregan a zonas periurbanas de hortalizas y frutas. El número de establecimientos agrícolas en el municipio de Campinas es de 637, ocupando un área de 36.291 ha. Los pequeños agricultores del municipio (propiedades menores de 50 ha), representan el 77,9% del total de los establecimientos agrícolas, concentrando 4.547 ha (12% de las tierras disponibles).

El principal cultivo semiperenne del municipio es la caña de azúcar, el que ocupa una vasta extensión territorial. Se cultiva principalmente sobre suelos fértiles y con topografía poco accidentada. Este cultivo se practica sobre grandes extensiones y, debido a su importante capitalización, viene presentando una dinámica de ocupación muy grande. Estas características, junto a la ocupación antrópica, propiciaron una gran fragmentación del paisaje. Al mismo tiempo, promovió usos muy diversificados de las tierras, ofreciendo condiciones favorables a centenas de especies de vertebrados, bien adaptadas a esta nueva situación.

Para la obtención de los objetivos propuestos, se constituyó un banco de datos para informaciones geocodificadas espacialmente: el GIS del proyecto. Sus principales componentes son:

- Un subsistema de entrada de datos.
- Un subsistema de almacenamiento y recuperación de datos espaciales, en una forma que posibilita un acceso eficiente a los mismos.
- Un subsistema de manipulación que permite analizar y generar datos derivados.
- Un subsistema para presentación de los datos, tanto en forma tabular como gráfica.

Para la evaluación y mapeamiento de la capacidad de uso agrícola de las tierras con base en GIS (Objetivo 1), se consideró que existen algunas metodologías consagradas para evaluar y mapear la capacidad de uso agrícola de los suelos. En este caso, se optó por la denominación tierras, pues su base será más amplia que la pedológica, incluyendo aspectos hídricos y de relieve, con procedimientos de

mapeamiento esencialmente digitales. Las principales etapas metodológicas y operacionales que fueron aplicadas, probadas y evaluadas son las siguientes:

- Digitalización de las curvas de nivel (cartas 1:50.000).
- Generación digital por el GIS del mapa hipsométrico.
- Generación digital por el GIS del mapa de declives.
- Generación del mapa pedológico en campo.
- Digitalización del mapa pedológico.
- Generación digital por el GIS del mapa de erodabilidad.
- Generación digital por el GIS del mapa de aptitud agrícola.
- Generación del mapa hidrográfico, cuencas y subcuencas.
- Digitalización del mapa hidrográfico, cuencas y subcuencas.
- Generación, en campo, del mapa de habitats.
- Digitalización del mapa de habitats.
- Integración de los mapas de aptitud y habitats, usando las rutinas de manipulación y consulta del GIS.
- Análisis, corroboración y síntesis sobre los métodos de evaluación de la capacidad de uso de las tierras.

La caracterización del uso actual de las tierras y de los principales sistemas de producción, con base en GIS (Objetivo 2), fue realizada a partir de imágenes multispectrales de satélite (LANDSAT TM 5 y SPOT), de cartas topográficas del IBGE (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística) y de confirmaciones en campo. Las principales etapas metodológicas y operacionales que fueron aplicadas, probadas y evaluadas son las siguientes:

- Elaboración de las referencias del mapa, caracterizando los principales usos actuales de las tierras, en función del tipo de cobertura vegetal, desde los más estables (forests, reforestamientos, lagos, etc.), hasta los más inestables (cultivos anuales).
- Delimitación preliminar de los principales agroecosistemas de la región de Campinas, a partir de imágenes de satélite LANDSAT TM y SPOT, en combinación de falso color, en escala 1:100.000.
- Tratamiento digital de las imágenes de satélite en el SITIM, para la realización de análisis.
- Combinación del tratamiento visual y del digital en cerca de 10 temas, tipos de uso o ecosistemas y agroecosistemas.
- Verificaciones aéreas y terrestres. Identificación y mapeamiento de los usos agrícolas de forma definitiva.
- Digitalización del mapa de uso de las tierras.
- Identificación y descripción de los principales sistemas de producción. ECOFORÇA viene realizando un levantamiento sistemático del municipio, a nivel de los pequeños productores que será complementado con datos referentes a los medios y grandes agricultores, siguiendo las metodologías aplicadas con éxito por el equipo en otras regiones del Brasil.
- Mapeamiento de la repartición espacial de los principales sistemas de producción en interacción con el uso de las tierras.

- Cuantificación de la importancia relativa de los sistemas de producción, en función del área ocupada y las propiedades involucradas.
- Evaluación de la variabilidad de los sistemas de producción, al interior de los principales usos de las tierras y mapeamiento de las isóneas de producción y productividad.
- Calificación y clasificación de los impactos ambientales de los sistemas de producción en directos e indirectos, temporarios y permanentes, locales y regionales.
- Cuantificación de los impactos ambientales de los sistemas de producción para una hectárea de cada tipo de uso, apoyado en los trabajos de campo y en datos de literatura.
- Creación de un banco de datos numéricos, no georreferenciados, con los principales impactos ambientales de los sistemas de producción.
- Análisis, verificación y síntesis de los métodos de caracterización del uso actual de las tierras y de los principales sistemas de producción.

La evaluación y mapeamiento del impacto ambiental de las actividades agrícolas con base en GIS (Objetivo 3), a través de las rutinas disponibles, fueron realizados por cruzamientos entre el grupo de datos numéricos, sobre los sistemas de producción y la base de datos cartográficos en el GIS. El objetivo fue evaluar, dentro de diferentes situaciones, el impacto ambiental de las actividades agrícolas sobre el suelo, el aire, las aguas de superficie, la fauna y la vegetación natural.

Ese banco de datos fue articulado, a través del GIS, con las unidades mapeadas de uso de las tierras, dentro de tres situaciones (una de máxima, una de mínima y una media). Por ejemplo: una hectárea de caña de azúcar utiliza como mínimo 4 litros de herbicidas. Esto permite proyectar cartográficamente, en el mapa de uso y de la red hidrográfica, una determinada cantidad probable de herbicida en las aguas de superficie. Un escenario medio o uno de máxima, también pueden ser simulados.

Las principales etapas metodológicas y operacionales aplicadas, probadas y evaluadas son las siguientes:

- Generación de los mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso de las tierras o sistema de producción dominante, en términos de suelos.
- Generación de los mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso de las tierras o sistema de producción dominante, en términos de aire.
- Generación de los mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso de las tierras o sistema de producción dominante, en términos de recursos hídricos superficiales.
- Generación de los mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso de las tierras o sistema de producción dominante, en términos de fauna.
- Generación de los mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso de las tierras o sistema de producción dominante, en términos de vegetación.
- Verificaciones aéreas y terrestres. Implementación de tres escenarios de impacto ambiental (mínimo, medio y máximo), para cada recurso natural.
- Generación de un mapa de síntesis final sobre los impactos ambientales de cada sistema de producción, a partir de los mapas de los impactos para cada tipo de recursos natural (suelo, aire, aguas superficiales, fauna y vegetación).
- Consolidación de esos mapas en un único mapa, sobre las áreas críticas de impacto ambiental, de las actividades agrícolas por recurso.

- Análisis, verificación y síntesis de los métodos de evaluación del impacto ambiental de las actividades agrícolas de los principales sistemas de producción.

Finalmente, para la evaluación de la sostenibilidad agrícola en escala microregional (Objetivo 4), fueron realizados cruzamientos entre el grupo de datos numéricos, sobre sistemas de producción y la base de datos cartográficos en el GIS, buscando evaluar la dinámica espacio-temporal del uso de las tierras y las interacciones entre los diversos sistemas de producción. Al mismo tiempo, se evaluó la sostenibilidad microrregional, con énfasis en la pequeña agricultura.

## CONCLUSIONES

- Lo esencial de los resultados obtenidos es de naturaleza cartográfica y son difíciles de ser presentados en un trabajo como éste. Fueron generados 32 mapas temáticos en la escala de 1:50.000 y sintéticos en las distintas etapas del trabajo. A título de ejemplo, con sus leyendas simplificadas para una presentación blanco y negro y en escala reducida, son presentados los mapas de cuencas hidrográficas y niveles de nitrógeno (Figuras N° 1 y N° 2).
- El interés del uso del GIS en este trabajo ha estado en la articulación establecida entre las unidades de uso de las tierras (geocodificadas) y los sistemas de producción practicados (base de datos constituidas con los indicadores técnicos obtenidos en el seguimiento de fincas). Varios patrones de repartición espacial han podido ser establecidos en series numéricas cuyos parámetros de distribución no indican esas "subpoblaciones".
- Todas las cartas relativas a los impactos ambientales de la actividad agrícola en Campinas fueron construidas en el GIS, en base a esa doble articulación. La dificultad más grande está en los casos en que a un uso de tierras corresponden dos o tres sistemas de producción distintos (por ejemplo, pastizales-ganadería-lechería). Para lograr la espacialización de los coeficientes técnicos en estos casos, fue necesaria una articulación mínima con las tenencias de tierras y el catastro rural. Esta acción es costosa de hacer y, probablemente, imposible en zonas rurales remotas del Brasil por falta de datos catastrales.
- En términos de integración cartográfica (combinación de varios mapas temáticos), es necesaria la construcción de un extenso archivo de reglas en programa Norton, previendo todas las combinaciones posibles y probables de los temas y resultados decorrentes. Esta etapa necesitó una gran participación de especialistas en ecología, pedología, agronomía, climatología, etc.
- El equipo pretende en el futuro examinar la posibilidad de crear, por tipos de agroecosistemas, algunos sistemas especializados para simplificar esas caracterizaciones. Esta actividad se realizará en forma integrada con la capacidad del uso agrícola de los recursos suelo, agua y vegetación en áreas de pequeña agricultura y en escala microrregional, basada en GIS, evitando las actuales construcciones de archivos de reglas.

FIGURA Nº 1. Cuencas hidrográficas de municipio de Campinas, Brasil.

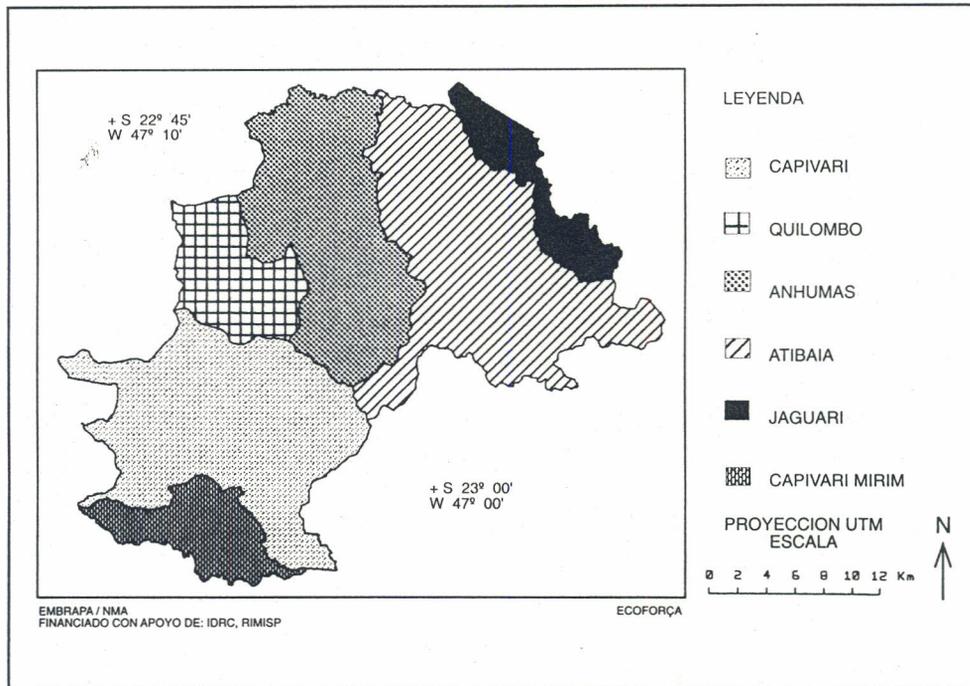
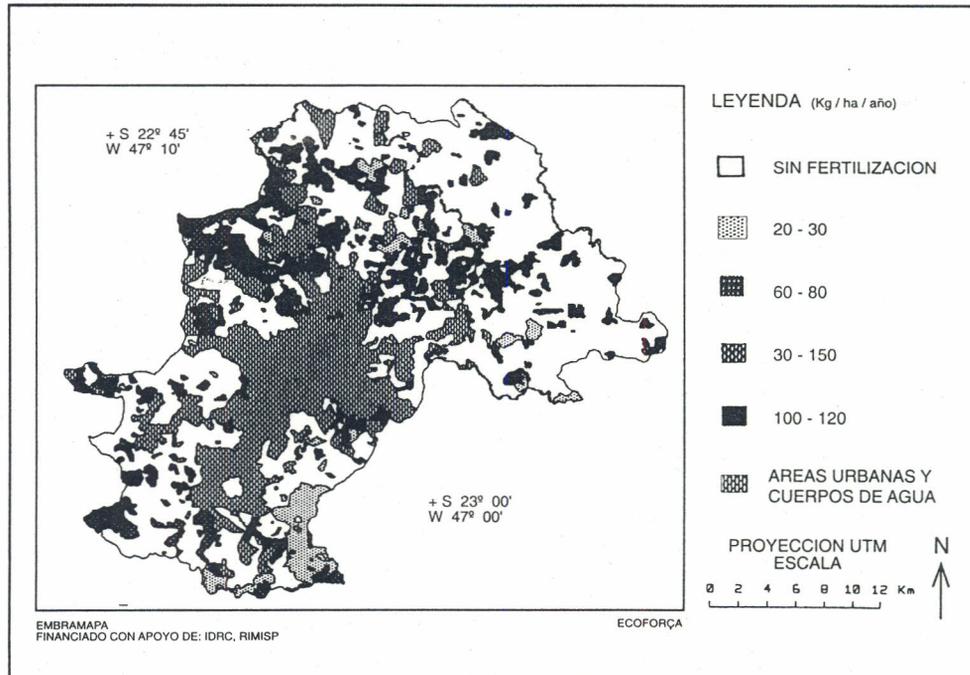


FIGURA Nº 1. Uso de nitrógeno en el municipio de Campinas, Brasil.



- Las actividades desarrolladas en el proyecto y sus corroboraciones de campo, permiten que se considere consolidada la metodología de caracterización del uso actual de las tierras y de los principales sistemas de producción. La base del estudio fueron los recursos instrumentales ofrecidos por los GIS en áreas de pequeña agricultura, en escala microrregional.
- El desarrollo de la metodología de caracterización del impacto ambiental de la actividad agrícola, en escala microrregional apoyada en GIS, ha logrado resultados simples y pertinentes en cuanto al impacto individual de los insumos agrícolas (herbicidas, nitrógeno, etc.) sobre el suelo, el agua y el aire. Los puntos relativos a la vegetación natural no han sido más desarrollados que lo que se refiere a desmontes y quemas. La parte de fauna se limitó a una evaluación de la interacción entre los usos de tierras en los sistemas de producción y los habitats faunísticos. Todos estos aspectos deberán ser más desarrollados en el futuro. El trabajo es más que una simple comparación de capacidad de uso de tierras con uso actual, pero no llega a ser un balance completo a nivel de los recursos involucrados.
- La metodología de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de los pequeños agricultores apoyada en GIS, en la escala de comunidades, cuencas o municipios, no puede ser considerada como consolidada. El trabajo ayudó en la definición de los fenómenos que necesitan ser sostenidos a nivel de la región. Al mismo tiempo, logró definir las mejores variables o indicadores para monitorear esos fenómenos y definió los valores numéricos o intervalos de valores, a partir de los cuales se podría considerar sostenible o no, un sistema de producción no aislado del contexto microrregional. Este trabajo, en su corto período de realización, no ha podido verificar la estabilidad de los sistemas de producción analizados ni sus desempeños. En este sentido, se analizaron con mayor rigor y con instrumentos, los aspectos espaciales de la sostenibilidad (nivel microrregional) que los aspectos temporales (fluctuaciones frente a cambios económicos, climáticos, etc.).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Conway, G. B. y E.B. Barbier. 1988. *After the green revolution. sustainable and equitable agricultural development*. Future 20(6): 651-70.
- Forman, T.T.R. y M. Godron, 1981. *Patches and structural components for a landscape ecology*. BioScience, Baltimore, 31(10): 733-740.
- Gallopín, G.C. et al., 1989. *Global impoverishment, sustainable development and the environment: a conceptual approach*. International Social Science Journal 121: 375-97.
- IICA. 1991. *Bases para una Agenda de Trabajo para el Desarrollo Agropecuario Sostenido*. Borrador Final. San José, Costa Rica, IICA.
- Miranda, E.E. y J.A. Berdegué, 1990. *Assessment of sustainable land systems research in South America*. En: International Workshop on Sustainable Land Use Systems. New Delhi, 12-16 February.
- Redclif, M. 1989. *The environmental consequences of Latin America's agricultural development: some thoughts on the Bruntland Commission Report*. World Development, 17:365-77.

- Robinson, J. et al., 1990. *Defining sustainable society: Values, principles and definitions*. Alternatives 17, 44 p.
- Tricart, J. y J. Kilian. 1979. *L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel*. Paris: Maspero. 325 p.
- Viglizzo, E.F. y Z. E. Roberto, 1989. *Diversification, productivity stability of agroecosystems in the semi-arid pampas of Argentina*. Agricultural Systems, 31:279-290.
- Winterbottom, R. y P. T. Hazlewood. 1987. *Agroforestry and sustainable development: Making the Connection*. Ambio, Stockholm, 16(2-3):100-109.