

## CAMBIOS ESPACIALES EN EL USO DE LA TIERRA Y LOS SISTEMAS DE PRODUCCION EN UN AREA DE LOS LLANOS ALTOS VENEZOLANOS EN EL PERIODO 1961-1988.

### SPATIAL CHANGES IN LAND USE AND FARMING SYSTEMS IN AN AREA OF VENEZUELAN HIGHLLANOS BETWEEN 1961-1988

*Berroterán, José L. y Eligio Oropeza.*

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Instituto de Zoología Tropical, Caracas-Venezuela. A. postal 47058, Fax 58 2 6051204, e-mail jherr(strix,ciens.ucv.ve)

#### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue identificar y cuantificar los cambios del uso de la tierra y de los sistemas de producción agrícola entre 1961-1988. El área de estudio tiene una superficie de 1.195.8 km<sup>2</sup>, está ubicada en los Llanos Centrales de Venezuela, entre las coordenadas: 8° 59' 26" y 9° 23' 00" de Latitud Norte y 66° 35' 26" y 67° 3' 19" de Longitud Oeste. La precipitación media anual es de 1.070 mm con época seca de noviembre a mayo. Las categorías identificadas se clasificaron mediante un sistema jerárquico y multicategorico del uso de la tierra con los niveles categóricos de clases (tierras deforestadas y no deforestadas), subclases (cultivos de secano, bajo riego y cuerpos de agua) y tipos de uso (sistemas de producción). La fotointerpretación de las fotografías aéreas a escala 1:50.000 para 1961 y 1978 y el procesamiento digital supervisado de 1/4 de la imagen "Thematic Mapper" 004/054 de 1988 (utilizando el programa ILWIS), permitieron generar la información del uso de la tierra. Los datos atributales y espaciales fueron incorporados y manejados a través de un SIG. Esto permitió la cuantificación de las superficies de las clases, subclases y tipos de uso de la tierra para 1961, 1978 y 1988. Las tierras deforestadas se han sextuplicado desde 1961 hasta 1988, sin embargo la zona se considera con una baja-moderada intervención (22.3% para 1988). Las áreas de cultivo de secano aumentaron significativamente, ocupando el 97.5 % de las tierras deforestadas en 1988. Las áreas de cultivo bajo riego ocuparon superficies relativas bajas (0.34-1.23 % del total). Los sistemas empresariales ocuparon el 50.2%, 78.9% y 78.8 % del área de secano para los años 1961, 1978 y 1988 respectivamente. Las áreas de sistemas semiempresariales, familiares comerciales y familiares de subsistencia representaron porcentajes muy pequeños de la superficie total del área. El sistema de producción más importante desde el punto de vista espacial y económico es el empresarial. Los sistemas familiares comercial y de subsistencia son relevantes desde el punto de vista social debido al alto número relativo de unidades de producción.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to identify and quantify spatial changes of land use and farming systems from 1961 to 1988. The study area (1,195.8 km<sup>2</sup>) is located between 8° 59' 26"- 9° 23' 00" N and 66° 35' 26"-67° 3' 19" W. It presents a dry period from November to May with mean annual precipitation of 1.070 mm. A hierarchical system of land use categories (classes, subclasses, and usage type) was used to identify the spatial changes: Classes comprised forested and cultivated lands, subclasses included rain-fed agricultural areas, irrigated agricultural areas, and water bodies, and usage types included the farming systems. Photointerpretation of aerial photographs at 1:50.000 for the years 1961 and 1978 and supervised DIP of a TM 004/054 image for 1988, using ILWIS, generated data for land use identification. Attributal information and spatial data permitted cover quantification of the different classes, subclasses, and use types for the years 1961, 1978, and 1988. Deforested lands have increased its cover sixfold from 1961 to 1988, although this is still considered to be low-moderate intervention (21.9 % in 1988). Rain fed agricultural areas increased and covered 97.5% of those deforested lands in 1988. Irrigated agricultural areas covered low percentage (0.34-1.23%) in the study area. Large-scale commercial agriculture covered 50.2%, 78.9% and 78.8% of rain fed agricultural areas in 1961, 1978, and 1988, respectively. Small-scale commercial, single-family commercial, and subsistence farming covered low percentage in the study area. From a spatial and economic viewpoint, the most important farming system is large-scale commercial. Subsistence farming is an important social farming systems by high number of production units.

**Palabras clave:** Uso de la tierra, sistema de producción, dinámica espacial, sensores remotos, sistema de información geográfico, Llanos, Venezuela.

**Keywords:** Land use, farming system, spatial dynamic, remote sensing, geographical information system, Llanos, Venezuela.

## INTRODUCCION

Las actividades antrópicas sobre el espacio geográfico, producen signos captables por los sensores remotos, que pueden registrar y almacenar información espacial. Los estudios de uso de la tierra se realizan a partir de los documentos generados con sensores remotos y permiten cuantificar los distintos usos, los cambios y los conflictos generados por la utilización inadecuada de la tierra y su potencialidad (Vasco, 1991; Hernández, 1994; Rivero y Asalia, 1994).

En Venezuela fueron deforestadas unas 2.820.870 ha entre 1975 y 1988 (Fundambiente, 1998), debido principalmente a las actividades de explotación maderera e incorporación de nuevas tierras a usos agropecuarios y urbanos. Los Llanos venezolanos representan un área con alta potencialidad para la producción agropecuaria (Strebin, 1974; MARNR, 1984), susceptible a la deforestación y a sufrir cambios en el uso de la tierra. Molina (1998) señala para un área de los Llanos Centrales Altos que el 49 % de la superficie estaba deforestada. La tasa de deforestación es alta (1 % anual) y se realiza a expensas de los bosques y matorrales de los Llanos (Berroterán, 1994).

En los Llanos venezolanos se desconocen los cambios temporales del uso de la tierra y los sistemas de producción relacionados con la dinámica espacial del uso agrícola. Por ello, la investigación estuvo dirigida a determinar los cambios en el uso de la tierra para los años: 1961-1978 y 1978-1988, considerando tres niveles categóricos de uso: clase (tierras deforestadas y no deforestadas), subclase (agricultura de secano y de riego) y tipo de uso de la tierra (sistemas de producción). Según FAO (Fresco y Col., 1992) los sistemas de producción son unidades de toma de decisiones del productor, que comprende la familia-hogar, sistemas de cultivos y ganados que generan sus productos para el consumo y la venta. En el presente trabajo se analizaron las áreas de los sistemas que han sido deforestadas, las cuales según FAO (1990) son áreas que quedan por efecto de la intervención con una cobertura de la copa de árboles menor al 10%.

El área de estudio tiene una superficie de 119.576 ha y pertenece a la Subregión Natural de

los Llanos Centrales Altos, localizada en el Estado Guárico, Municipios Mellado y Miranda, entre las coordenadas: 8° 59' 26"- 9° 23' 00" de latitud norte y 66° 35' 26"- 67° 3' 19" de longitud oeste (Fig. 1). El clima es tropical con temperatura promedio anual de 27.2 °C y precipitación promedio anual de 1.070 mm. La época lluviosa va desde finales de mayo hasta principios de noviembre (Berroterán, 1994). Los cultivos de secano están en concordancia con el ciclo de lluvia. Las formas de relieve predominantes son lomas, colinas, planos inclinados, valles intercolinosos y áreas depresionales. Las pendientes son menores de 40% y las predominantes entre 3 y 20%. En los bosques dominan los suelos vertisoles, alfisoles e inceptisoles de moderada fertilidad, en los matorrales inceptisoles, vertisoles y entisoles de baja a moderada fertilidad y en las sabanas oxisoles y ultisoles de muy baja fertilidad (Berroterán, 1997).

En el presente trabajo se encontró que las tierras deforestadas representaban 3.5 % en 1961; 11.8 % en 1978 y 22.3 % en 1988, en relación al área de estudio. El proceso de deforestación ha sido con fines de incorporar las tierras deforestadas a la agricultura de secano, principalmente a la agricultura de tipo agroempresarial (maíz y sorgo).

## MATERIALES Y METODOS

El uso de la tierra fue determinado para cada año de observación (1961, 1978 y 1988) con base a los resultados de la percepción remota, el trabajo de campo y el desarrollo del sistema de información geográfica (SIG). En la Fig. 2 se muestran las fases utilizadas en la metodología. Con el uso de la percepción remota se analizaron las fotografías aéreas de 1961, 1978 y la imagen de satélite de 1988.

La fotointerpretación se realizó sobre fotografías aéreas, pancromáticas, a escala 1:50.000, de enero-1961 y marzo-1978. Está fue realizada de acuerdo a las fases citadas por Bennena y Gelens (1996) y siguiendo la metodología de Goosen (1968). Se realizó una fotointerpretación preliminar que posteriormente fue ajustada con base a la experiencia de campo y a la verificación de las clases de uso de tierras.

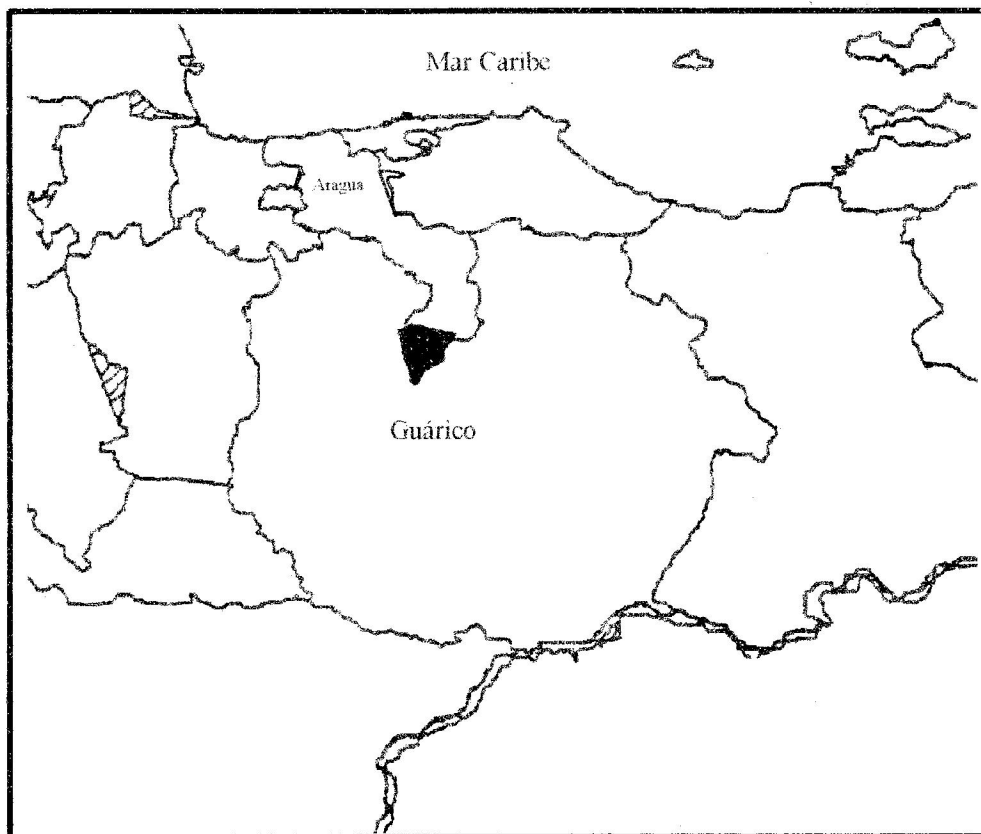


Figura 1. Ubicación relativa regional del área de estudio.

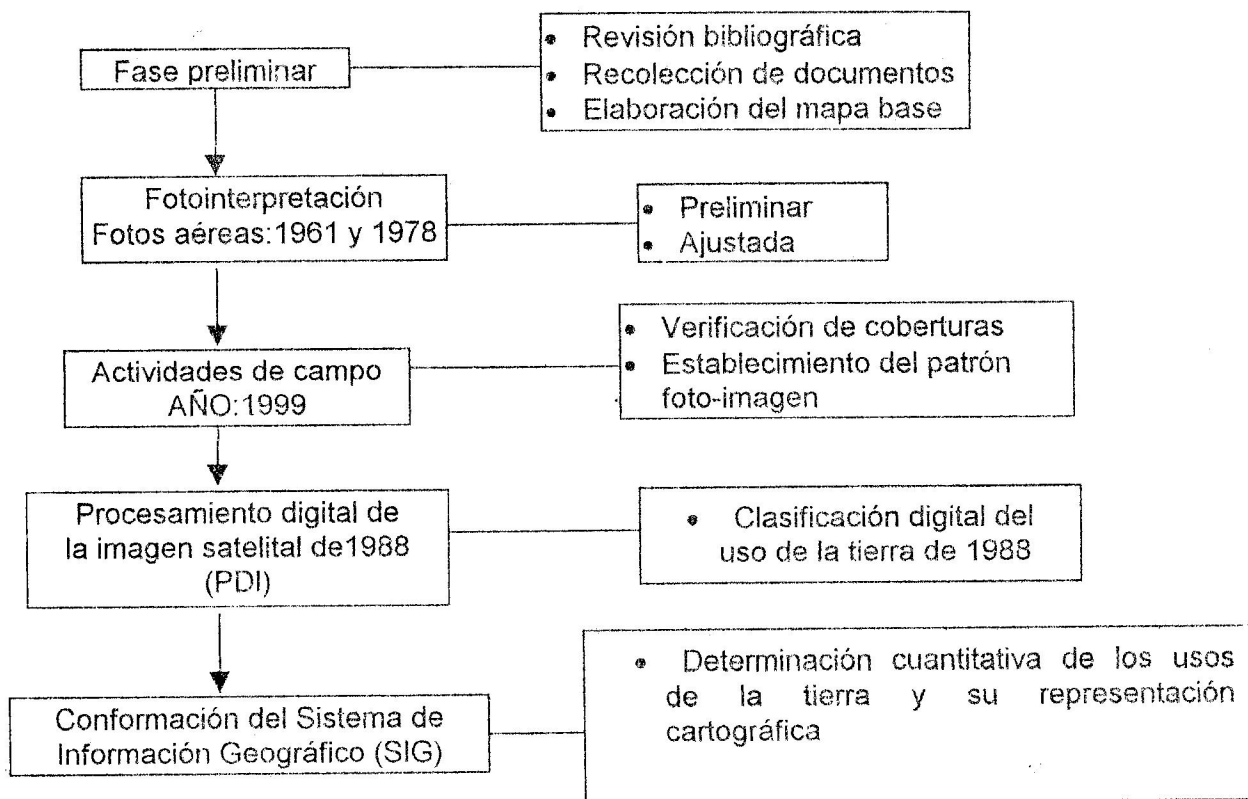


Figura 2. Esquema metodológico general

El procesamiento digitalizado de la imagen de satélite *Thematic mapper* (TM) 004/454 del año 1988 se realizó con el programa ILWIS (Integrated Land and Water Information System) version 2.1 (1997), se consideraron las siguientes etapas: creación de archivos para las bandas y las subbandas, histograma y estadísticas, cálculo del factor de índice óptimo (FIO), composición a color, clasificación digital de la subimagen y filtrado.

Se usó la combinación 541 como soporte (*background map*) para el muestreo y la clasificación. La clasificación de la imagen se realizó por el método supervisado (ILWIS, 1997) usando el clasificador de máxima probabilidad. El tamaño de cada muestras de entrenamiento estuvo entre 10m y 100m, donde m es el número de bandas usado en la clasificación, que es lo recomendado por Jensen (1986).

Con el objetivo de reconocer y verificar las coberturas, establecer los patrones foto-imagen-cobertura y obtener un nivel de referencia espacial para el desarrollo del PDI fueron realizadas 2 expediciones durante 1999 (marzo y julio). Se recolectó información sobre el uso de la tierra para los años 1961, 1978 y 1988 a través de treinta y seis entrevistas distribuidas en forma representativa y estratificadas por período, estas se aplicaron a productores y lugareños con 40 y más años residiendo en el área de estudio, con la finalidad de verificar el uso específico de la tierra y el tipo de sistema de producción.

El programa utilizado para el SIG fue el ILWIS (1997). El mapa base (1:100.000), los mapas preliminares de fotointerpretación (1:100.000), la imagen satelital y los datos de campo fueron incorporados al SIG. El mapa base, los mapas preliminares y la imagen satelital fueron geo-referenciados. La imagen satelital fue geocodificada por el método del vecino más cercano (Chuvienco, 1996; ILWIS, 1997). Las clases obtenidas por fotointerpretación y el PDI fueron reclasificadas con base al tamaño del polígono y la información de sistemas de producción generada en el campo. La leyenda final de los mapas fueron creadas en el SIG a través de los dominios y representaciones de los mapas y tablas atributales. Finalmente se realizó la superposición de mapas de puntos, segmentos y polígonos

para obtener mapas de uso para los años 1961, 1978 y 1988.

La caracterización del uso de la tierra fue realizada para cada año de observación, considerando aspectos cuantitativos (superficie y número de polígonos) y espaciales como patrón de distribución y matriz espacial. Se usó un sistema de clasificación jerárquico y multicategorico del uso de la tierra (Tabla 1) con tres niveles categóricos. Los cultivos de secano utilizan la humedad del suelo proveniente de la acumulación del agua de las lluvias, para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los tipos de uso de la tierra (sistemas de producción) son los siguientes:

**Sistema de producción empresarial:** comprende las áreas deforestadas con una superficie mayor a las 50 ha, las labores agrícolas son totalmente mecanizadas, la maquinaria utilizada es propiedad del empresario y el producto de la cosecha es vendido a la agroindustria. Los subsistemas de producción agrícola en estas tierras son principalmente el monocultivo de cereales de secano (maíz y sorgo) y la ganadería extensiva de carne o doble propósito (carne - leche), en la cual son aprovechados los restos de cosecha para complementar la alimentación de los animales.

**Sistema de producción semi-empresarial:** tiene una superficie comprendida entre 15 y 50 ha, las labores agrícolas pueden ser total o parcialmente mecanizadas; es decir puede comprender una fase mecanizada (deforestación, preparación de la tierra y siembra) y una fase manual, que por lo general es la cosecha. La maquinaria utilizada en las labores agrícolas, puede ser en parte propiedad del productor y el resto es alquilada. El producto de la cosecha puede ser vendido a la agroindustria o intermediarios. Los subsistemas de producción agrícola, comprende los rubros maíz, sorgo y algodón, como monocultivos de secano en combinación con la ganadería.

**Sistema de producción familiar comercial:** tiene áreas deforestadas cuya superficie está comprendida entre 3 y 15 ha, las labores agrícolas pueden ser parcialmente mecanizadas (deforestación, preparación de la tierra y siembra); siendo el resto de las labores agrícolas de tipo manual. La maquinaria



**Tabla 1.** Niveles categóricos y clases de uso de la tierra.

Clases	Subclases	Tipos
Tierras deforestadas	Áreas de cultivo de secano	Sistemas empresariales Sistemas semi-empresariales Sistemas familiares comerciales Sistemas familiares de subsistencia
	Áreas de cultivo bajo riego Áreas de uso no agrícola Cuerpos de agua artificiales	
Tierras no deforestadas		

utilizada en la fase mecanizada es completamente alquilada. Gran parte del producto de la cosecha es vendido a intermediarios; mientras que el resto es para autoconsumo. Los subsistemas de producción agrícola comprenden el cultivo de maíz asociado con leguminosas (caraota y/o frijol), yuca y auyama entre otros y/o el monocultivo de maíz, sorgo o algodón con carácter semicomercial.

Sistema de producción familiar de subsistencia (conucos): comprende las áreas deforestadas cuyo tamaño es menor a 3 ha, las labores agrícolas son manuales, y el sistema de producción es el conuco tradicional de policultivo de secano con fines de autoconsumo. Los rubros más comunes cultivados son: maíz, auyama, caraota, yuca, frijol, patilla, batata, topocho y quinchoncho entre otros.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La superficie total deforestada en 1961 (Tabla 2) ocupaba el 3.5 % (4.160 ha) del área de estudio, en 1978 un 11.8 % (14.115 ha) y en 1988 un 22.3 % (26.644 ha). Esto significa que el área ha sido sometida a un proceso de deforestación creciente durante el lapso comprendido entre 1961 y 1988. Estos resultados están en concordancia con los de Berroterán (1998), quien refiere una superficie relativa de deforestación de un sector del área de estudio del 26.2 % para 1989; y son más bajos que los reportados por Molina (1998), quien reporta en los Llanos, al norte del área de estudio para el

año 1994 una superficie relativa de deforestación del 49 %. También son bajos con relación al 67% de tierras deforestada para 1988 en el Piedemonte de la Cordillera Oriental Andina (Colombia), con disminución en 31% de la superficie de bosque nativo en el período 1960-1988 (Viña y Cavalier, 1999).

La disposición espacial de las áreas deforestadas indican que en general el área no ha sido fragmentada para 1961, 1978 y 1988, ya que la conexiones entre las formaciones vegetales nativas (bosque, matorral y sabana) se mantienen como áreas no deforestadas (mapas anexos), observándose para 1988 discontinuidad en algunos sectores, como el nororiental y el noroccidental, que son los centros de concentración de la intervención. Aunque para el 1988 el porcentaje de intervención del área es considerado bajo (Márquez, 1999), se puede estimar que si se mantiene la deforestación promedio de 1.933 ha/año, en un período de 40 años de intervención (año 2.028), la superficie deforestada podría alcanzar el 71.6 % del área. Esto la convertiría en una zona espacialmente fragmentada, con el riesgo de crearse desequilibrios ecológicos que perjudiquen las poblaciones humanas y comunidades vegetales y animales asentadas en este espacio geográfico.

En 1961 el 2.8 % de las tierras estaban bajo uso de agricultura de secano, en 1978 el 10.2 % y en 1988 el 21.2%. (Tabla 2). Estas tierras de agricultura de secano representaron a su vez un 82.6%

**Tabla 2.** Superficie absoluta y relativa (con relación al total) de las clases, sub-clases y sistemas de producción del área de estudio.

Niveles Categoricos	Taxa	1961		1978		1988	
		(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Clases	Areas no Deforestadas	115.416	96.52	105.461	88.20	92.932	77.72
	Areas Deforestadas	4.160	3.48	14.115	11.80	26.644	22.28
Sub-clases	Cultivo de secano	3.339	2.79	12.140	10.15	25.752	21.54
	Cultivo bajo riego	597	0.50	1.470	1.23	408	0.34
	Cuerpos de agua	108	0.09	391	0.33	247	0.21
	Areas de uso no agrícola	116	0.10	114	0.10	237	0.20
Sistemas de producción de secano	Empresarial	1.677	1.40	9.573	8.01	20.291	16.97
	Semi-empresarial	867	0.73	1.619	1.35	2.996	2.51
	Familiar comercial	660	0.55	776	0.65	1.772	1.48
	Familiar de subsistencia	135	0.11	172	0.14	693	0.58

de las tierras deforestadas en 1961, 86.7% en 1978 y 97.3% en 1998, se evidencia que la mayor parte de las tierras deforestadas con fines agrícolas, fueron utilizadas para agricultura de secano. Siendo esta la subclase de uso de la tierra más importante en relación a la producción de rubros agrícolas en la zona de estudio, principalmente los cereales maíz y sorgo. En este sentido, Berroterán (1998) reportó para el 1989 en un sector de la zona de estudio un 22.3% de áreas con cultivos de secano el cual es un resultado similar al del presente trabajo.

La agricultura con riego está localizada en las vegas de los ríos más importantes de la zona (Río Guárico y Río Orituco), representaba para 1961 el 0.5 % del área de estudio, en 1978 el 1.2% y en 1988 un 0.3%, las cuales son superficies relativas bajas. Molina (1998), también reportó valores bajos de la superficie de agricultura con riego, encontró un 0.4 % de uso hortícola con riego para una zona ubicada al norte del área de estudio. Estos valores están muy por debajo del 9.3% de tierras regadas para Latinoamérica (World Bank, 1996). Ello se debe a la ausencia de sistemas de riego basados en la construcción de presas, ya que los cuerpos de agua

construidos o naturales se utilizan para el consumo de animales y humanos. Se sugiere la construcción de embalses que acumulen el agua de lluvia y de esta forma se aumente el área a ser regada, ya que la agricultura de riego es una excelente opción en estas áreas con suelos mecanizables, pendientes menores de 8% en gran parte de su superficie y una época con déficit hídrico de noviembre a abril en la cual según Berroterán (1994) es necesario el riego para la producción de cultivos.

El sistema empresarial es el más importante en superficie para cada año evaluado (Tabla 2), representó para 1961 el 1.4% del área de estudio, en 1978 el 8% y en 1988 el 17%. Constituyó más del 50% de la superficie de agricultura de secano para los años de observación, representando el 50.2%, 78.9% y 78.8 % del área de secano para los años 1961, 1978 y 1988 respectivamente (Fig. 3). Los sistemas de producción familiares comercial y de subsistencia representaron porcentajes muy pequeños de la superficie total del área (Tabla 2), y conformaron un 22% de la superficie relativa de área de secano para 1961 y menos del 12% para 1978 y 1988 (Fig. 2), específicamente el sistema familiar de subsistencia repre-

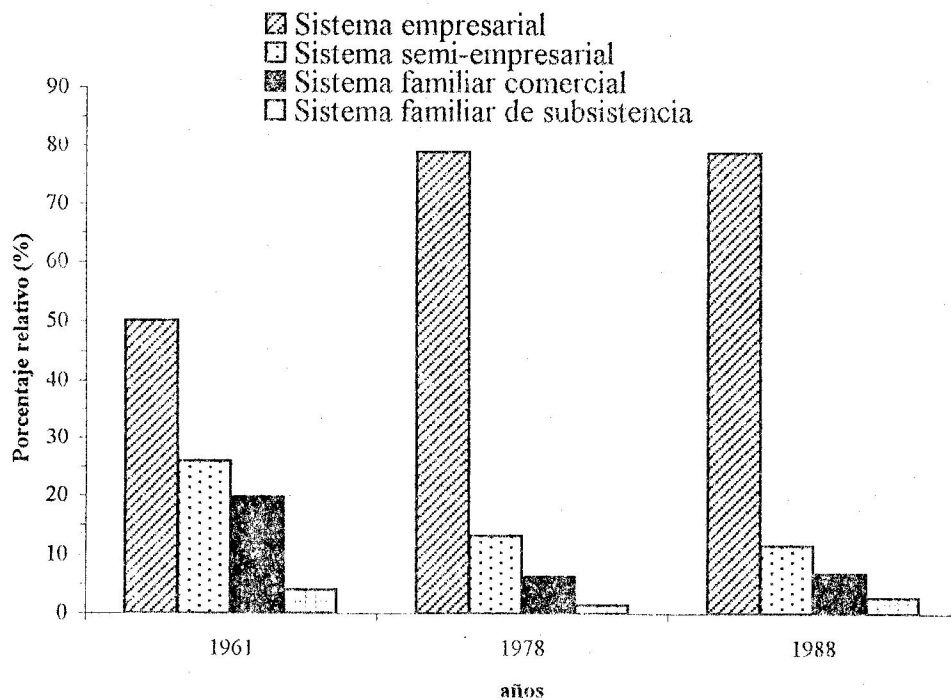


Figura 3. Superficie de los sistemas de producción en porcentaje relativo con relación a las áreas de secano

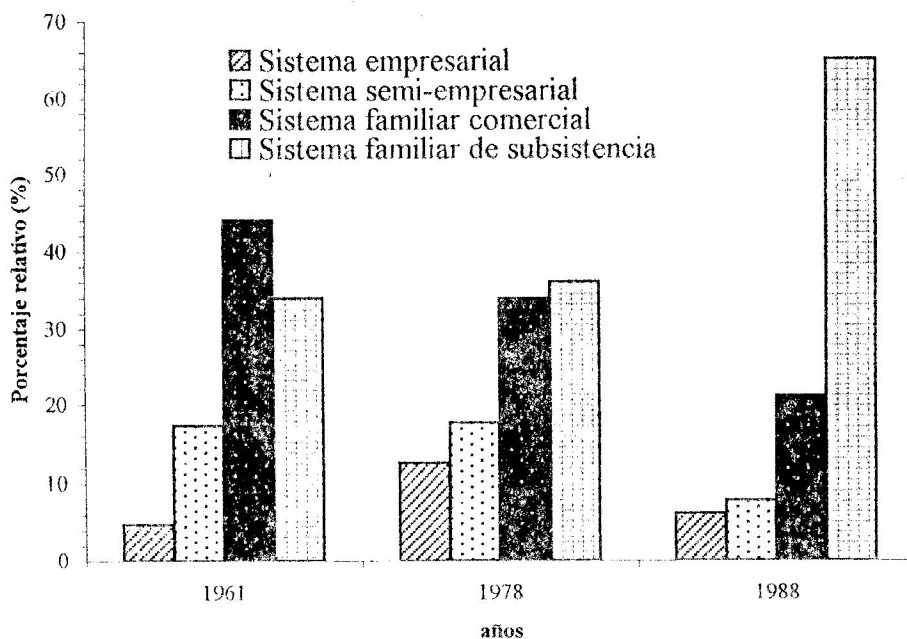


Figura 4. Porcentaje relativo del número de polígonos por sistemas de producción

sentó menos del 5% del área relativa de secano en cada año de observación.

El tamaño promedio de los polígonos deforestados en las unidades de producción empresariales para los años 1961, 1978 y 1988 fue de 167.7 ha, 239.3 ha y 262.6 ha, lo cual evidencia que son grandes unidades de producción. En ellas se siembran preferiblemente los cereales maíz y sorgo en forma mecanizada. El período de siembra para el maíz oscila entre el 20 de mayo y el 15 de julio y para el sorgo desde el 15 de junio hasta el 30 de julio. La superficie media deforestada por unidad de producción para los sistemas de producción semiempresarial, familiar comercial y familiar de subsistencia es de 24.1 ha, 7.1 ha y 1.9 ha para el año 1961, en el 1978 fue de 28.8 ha, 7.2 ha y 1.5 ha y para el año 1988 fue de 30.6 ha, 6.7 ha y 0.9 ha respectivamente. Lo cual indica poca variación en el tiempo de la superficie promedio deforestada por unidad de producción para los sistemas familiares comercial y de subsistencia, mientras que el empresarial ha aumentado en 37% su área promedio deforestada por unidad desde 1961 hasta 1988.

No obstante, la baja superficie relativa en el área de estudio de los sistemas familiares comercial y de subsistencia, ellos constituyeron el 78% de los 209 polígonos (total de áreas deforestadas) para 1961, el 67% de los 319 polígonos de 1978 y el 86% de los 1275 polígonos en 1988 (Fig. 3). Mientras que los empresariales representaron solamente el 3%, 11% y 3% del total de polígonos para 1961, 1978 y 1988 respectivamente. Esta situación deja de manifiesto la importancia social de las pequeñas unidades de producción de los sistemas familiares, a pesar de su baja superficie total en el área. Por lo que se sugiere que en los planes de desarrollo rural de la zona se incluya el fortalecimiento de las pequeñas unidades de producción, tal como la han considerado FAO y FIDA en los planes de desarrollo regional a nivel nacional.

En cuanto al aspecto espacial, se nota que el sistema de producción empresarial está relacionado con la presencia de la vialidad más importantes (carreteras nacionales asfaltadas) del área de estudio (mapas anexos). El resto de los sistemas están distribuidos de manera dispersa a través del área de estudio sin seguir patrón de agrupamiento en

ningún año de observación. De forma tal, que la concentración de la mayor superficie deforestada en el sector norte del área de estudio está vinculada a las vías principales de comunicación y se debe principalmente a los sistemas empresariales que han aumentado el número de polígonos y la superficie por polígono desde 1961 hasta 1988 en este sector. Esta relación entre los focos de desarrollo rural y las vías de comunicación ha sido también demostrado para un sector del este de Costa Rica por Stoorvogel y Fresco (1996).

## CONCLUSIONES

El área de estudio presentó muy baja superficie deforestada (3.5%) para el año 1961 y en el 1988 (22.3%) se considera moderada. Los signos de fragmentación de los sistemas nativos se consideran bajos para 1988, a excepción de las superficies vinculadas a las principales vías de comunicación y a los sistemas empresariales. La deforestación de un 18.8% del área en 30 años permite afirmar que de mantenerse este ritmo será altamente intervenida en menos de 50 años.

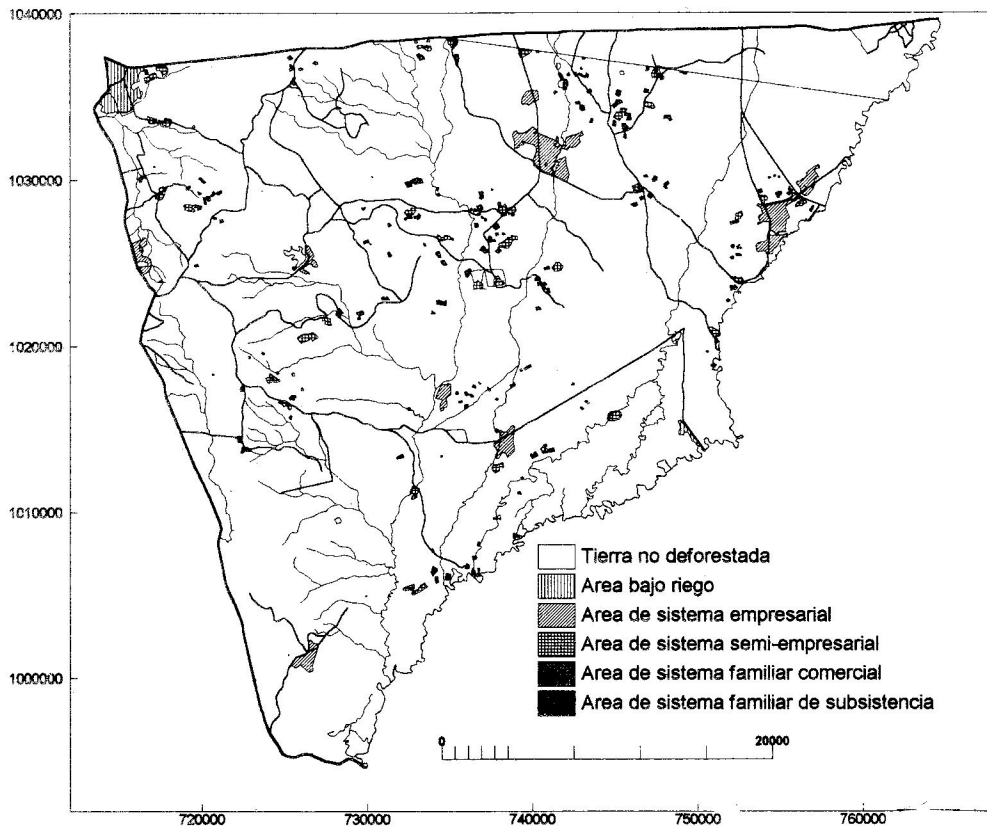
El proceso de deforestación en el área de estudio, ha sido principalmente con el objetivo de establecer cultivos de secano de tipo empresarial. La agricultura con riego ha representado superficies relativas bajas (0.3-1.2%). En los años 1978 y 1988 los sistemas empresariales de secano representaron más del 70% del total de tierras deforestadas, siendo los más importantes desde el punto de vista económico. Los sistemas de producción familiares de pequeñas unidades de producción representan un alto porcentaje del número de áreas deforestadas y una baja superficie total en el área.

## AGRADECIMIENTOS

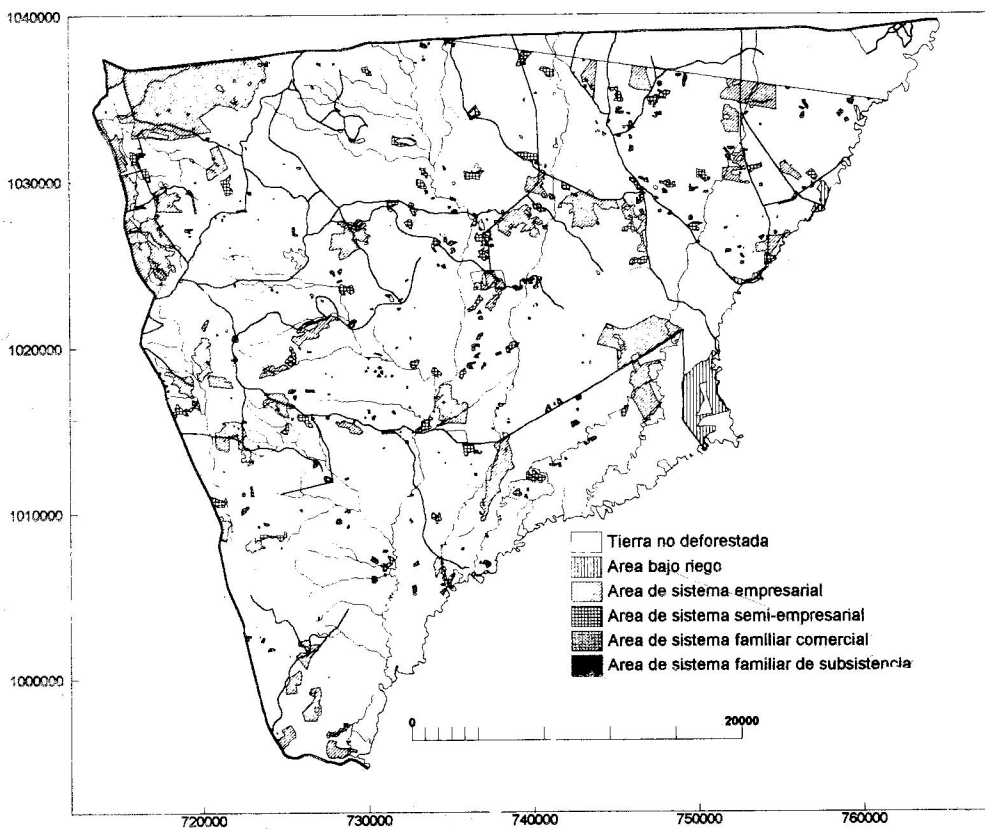
Expresamos agradecimientos al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) por el financiamiento de la investigación a través del proyecto 03313962-97, a las secciones de Biología de Poblaciones y de Ecología de Comunidades y sistemas del IZT por el apoyo en los momentos necesarios, así como a la Br. Dinorvis López por la permanente ayuda.

## LITERATURA CITADA

- BENNENA, J. Y H. GELENS.**  
1996. *Aerial photointerpretation for soil surveys*. ITC. Lectures notes. Enschede-The Netherlands. 74 p.
- BERROTERAN, J.**  
1994. Ecología de sistemas nativos y agrosistema maíz en Los Llanos Altos Centrales de Venezuela. T. Doctoral en Ciencias Agrícolas. Univer. Central de Venezuela, Fac. Agronomía. Maracay-Venezuela. 455 p.  
1997. La importancia de los suelos en la distribución de los tipos de vegetación en los Llanos Altos de Venezuela. *Acta Biol. Venez.*, 17 (4): 15-21  
1998. Spatial representation, Biodiversity and Fragmentation of vegetal Communities of the High Central Llanos of Venezuela. En Dallmeier. F y J. Comiskey ed.: *Forest Biodiversity in North, Central and South America and the Caribbean: Research and Monitoring*. Man and the Biosphere Series, Vol 22. Pp 137-150. Unesco and The Parthenon Publishing Group. Carnforth, Lancashire, UK.
- CHUVIECO, E.**  
1996. *Fundamentos de teledetección espacial*. Editorial RIALP, 3ra edición. Madrid-España. 567 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO)**  
1990. Evaluación de los Recursos Forestales: procedimiento de interpretación y recopilación de datos de alta resolución, para evaluación de la situación actual y cambio de la cobertura forestal. Roma 147 p.
- FRESCO, L., H. HUIZING; H. VAN KEULEN; H. LUING Y R. SCHIPPER.**  
1992. Land evaluation and farming systems analysis for land use planning. Third edition. FAO, Rome, Italy. ITC, Enschede, The Netherlands. Wageningen Agric. University, Wageningen, The Netherlands.
- FUNDACION DE EDUCACIÓN AMBIENTAL (FUNDAMBIENTE)**  
1998. Principales Problemas Ambientales en Venezuela. Caracas-Venezuela. 144 p.
- GOOSEN, D.**  
1968. Interpretación de fotos aéreas y su interpretación en levantamientos de suelos. *Boletín de suelos* No 6. ITC-FAO. Roma-Italia. 176 p.
- HERNANDEZ, N.**  
1994. Cambios y conflictos de uso del espacio en la región de Barlovento. Univer. Central de Venezuela, Fac. de Humanidades y Educación, Inst. de Geografía y Desarrollo Regional. TERRA. Año VI-XI (9-19):9-66.
- INTEGRATED LAND AND WATER INFORMATION SYSTEM (ILWIS)**  
1997. User's guide. ITC. 511 p.
- JENSEN, J.**  
1986. *Introductory Digital Image Processing*. Prentice Hall. USA. 379 p.
- MARQUEZ, G.**  
1999. Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Postgrado de Ecología, Curso de Ecología de Paisajes y Sostenibilidad. Material mimeografiado. Caracas-Venezuela. 26 p.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES (MARNR)**  
1984. Inventario nacional de tierras, Guárico central y sur de Aragua. Editorial Grafarte. Tomo I. Caracas-Venezuela. 159 p.
- MOLINA, C.**  
1998. Estudio de uso actual de la tierra y cobertura vegetal. Parroquia Las Peñitas, Municipio Urdaneta, sur de Aragua. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay-Venezuela. 154 p.
- RIVERO, A.**  
1994. La deforestación en la Reserva Forestal de Ticoporo, Estado Barinas, utilizando imágenes Landsat MSS y TM. Período 1972-1978. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Humanidades y Educación, Escuela de Geografía. Caracas. 146 p.
- STOORVOGEL, J. AND L.O. FRESCO**  
1996. Quantification of Land-Use Dynamics: An Illustration from Costa Rica. *Land Degradation & Development*. Vol. 7:121-131.
- STREBIN, S.**  
1974. Capacidad de uso de las tierras de Guárico Occidental. Ministerio de Obras Públicas. Editorial Grafarte. Caracas. 46 p.
- VASCO, J.**  
1991. Análisis de los cambios y efectos ambientales del uso de la tierra entre Boca de Aroa y Sanare, Estado Falcón. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Humanidades y Educación, Escuela de Geografía. Caracas, 125 p.
- VIÑA, A. Y J. CAVALIER.**  
1999. Deforestation rates (1938-1988) of tropical lowland forests on the Andean Foothills of Colombia. *Biotropica*, Vol. 31 (1):31-36.
- WORLD BANK BOOK**  
1996. *Social Indicator of Development*. The John Hopkins University press. Londres-Inglaterra. 391 p.4

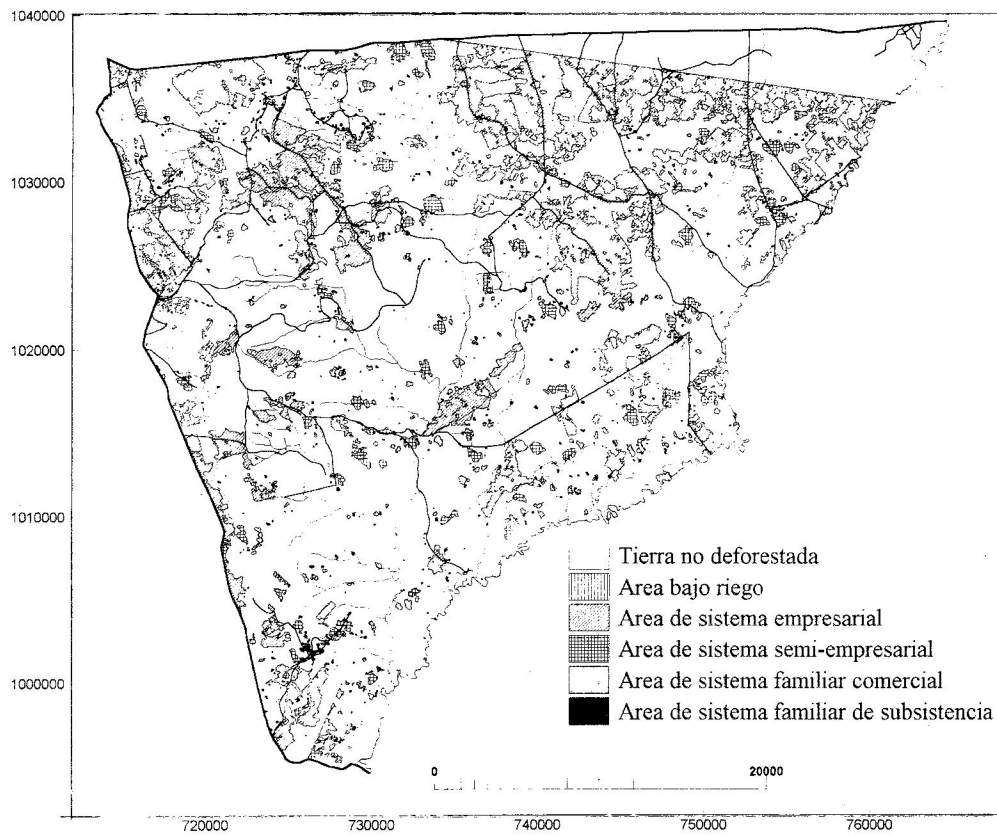


Anexo 1 Mapa de uso de la tierra en 1961



Anexo 2. Mapa del uso de la tierra en 1978.





Anexo 3. Mapa de uso de la tierra en 1988