

# Cambios en el uso del suelo y deforestación en el sur de los estados de Campeche y Quintana Roo, México

Sergio Cortina Villar\*

Pedro Macario Mendoza\*

Yelena Ogneva-Himmelberger\*\*

Recibido: junio 19, 1998

Aceptado en versión final: diciembre 8, 1998

**Resumen.** Mediante la interpretación de imágenes LANDSAT MSS se examina qué proporción de la superficie de selvas y sabanas fue transformada en áreas agrícolas y ganaderas, entre 1975 y 1990, en viejos y nuevos ejidos ubicados a lo largo de la carretera Escárcega-Chetumal. En los años setenta, estos ejidos fueron objeto de un programa de colonización dirigida financiada por el gobierno federal, proceso que incluyó el desmonte de las selvas para establecer áreas agrícolas y ganaderas modernas. Contra la idea de que la mayor parte de las selvas habían sido destruidas, los resultados indican que, al término del período estudiado, un 25% de las selvas del área en estudio habían sido desmontadas y un 43% de la superficie desmontada había dejado de utilizarse en la producción agropecuaria y estaba cubierta por vegetación secundaria arbustiva o arbórea.

**Palabras clave:** Cambio en el uso del suelo, recursos forestales tropicales, Campeche, Quintana Roo, México

**Abstract.** Landsat MSS satellite imagery from 1975 to 1990 were analyzed in order to estimate the rates of conversion of tropical forests and savannas to cropland and pasture in the southern Yucatán Peninsula of Mexico. The area of southeastern Campeche and southern Quintana Roo was subject of a federally financed directed-colonization program during the seventies, which included felling the tropical forests to establish modern agricultural and livestock areas. Although it was believed that most of the area under study had been deforested, it was found that by the end of the period, 25% of the tropical forests had been deforested and 43% of the newly opened agricultural area had been abandoned from the intended cropland and livestock use and covered instead by shrubby or tree secondary vegetation.

**Key words:** Land-use change, tropical forest resources, satellite imagery, Campeche, Quintana Roo, Mexico.

## INTRODUCCIÓN

El tema del cambio en el uso del suelo es de gran interés para los científicos preocupados por la alteración de las condiciones ambientales de nuestro planeta (Ojima, et al., 1994). En particular, hay mucha atención en la conversión de bosques tropicales en áreas agrícolas y ganaderas porque a esta deforestación se le atribuye una parte significativa del incremento en la concentración del dióxido de carbono en la atmósfera, lo cual, se afirma, provocará el calentamiento global de la Tierra (Skole et al., 1994).

Entre las tareas actuales de los científicos que estudian el cambio en el uso del suelo se encuentran, medir la velocidad de la deforestación, determinar su extensión geográfica y entender cuáles son las causas sociales y económicas de los cambios, en

las escalas global, regional y local. Esto último, con el fin de predecir futuras alteraciones en el uso del suelo y proporcionar información valiosa para la planificación (Skole et al., 1994; Ojima, et al., 1994).

Por otra parte, la comunidad científica nacional y estatal centra su atención sobre todo en las consecuencias negativas de la deforestación sobre la biodiversidad, los recursos forestales, los suelos y, finalmente, sobre la economía.

En el caso de los estados de Quintana Roo y Campeche diversos informes indicaban con alarma, al empezar los años ochenta, que se había producido una gran destrucción de las selvas como producto de la colonización reciente en el interior de estos estados. En una publicación del Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO, 1980) se comenta que el mal manejo de los re-

\* El Colegio de la Frontera Sur, SEP-CONACYT, México

\*\* Clark University, Estados Unidos.

cursos forestales, tanto como los irreversibles procesos de colonización, han dado lugar a una disminución alarmante de las reservas forestales del estado de Quintana Roo. Barrera (1982) señalaba que en un viaje con el Dr. Gómez-Pompa, desde Escárcega hasta Chetumal, se llegó a la conclusión de que mucho de lo que se había dicho y escrito sobre el manejo de la riqueza forestal en distintas regiones del país, no sería posible aplicarlo debido a la gran destrucción de bosques y selvas. Esta selva prácticamente ya no existe, ni en el sur de Quintana Roo ni en el sur de Campeche. Edwards (1986) calculaba que en todo el estado de Quintana Roo habían sido desmontadas 184 000ha desde el inicio de la colonización, a principios de los años setenta, hasta 1980, y consideraba que si las tendencias recientes en el desmonte y uso del suelo continuaban, el ataque a las selvas terminaría por erradicarlas.

El sur de la Península de Yucatán es un área representativa de actividades de colonización y de deforestación en los trópicos. En esta zona el gobierno federal, a través de la Comisión Intersecretarial de Colonización Ejidal, tuvo una gran influencia al financiar el traslado de los colonos venidos de otras partes del país y su asentamiento en ejidos ya existentes y en los nuevos centros de colonización ejidal. El proceso incluyó el desmonte de la selva para poner en marcha sistemas colectivos de agricultura mecanizada y de ganadería de bovinos, con el fin de que los nuevos ejidatarios pudieran ganarse la vida trabajando en estas actividades. Diferentes aspectos del proceso de colonización y expansión de la agricultura han sido estudiados y descritos por Edwards (1986), Fort (1979), Fuentes (1992), Revel-Mouroz (1980) y Szekely y Restrepo (1988).

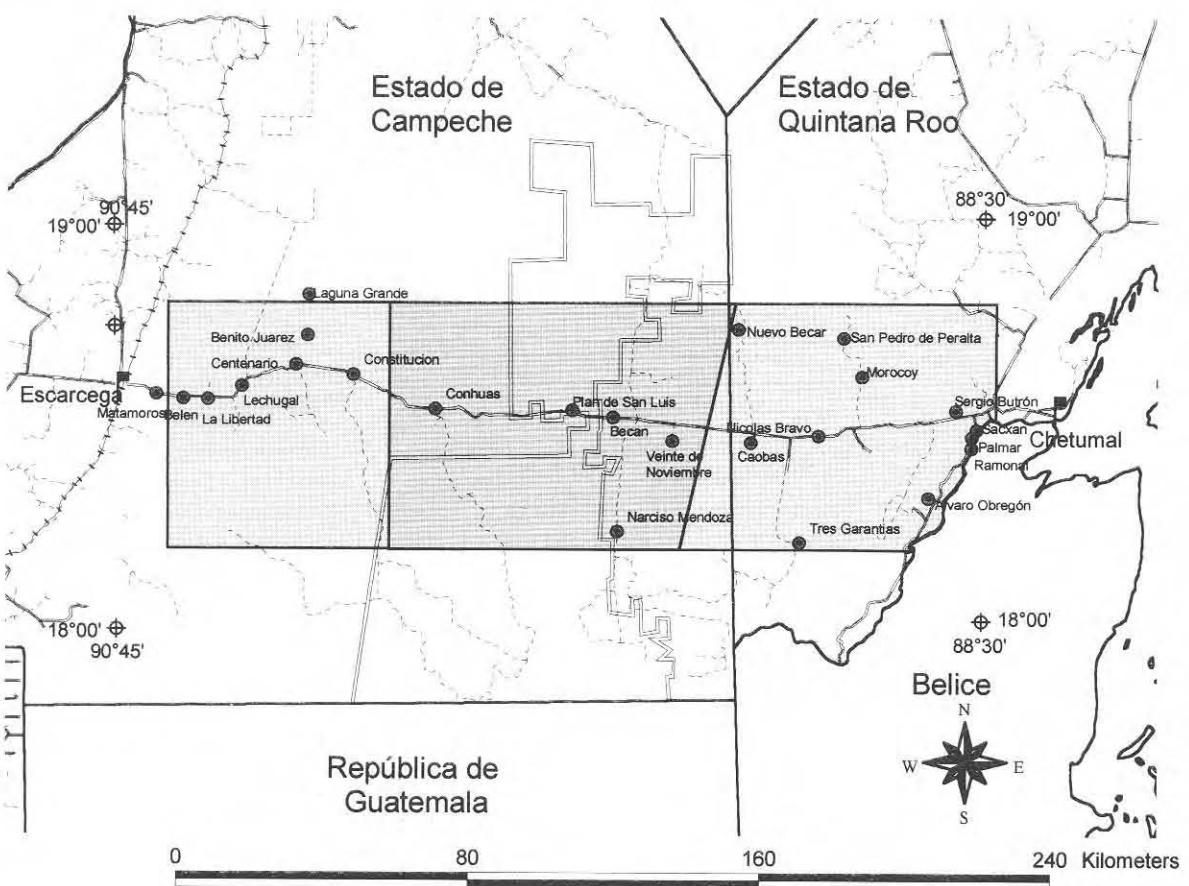
El carácter reciente de esta colonización, que inició a principios de los setenta, se consideró favorable para registrar las trayectorias que siguió el cambio en el uso del suelo mediante el análisis de las imágenes de satélite, disponibles desde 1972, cuando se lanzó el primer satélite estadounidense de la serie Landsat. La zona en estudio se acotó a lo largo de la carretera Escárcega-Chetumal, pues esta obra, terminada en 1970,

funcionó como eje para los asentamientos y el desarrollo de las actividades agropecuarias.

Contar con la información más precisa sobre los cambios en el uso del suelo será de utilidad en las tareas de investigación y planificación del aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales en esta parte de la frontera sur de México. Por ello, los objetivos de este trabajo fueron: a) examinar qué proporción de la superficie de selvas y sabanas fue transformada en áreas agrícolas y ganaderas en el período comprendido entre 1975 y 1990 en los ejidos que fueron objeto de una colonización a lo largo de la carretera Escárcega-Chetumal, en el sur de la Península de Yucatán (**Figura 1**); b) delimitar las áreas transformadas, y c) explorar las causas que impulsaron y frenaron el cambio de uso del suelo.

## METODOLOGÍA

Para examinar los cambios en el uso del suelo se elaboraron mapas de uso del suelo a partir de la interpretación y clasificación de imágenes provenientes del sensor *MultiSpectral Scanner* (MSS) de la serie de satélites Landsat. Las imágenes fueron tomadas en tres décadas distintas y corresponden a dos escenas diferentes<sup>1</sup> (**Cuadro 1**). Se pretendió, al inicio, que el área en estudio cubriera completamente la distancia comprendida entre Escárcega y Chetumal, que es de 259 km de oeste a este, y que con un ancho de 67 km de norte a sur, y centrada respecto a la carretera que une a estas dos poblaciones, se abarcara gran parte del área donde ocurrieron los principales desmontes (**Figura 1**). Por desgracia, un espacio central de aproximadamente 88 km de largo por 67 km de ancho no pudo ser interpretado porque las imágenes de satélite contenían ahí gran cantidad de nubes. De este modo, el área de trabajo con las imágenes fue de 906 097 ha. El espacio no interpretado coincide con la ubicación de la reserva de Calakmul y, como puede apreciarse en las cartas de uso del suelo de INEGI (1985a), no ha sufrido un cambio en el uso del suelo tan importante como el de las áreas que sí se estudiaron con las imágenes de satélite.



- ◆ Coordenadas extremas
- ◆ Límites políticos y costas
- ◆ Escárcega y Chetumal
- Localidades donde se aplicaron encuestas
- ◆ Límites de la Reserva de la Biosfera Calakmul
- ◆ Caminos
- ◆ Brechas
- ◆ Carreteras pavimentadas de un carril
- ◆ Ferrocarril de servicio público
- ◆ Terracerías transitables en tiempo seco
- ◆ Área de estudio
- Área clasificada con las imágenes Landsat
- Área no clasificada con las imágenes Landsat



Figura 1. Localización del área en estudio.

**Cuadro 1.** Fechas en que los satélites Landsat obtuvieron las imágenes utilizadas en este trabajo

Escena que cubre el sur de Campeche (Path 20 / Row 47)	Escena que cubre el sur de Quintana Roo (Path 19 / Row 47)
Diciembre 3, 1975 Abril 14, 1986 Abril 17, 1990	Diciembre 2, 1975 Noviembre 11, 1984 Noviembre 20, 1990

Con el fin de tener elementos suficientes para interpretar y clasificar las imágenes, y también para explorar cuáles fueron las fuerzas motrices de los cambios ocurridos, se hicieron observaciones de campo para verificar el uso del suelo, y se aplicaron entrevistas a comisarios ejidales y productores en 24 ejidos ubicados a lo largo del área en estudio (**Figura 1**). Se recorrieron los terrenos de cada ejido visitado y se registró cuál era el uso del suelo y la vegetación en sitios específicos, cuya localización se determinó con un geoposicionador geográfico. A los comisarios ejidales se les preguntó cuál es la superficie actual del ejido, cuál es el número de beneficiados, cuándo y de dónde vinieron los pobladores, si éstos llegaron por un programa del gobierno o por su cuenta, cuándo obtuvieron la resolución presidencial, cuáles son las superficies destinadas al uso agrícola, ganadero y forestal en el ejido, qué se cultiva actualmente, cuál era el uso del suelo hace 10 y 20 años, cuáles fueron las fechas de los grandes desmontes y cuál ha sido el uso dado a las áreas desmontadas. También se averiguó si las áreas ganaderas han crecido en los últimos años, si sigue llegando nueva población, si continúan los desmontes en monte alto, cuáles son los principales créditos y apoyos que han recibido del Gobierno para emplearlos en la producción y a qué mercados destinan sus productos.

Para crear los mapas de uso del suelo se siguió el procedimiento de una clasificación supervisada basada en los clasificadores de máxima probabilidad y distancia mínima a la media (Chuvieco, 1990). Ya que se clasificaron imágenes de años pasados, la realidad que se observa en ellas ha cambiado y, por tanto, no pudieron ser verificadas directamente en campo, fue necesario auxiliarse de la información histórica que proporcionaron los comisarios

ejidales e información obtenida de mapas o fotos históricas: unos mapas de uso del suelo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos (SARH, 1976), los mapas de uso del suelo y vegetación de INEGI (1985a) en escala 1:250 000 y una línea de fotografías aéreas de los años 1984-85 en escala 1:35 000. Por otra parte, los espaciomapas elaborados recientemente por el INEGI (1995) a partir imágenes TM de 1993 (satélite Landsat), fueron de utilidad para interpretar las imágenes MSS de 1990.

Mediante la clasificación supervisada fue posible separar selvas, sabanas, áreas agropecuarias, nubes, sombras de nubes, caminos y cuerpos de agua; sin embargo, durante el proceso hubo problemas relativos a las características de las imágenes MSS, en general, y otras dificultades particulares de este conjunto de imágenes. Una de ellas fue la imposibilidad de distinguir confiablemente entre selvas conservadas y vegetación secundaria arbórea o arbustiva, hecho que ya habían señalado Stone *et al.* (1989). En consecuencia, se decidió utilizar una categoría que incluyera selvas bajas, selvas medianas y vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Se consideró adicionalmente que la separación entre distintos tipos de selva no era esencial en este trabajo y que tal información puede obtenerse en los mapas de uso del suelo y vegetación de INEGI (1985a). Por esta última consideración se incluyó a la vegetación de sabana en esta categoría, a la que se denominó clase 1.

Otro problema fue la clasificación errónea de los bordes de las nubes, que se confundieron con vegetación secundaria joven. Este problema fue corregido creando "buffers" de 2 a 3 pixeles de ancho alrededor de las nubes y de las sombras de las nubes, y asignándoles la categoría de nubes o sombras de nubes.

Pero el principal problema fue que las áreas desmontadas, abiertas al cultivo, habían sido subestimadas en el análisis, pues las superficies totales de estas áreas no concordaban con los datos proporcionados por los informantes en los ejidos. Las formas regulares de los desmontes eran claramente visibles en las imágenes de satélite, pero una parte de estas áreas quedaba clasificada como selvas, lo cual resultaba erróneo. Estas áreas desmontadas no fueron clasificadas correctamente como áreas agrícolas debido a que en el momento en que se tomó la imagen estaban cubiertas por vegetación secundaria herbácea o arbustiva que se confundió con selvas o con vegetación secundaria arbórea.

Para corregir este error, se procedió al reconocimiento visual de las áreas desmontadas en imágenes multiespectrales en falso color, proyectadas en pantalla de computadora, y a la delimitación de los desmontes mediante digitalización en pantalla. Se eligió este procedimiento porque, de acuerdo con Chuvieco (1990), es conveniente para categorías heterogéneas como son, en este caso, las áreas desmontadas de selva, ya que éstas contienen superficies con suelo desnudo en preparación para el cultivo, áreas ocupadas por diferentes cultivos y diferentes tipos de vegetación secundaria, estos últimos llamados huamil. Entre los tipos de vegetación secundaria se encuentran superficies invadidas por el helecho *Pteridium aquilinum*, el cual se ha extendido ampliamente en algunas partes del sur de Quintana Roo. Para la delimitación sirvieron de guía las formas regulares visibles de los desmontes y el color que presentan, generalmente más claro que las selvas adyacentes, también fueron de utilidad la información proporcionada por los comisarios ejidales, los registros de la posición geográfica de las áreas cultivadas actualmente y las cartas topográficas en escala 1:50 000 (INEGI, 1987-88), que señalan algunos límites de los desmontes.

Las áreas delimitadas visualmente se sobrepusieron utilizando un sistema de información geográfica (SIG), a los mapas que resultaron de la clasificación supervisada, lográndose, así, la corrección.

Al delimitar las áreas desmontadas se consideró conveniente separar los desmontes destinados original-

mente a la agricultura mecanizada o a la ganadería de bovinos, actividades con inversiones importantes, ya sea en maquinaria para la agricultura o en construcciones y cercos para la ganadería, para las que cada desmonte individual fue de gran extensión, y donde, al menos en un principio, los ejidatarios trabajaron en grupos o sociedades que, según Revel-Mouroz (1980), se organizaron en forma colectiva (clase 2); de los desmontes destinados originalmente a la agricultura y a la ganadería basadas en el uso de herramientas manuales, con bajo nivel de inversión, llevadas a cabo por unidades familiares en pequeñas parcelas individuales (clase 3). La agricultura mecanizada fue descrita por López *et al.* (1977) como una agricultura sedentaria llevada a cabo mediante la aplicación de técnicas modernas de cultivo en terrenos planos con suelos profundos y poco pedregosos, que previamente fueron desmontados con maquinaria hasta eliminar de raíz la vegetación arbórea. En contraste, estos autores consideran a la agricultura familiar de baja inversión como un sistema de explotación nómada basado en las prácticas de roza, tumba y quema, establecido en general en cerros y lomas con suelos someros y pedregosos. En este sistema es necesario abandonar el área de cultivo después de explotarla durante dos o tres años, porque los suelos pierden rápidamente su fertilidad, y entonces se requiere desmontar nuevas áreas. Este sistema también ha sido usado para que algunas familias campesinas siembren pastos y establezcan pequeñas rancherías con ganado vacuno.

En este trabajo se hizo el cotejo del relieve y del tipo de suelos que ocupaban los diferentes sistemas de producción en campo y también con la consulta de las cartas topográficas en escala 1:50 000 (INEGI, 1987-88) y las cartas edafológicas en escala 1:250 000 (INEGI, 1985b).

En los mapas generados existe una cuarta categoría (clase 4) que abarca principalmente nubes y sombras de las nubes, pero también incluye lagunas y caminos. Fue necesario incluir en esta clase las nubes, sombras, lagunas y caminos de todas las décadas, porque algunas imágenes tenían una cantidad de nubes muy superior a otras y, de no hacerse esta complementariedad, se subestimarían o sobreestimarían las superficies de las clases al

comparar los mapas de diferentes tiempos. Se incluyó a los caminos porque, aunque implican un cambio de uso del suelo, su superficie es muy pequeña y difícil de medir con las imágenes de satélite. Con el SIG se creó una cobertura única de la clase 4 de todas las décadas, que después fue sobreuesta a todos los mapas resultantes de la clasificación supervisada y la interpretación visual. En la práctica, esta clase representa las superficies que quedan fuera del análisis de cambio de uso del suelo. Al quitar la clase 4 del análisis, la superficie real bajo estudio se redujo a 825 599 ha, un 9% menos.

El análisis de cambio en el uso del suelo se hizo comparando los mapas de uso del suelo de las tres décadas. Primero se calculó la superficie para cada tipo de uso del suelo en cada década y se crearon

tablas y gráficas; posteriormente, los mapas de las diferentes décadas fueron sobreuestos mediante el procedimiento llamado tabulación cruzada (*crosstabulation*) de donde se obtienen matrices que muestran las superficies que cambiaron a otro uso del suelo y las que se mantuvieron con el mismo uso (Eastman *et al.*, 1994).

## RESULTADOS

La interpretación y clasificación de las imágenes de satélite indica que para diciembre de 1975 ya se había desmontado un 11.9% del área en estudio, esto es 98 806 ha, para utilizarse en la agricultura y la ganadería, 78 864 ha en Quintana Roo y 19 942 ha en Campeche (**Cuadro 2; Figuras 2 y 5**). Para dar una idea de la rápida expansión de la superficie

**Cuadro 2.** Cambios en superficies totales por categoría de uso del suelo.

### a) Sur de Quintana Roo

Clase	Hectáreas			Tasa de cambio anual (%)	
	1975	1984	1990	1975-1984	1984-1990
Selvas, sabanas y veg. sec.	342,453	334,278	341,024	-0.27	0.33
Agricultura mecanizada	30,441	46,950	49,149	4.93	0.77
Agricultura manual	48,423	40,266	31,324	-2.03	-4.10
Nubes, lagunas y caminos	74,988	74,783	74,778	-0.03	0.00
Total	496,305	496,278	496,275		

### b) Sureste de Campeche

Clase	Hectáreas			Tasa de cambio anual (%)	
	1975	1984	1990	1975-1986	1986-1990
Selvas, sabanas y veg. sec.	384,160	377,737	369,571	-0.15	-0.54
Agricultura mecanizada	4,335	10,900	12,837	8.74	4.17
Agricultura manual	15,607	15,465	21,695	-0.08	8.83
Nubes, lagunas y caminos	5,717	5,717	5,717	0.00	0.00
Total	409,819	409,819	409,819		

### c) Suma de a) más b)

Clase	Hectáreas			Tasa de cambio anual (%)	
	1975	1984-1986	1990	1975-1985	1985-1990
Selvas, sabanas y veg. sec.	726,613	712,015	710,594	-0.20	-0.04
Agricultura mecanizada	34,776	57,851	61,986	5.22	1.39
Agricultura manual	64,030	55,730	53,019	-1.38	-0.99
Nubes, lagunas y caminos	80,705	80,500	80,495	-0.03	0.00
Total	906,124	906,096	906,094		

agropecuaria en los años setenta, considérese que en 1970 la superficie de labor, es decir, la superficie que al menos en los últimos cinco años se cultivó una vez, fue de 17 160 ha en todo el municipio

de Payo Obispo, Quintana Roo.<sup>2</sup> De acuerdo con los datos obtenidos, el derribo de la selva a gran escala sucedió primero en el ejido Álvaro Obregón, Quintana Roo, en 1970 (Figura 1).

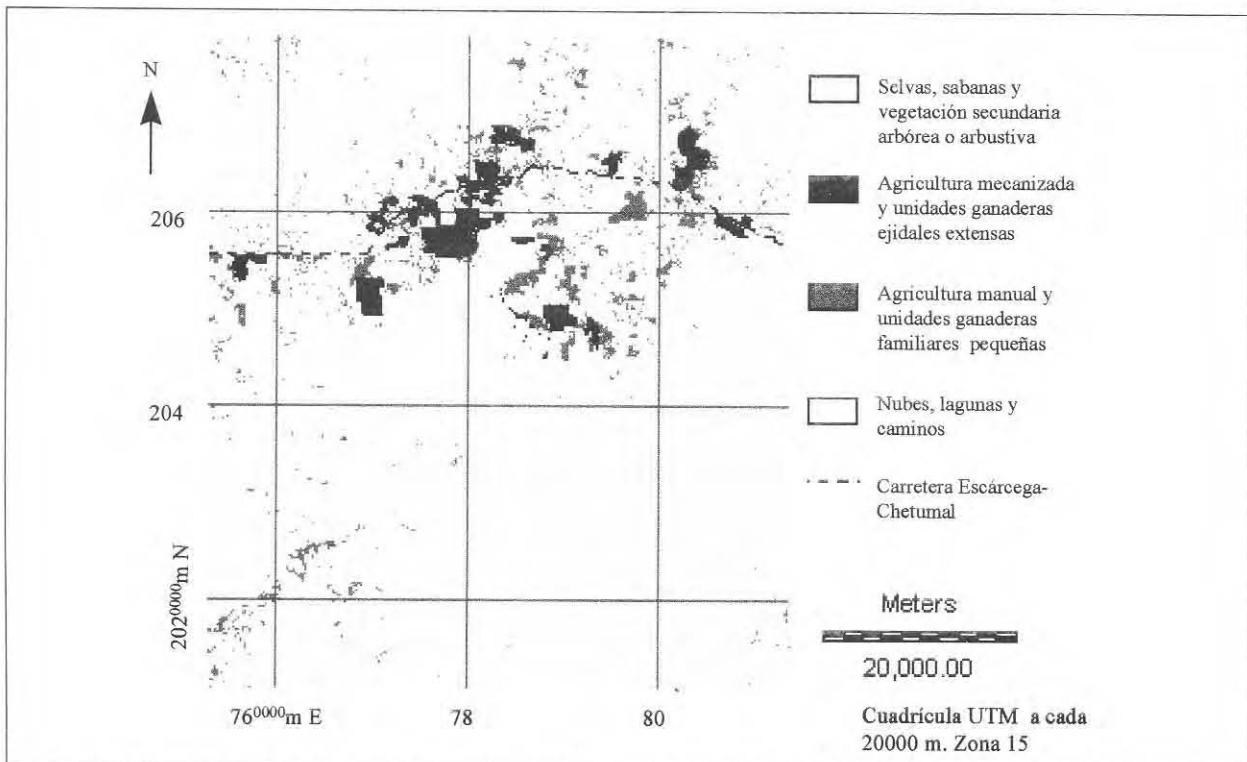


Figura 2. Uso del suelo en el sureste de Campeche, 1975.

Los principales desmontes, y también los principales asentamientos, se concentraron desde Escárcega hasta Constitución, en Campeche, y desde Nicolás Bravo hasta Chetumal y hasta el ejido Pucté en Quintana Roo, donde se encuentran terrenos llamados bajos que, por su profundidad pueden ser arados y, por tanto, se consideraron susceptibles de ser utilizados en la agricultura mecanizada, aunque la mayor parte de estos suelos tiene como limitación el ser arcillosos e inundarse una época del año López *et al.* (1977). Además, esta zona tenía más posibilidades de abastecer de agua a la creciente población, pues el manto freático se encuentra a poca profundidad. En cambio, el centro de la ruta Escárcega-Chetumal quedó poco transformado y poco poblado. Esta área pertenece a la llamada meseta de Zohlaguna (Miranda, 1958), un espacio caracterizado por altitudes de 150 a 300m, ausencia de suelos arables y donde el

agua se encuentra a más de 100 m de profundidad (Figura 8). Años más tarde, parte de esta zona sería decretada como Reserva de la Biosfera Calakmul.

De las 98 806 ha desmontadas pueden identificarse unas 34 776 utilizadas para poner en marcha unidades ejidales colectivas de agricultura mecanizada y ganadería de bovinos. Las otras 64 030 ha se destinaron principalmente a una agricultura manual practicada por unidades familiares, y también a iniciar unidades ganaderas familiares.

#### CRECIMIENTO DE LA AGRICULTURA MECANIZADA Y LA GANADERÍA DE BOVINOS

Los primeros y más grandes desmontes para estos usos colectivos ejidales fueron destinados fundamentalmente para la agricultura mecanizada. En Quinta-

na Roo, las áreas desmontadas fueron terrenos cercanos al río Hondo, y en Campeche se ubicaron en el gran bajo que pasa por las poblaciones de Justicia Social y El Centenario. En estas áreas predominan los suelos profundos, planos y libres de piedras requeridos por la agricultura mecanizada y clasificados como vertisoles pélicos y gleysoles eútricos en el sistema de la FAO/UNESCO (INEGI, 1985b). Por otro lado, las áreas desmontadas destinadas originalmente a la ganadería ejidal de bovinos se ubicaron tanto en terrenos similares a los de la agricultura mecanizada como en terrenos cerriles donde predominan suelos someros y pedregosos clasificados como rendzinas y litosoles (*Ibid.*).

En un inicio, las áreas para agricultura mecanizada fueron cultivadas con maíz, pero, ya que la mayor parte de los terrenos abiertos al cultivo tienen como características un drenaje lento y una textura arcillosa, se decidió posteriormente utilizarlos para el cultivo de arroz. En 1974 se sembraron 4 000 ha de este cereal en Quintana Roo.<sup>3</sup> En el estado de Campeche el cultivo comenzó un poco más tarde, en 1977, cuando se

sembraron aproximadamente 3 000 ha en al menos unos siete ejidos, desde Matamoros hasta Constitución.<sup>4</sup> Pero desde los primeros años se observó que el cultivo de arroz no era la mejor opción para todas las áreas desmontadas. A partir de 1976, la caña de azúcar sustituyó al cultivo del arroz en los ejidos aledaños a la ribera del río Hondo, en Quintana Roo. Entonces, el cultivo de arroz se trasladó a otros campos, recién desmontados, en los ejidos de Morocoy y Laguna Om. Entre 1976 y 1981, las superficies de caña de azúcar y arroz crecieron en el sur de Quintana Roo hasta alcanzar 8 833 y 7 820 ha, respectivamente. La importancia de estos cultivos en estos años se puede valorar por la construcción de un ingenio azucarero en el ejido Álvaro Obregón y de una planta procesadora de arroz sobre el Km 212 de la carretera Escárcega-Chetumal; además, se creó un distrito de riego en la zona cañera. Sin embargo, mientras que la superficie de caña siguió incrementándose hasta nuestros días, el cultivo de arroz llegó a su superficie máxima en 1983, con 15 965 ha y después comenzó a declinar. La irregularidad de las lluvias mermó la producción arrocera, la infestación de los

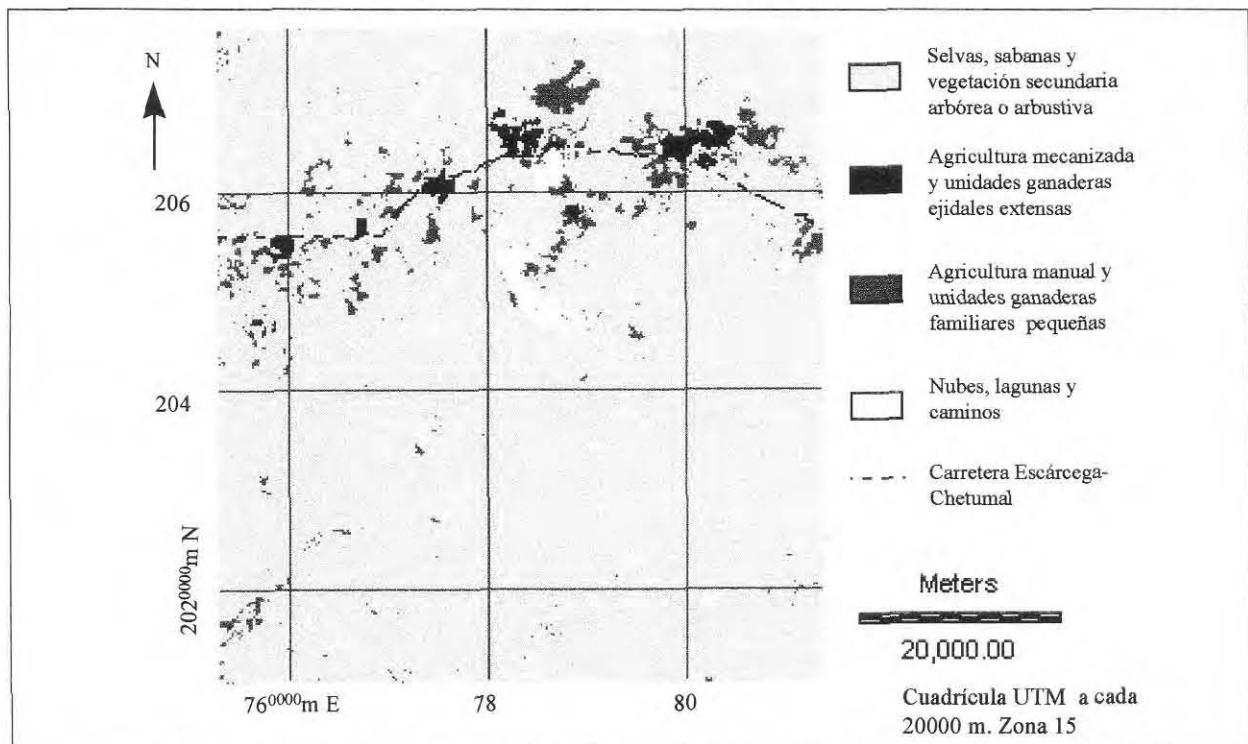


Figura 3. Uso del suelo en el sureste de Campeche, 1986 (la localización de estos planos se encuentra en la figura 1).

campos de cultivo con zacate Jonhson y la incidencia de mayor cantidad de plagas y enfermedades elevaron los costos de producción al requerirse la aplicación de mayores cantidades de agroquímicos cuyo precio, además, iba en aumento. Todo esto provocó, finalmente, la suspensión de este cultivo en los ejidos del área en estudio que corresponden a Campeche, y la reducción de las superficies a menos de 1 000 ha en Quintana Roo.

Entonces se inició otro cambio notorio en el uso del suelo: la mayoría de las zonas para arroz fueron convertidas en potreros para la crianza de ganado bovino en unidades ejidales, otras se cultivaron con maíz o sorgo y otras más, simplemente, fueron abandonadas.

El incremento en las superficies desmontadas para ampliar las áreas mecanizadas sembradas con arroz y caña de azúcar, que se produjo entre 1976 y 1981, puede reconocerse en los mapas de uso del suelo de mediados de los ochenta. Para estas fechas hay 57 851 ha destinadas a la agricultura mecanizada y a la ganadería ejidal, 23 075ha más que en 1975. Esto significó que la superficie destinada a estos tipos de utilización creció a una tasa anual de 5.2% entre 1975 y mediados de los ochenta (**Cuadro 2c; Figuras 3 y 6**).

Pero esta velocidad de crecimiento disminuyó notablemente en la década de los ochenta, ya que en 1990 el área destinada a la agricultura mecanizada y ganadería ejidal fue de 61 986 ha, apenas 4 135 ha superior a la superficie de mediados de los ochenta, lo que da como resultado una tasa de crecimiento de la superficie dedicada a este tipo de uso de 1.4%, entre mediados de los ochenta y 1990 (**Cuadro 2, Figuras 2 y 7**). De acuerdo con la información de campo, el fin de los grandes desmontes puede situarse entre 1982 y 1983. Esto coincide con el estallido de la crisis económica nacional asociada al crecimiento de la deuda externa, la cual, de acuerdo con Calva (1988), se reflejó en un brusco descenso de las inversiones en el campo y en un súbito incremento en los costos de producción.

## DINÁMICA DE LA AGRICULTURA MANUAL

Los informes de campo y el análisis de las imágenes de satélite indican que hubo una importante expansión de la superficie ocupada por la agricultura ma-

nual y las pequeñas unidades ganaderas en la primera mitad de los años setenta. En 1975 estos tipos de uso de la tierra ocupaban 64 030 ha. Esto resulta ser un hallazgo inesperado de esta investigación, pues al iniciar este trabajo no se pensó que la agricultura manual hubiera abarcado más superficie que los desmontes para la agricultura mecanizada.

Esta expansión se debió principalmente a que el gobierno federal otorgó créditos que muchos ejidatarios aprovecharon para desmontar grandes extensiones para sembrar maíz y frijol, y que luego algunos utilizaron para sembrar pastos y criar ganado. El conjunto de las áreas que cada agricultor individual desmontó se refleja en grandes áreas para la clase de agricultura manual y unidades ganaderas pequeñas, como puede observarse en las **figuras 2 a 7**.

Es sorprendente que algunas de estas áreas, en particular alrededor de Nicolás Bravo, fueron invadidas por el helecho *Pteridium aquilinum*, cuya propagación y persistencia fue favorecida al ser quemados los terrenos invadidos año tras año. Una vez establecido, el helecho se desarrolla sin la competencia de otras plantas.

A diferencia de lo que sucedió para la agricultura mecanizada, la superficie destinada a la agricultura manual y la ganadería familiar tuvo un descenso neto entre 1975 y mediados de los ochenta, al pasar de 64 030 a 55 730ha. Este resultado se debe a que 39 381 ha (62%) dejaron de usarse en este período y en ellas se desarrolló una vegetación secundaria arbustiva o arbórea que se contabilizó a mediados de los ochenta como parte de la clase 1, que incluye a selvas medianas, selvas bajas y sabanas y, en este mismo período, 31 389ha de selvas y sabanas se convirtieron en áreas de agricultura manual y ganadería familiar. Esta tendencia a la reducción se mantuvo en Quintana Roo entre mediados de los ochenta y 1990, mientras que en Campeche hubo un crecimiento de la agricultura manual y la ganadería familiar en este segundo período (**Cuadros 2a y 2b**). El balance de este segundo período para el conjunto de las áreas analizadas en los dos estados es de 29 302 ha abandonadas, 53% de la superficie; y 27 565 ha de selvas desmontadas para ser incorporadas al uso (**Cuadro 3**).

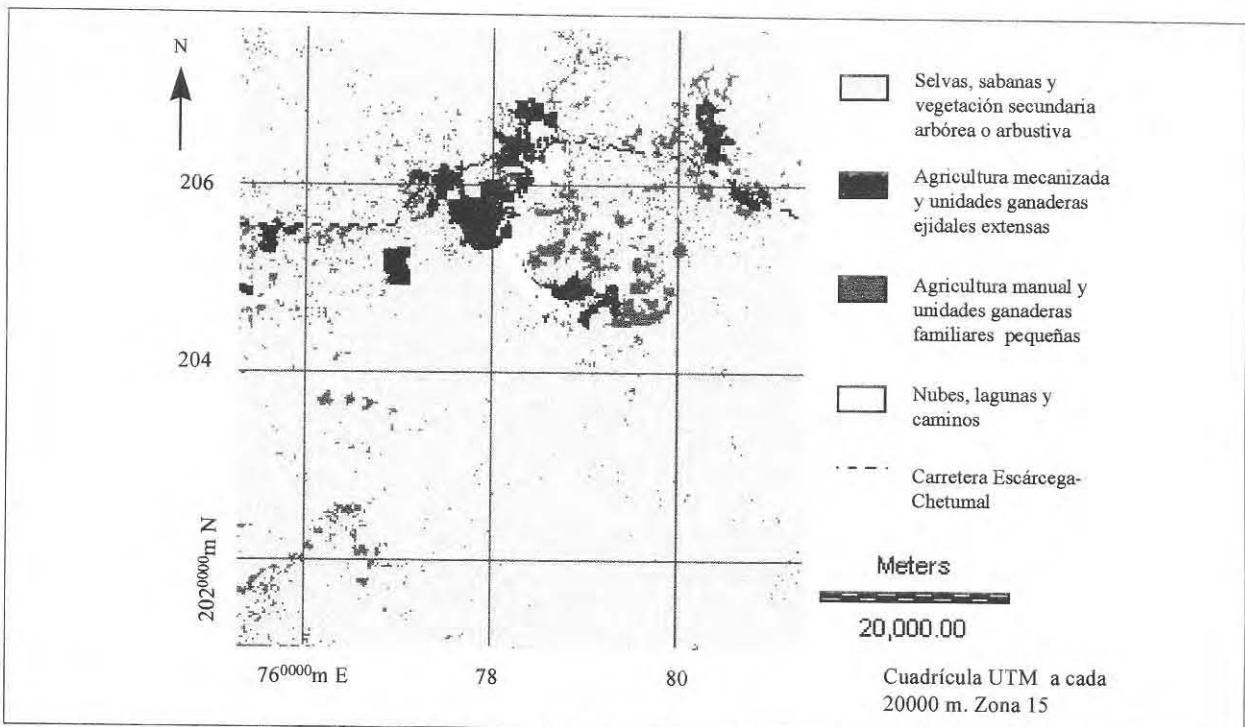


Figura 4. Uso del suelo en el sureste de Campeche, 1990.

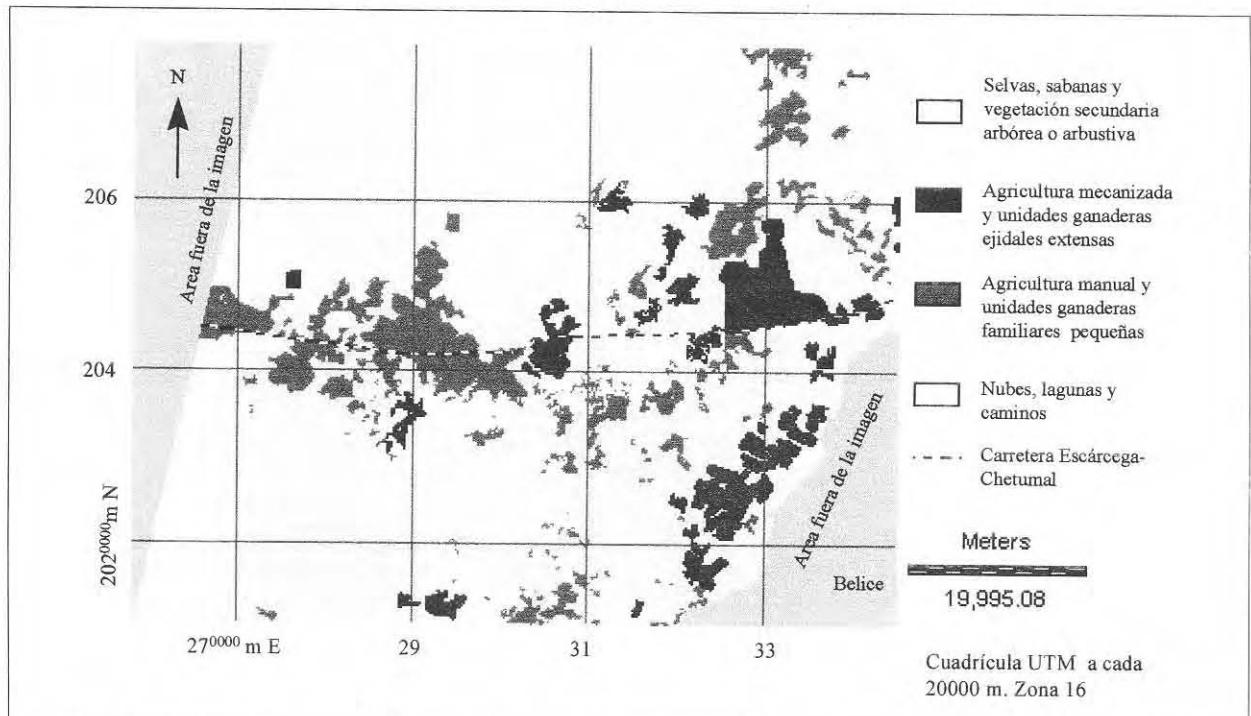


Figura 5. Uso del suelo en el sur de Quintana Roo, 1975 (la localización de estos planos se encuentra en la figura 1).

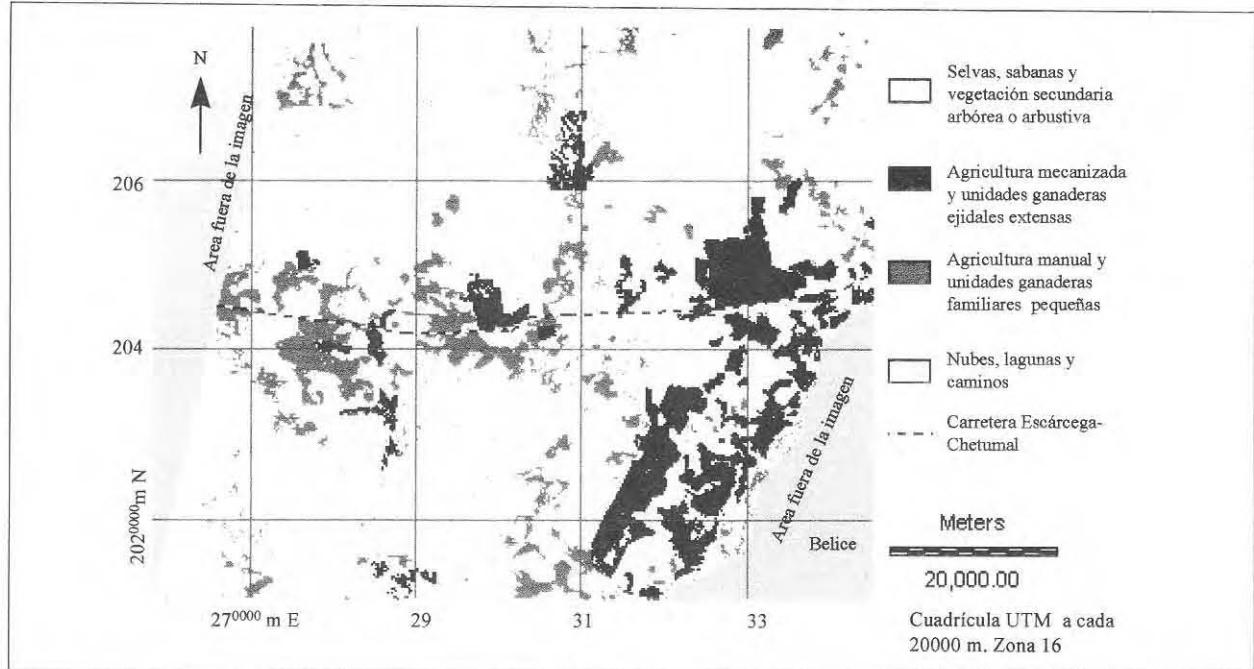


Figura 6. Uso del suelo en el sur de Quintana Roo, 1984.

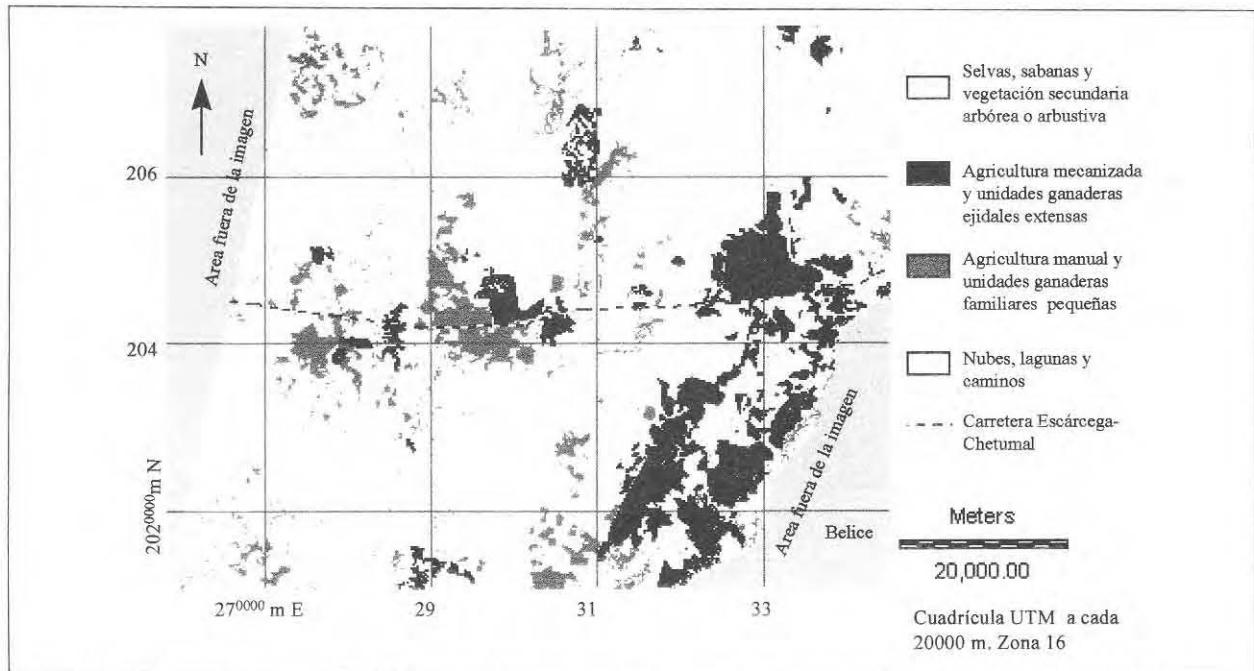


Figura 7. Uso del suelo en el sur de Quintana Roo, 1990 (la localización de estos planos se encuentra en la figura 1).

\* Áreas con grandes desmontes para la agricultura mecanizada y con dominancia de suelos Vertisoles pélicos, Gleysoles mólicos y Gleysoles eútricos, que se caracterizan por ser profundos, libres de piedras, y con textura pesada (construcción del perfil hecha por los autores). (Fuentes: INEGI, 1994; INEGI, 1985b.)

**Cuadro 3.** Tabulación cruzada de los cambios en el uso del suelo. Se muestra el resultado conjunto para el sureste de Campeche y sur de Quintana Roo

a) De 1975 a mediados de los ochenta

1975 (ha)

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Total
1984 y 1986	659,175	13,253	39,381	0	711,808
	36,459	19,061	3,194	0	58,714
	31,839	2,462	21,426	0	55,727
	0	0	0	80,495	80,495
Total	727,473	34,776	64,001	80,495	906,745

1975 (%)

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
1984 y 1986	91	38	62	0
	5	55	5	0
	4	7	33	0
	0	0	0	100
Total	100	100	100	100

b) De mediados de los ochenta a 1990

1984 y 1986 (ha)

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Total
1990	672,558	8,734	29,302	0	710,595
	11,891	45,861	4,223	0	61,976
	27,565	3,255	22,194	0	53,014
	0	0	0	80,495	80,495
Total	712,015	57,851	55,719	80,495	906,080

1984 y 1986 (%)

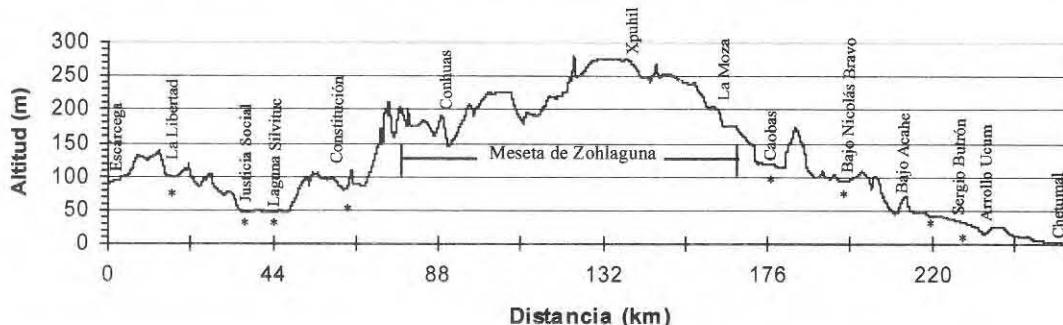
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
1990	94	15	53	0
	2	79	8	0
	4	6	40	0
	0	0	0	100
Total	100	100	100	100

Clase 1. Selvas medianas, selvas bajas y vegetación secundaria arbórea.

Clase 2. Agricultura mecanizada y unidades ganaderas ejidales extensas.

Clase 3. Agricultura manual y unidades ganaderas familiares pequeñas.

Clase 4. Nubes, sombras, lagunas y caminos.



**Figura 8.** Perfil altitudinal sobre la carretera Escárcega-Chetumal.

\* Áreas con grandes desmontes para la agricultura mecanizada y con dominancia de suelos Vertisoles pélicos, Gleysoles mólicos y Gleysoles eútricos, que se caracterizan por ser profundos, libres de piedras y con textura pesada.

Fuentes: INEGI, 1994; INEGI, 1985b

Construcción del perfil hecha por los autores.

Esta reducción neta en la superficie destinada a la agricultura manual podría ser explicada por un descenso en el monto de los créditos dedicados a este tipo de agricultura a partir de la crisis económica nacional de 1982, que fue más drástico respecto a la agricultura mecanizada. Con escasos créditos, la mayoría de los agricultores no cuentan con suficientes recursos económicos para financiar desmontes de áreas extensas.

Por otro lado, la proporción de la superficie utilizada que se abandona es mayor en el conjunto de la agricultura manual y la ganadería familiar, que en el conjunto de la agricultura mecanizada y la ganadería ejidal (clase 2). En el primer período analizado, un 37% de la superficie utilizada en la clase 2 dejó de utilizarse, se abandonaron principalmente superficies ganaderas en terrenos cerriles y, en el segundo período, se abandonó sólo un 11% de la superficie de la clase 2 (**Cuadro 3**).

#### BALANCE DEL CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y SITUACIÓN DEL RECURSO FORESTAL

Uno de los datos más relevantes de este trabajo es el poder señalar que después de 20 años de actividad colonizadora, la transformación de selvas y sabanas en áreas agrícolas y ganaderas tuvo lugar en un 23.9% de la superficie total estudiada, esto significa 197 727 ha. De esta superficie, 90 670 ha,

es decir, un poco menos de la mitad, dejaron de utilizarse y se convirtieron en terrenos con vegetación secundaria. Si a las 710 594 ha que suma en 1990 la clase de selvas, sabanas y vegetación secundaria (**Cuadro 2c**) se les resta la vegetación secundaria, se tiene, entonces, que aún se conservan 619 924 ha de selvas medianas, selvas bajas y sabanas, que en conjunto representan 75.1% de la superficie total estudiada. Un 1% adicional del área en estudio corresponde a desmontes de vegetación secundaria efectuados entre mediados de los ochenta y 1990.

¿Por qué la destrucción de la selva no fue mayor? Se pueden identificar tres factores que se conjugaron para frenar la deforestación. El primero de ellos, como ya se indicó arriba, fue la crisis de la deuda económica nacional de 1982, que ocasionó una drástica reducción de los apoyos al campo. El segundo, ya anticipado por Revel-Mouroz (1980) antes de que iniciara el proceso de colonización de esta zona, fueron las restricciones impuestas por la predominancia de suelos muy pedregosos y someros al desarrollo agropecuario moderno. Este desarrollo se pudo llevar a cabo en algunos bajos de tierras roturables. Revel-Mouroz ya había advertido esta situación en el Campeche central a finales de los sesenta, donde no se había constituido un frente de colonización, sino una franja de desmonte apoyada tanto en la carretera como en la vía férrea.

El tercer factor, tal vez más relevante para el mantenimiento de las selvas, ha sido la formación de áreas forestales permanentes en los ejidos a partir de 1983. Esto fue el resultado de un cambio en las políticas ambientales y forestales, y de las luchas de los ejidatarios para reivindicar su derecho a ejercer el control de sus recursos forestales.

Antes de 1983 existían empresas públicas y privadas que tenían la concesión para aprovechar grandes áreas de selva amparadas en la Ley Forestal Nacional de 1945, que decretaba necesario establecer "unidades de explotación forestal" en zonas boscosas. Por medio de estas unidades, establecidas por decreto presidencial, se acaparon grandes extensiones de bosque (Moncayo, 1979). En el sur del estado de Quintana Roo destacó la empresa "Maderas Industrializadas de Quintana Roo" (MIQRO), que tuvo durante 29 años la concesión para explotar los recursos forestales de los ejidatarios, quienes aun siendo legítimos propietarios de los terrenos forestales, estaban legalmente obligados a entregar su arbolado al precio y condiciones establecidas por la empresa.

En 1983 las demandas de los ejidatarios encontraron respuesta favorable en el Gobierno del Estado de Quintana Roo y en la Subsecretaría Forestal, instituciones que cancelaron la concesión a la MICRO y crearon el Plan Piloto Forestal (PPF). De acuerdo con la tesis de que los ejidatarios conservarían la selva si ésta les proporciona beneficios económicos (Galletti, 1992), el PPF logró, en beneficio de la selva, que, en algunos ejidos, los ejidatarios aceptaran, por acuerdo de asamblea, destinar en forma permanente un área del ejido para hacer en ella un aprovechamiento controlado de madera, y excluir de ahí las actividades agrícolas y ganaderas. Las áreas forestales permanentes, por lo general, coincidieron con las partes de selva alta que mantenían los ejidos. El plan incluyó la incorporación directa de los ejidatarios a la producción forestal, incluyendo el proceso de industrialización.

Estas áreas forestales permanentes se encuentran en 20 de los 24 ejidos que visitados durante esta investigación y, en conjunto, abarcan casi 50% (256 778 ha) de la superficie de los 24 ejidos (540 123 ha). Un hecho interesante es que 90% (245 050 ha)

de éstas, se encuentra en los 13 ejidos que se formaron antes de 1970, los cuales, en su mayoría, tienen dotaciones de gran magnitud y en conjunto ocupan 460 760 ha. En cambio, los otros 11 ejidos que se formaron entre 1970 y 1994 sólo suman 79 363 ha y sus áreas forestales ocupan 25 728 ha. Estos ejidos pequeños fueron creados para una actividad agropecuaria predominante, de ahí que la cuestión forestal no tenga tanta importancia en ellos, o que sea más difícil conformar las áreas de reserva.

Actualmente el PPF de Quintana Roo ha desaparecido y en su lugar se han constituido Sociedades Civiles de Productores Forestales que mantienen la filosofía y la forma organizada de producción forestal inicial. En el estado de Campeche también se han conformado sociedades civiles, una de las cuales, el Consejo Regional X'pujil, constituido en 1990 y actualmente formado por cerca de 48 ejidos, tiene como objetivos conservar la selva y la fauna y recuperar las áreas degradadas.

En las áreas que han quedado fuera de las reservas forestales quedan algunas fracciones de monte alto. En la mayoría de los ejidos, las asambleas han llegado al acuerdo de prohibir el desmonte de monte alto fuera de las reservas y sólo se permite tumbar la vegetación secundaria. Al parecer hay resistencia de algunos ejidatarios para cumplir esta medida, porque reconocen que las áreas donde hay monte alto tienen la ventaja de no requerir fertilizante y de necesitar menos mano de obra para los deshierbes. En otros ejidos se obliga a los agricultores a ampliar la guardarraya que se hace durante la tumba para evitar que el fuego llegue al monte alto que se encuentra en el perímetro del desmonte.

## CONTINUIDAD DE UNA COLONIZACIÓN ESPONTÁNEA DE MENOR INTENSIDAD

A finales de la década de los setenta terminaron los programas de colonización dirigida y sólo prosiguió una colonización espontánea de grupos que vinieron de otras partes del país, por su cuenta, de estados como Tabasco, Chiapas y Veracruz. Algunos formaron ejidos pequeños en las partes más alejadas de la carretera Escárcega-Chetumal, donde ocupan los pocos terrenos nacionales que aún que-

dan. Tal es el caso del ejido Laguna Grande, con 3 400 ha, cuyos pobladores llegaron en 1984 y recibieron la resolución presidencial en 1994.

Los comisarios ejidales informaron que nuevos inmigrantes (llamados localmente repobladores) llegan en la actualidad para incorporarse como agricultores en los ejidos; en algunos ejidos no son admitidos y en otros les dan permiso de cultivar, a veces desmontando algunos terrenos, generalmente áreas de vegetación secundaria hasta de 20 años de descanso, cuando las autoridades lo permiten. En la mayoría de las veces no llegan a obtener derechos ejidales.

### PROGRAMAS DE GOBIERNO RECIENTES (DESPUÉS DE 1990)

Si bien en las décadas de los setenta y ochenta hubo abundantes recursos financieros del gobierno para apoyar a la producción agrícola, en la actualidad éstos son restringidos y se concretan para cultivos específicos en terrenos arables. También existen los apoyos de Procampo para el cultivo de 3 o 4 ha de temporal por cada campesino. O se otorgan créditos para rehabilitar potreros y terrenos para la agricultura mecanizada, como en el caso del programa Alianza para el Campo. La mayoría de los ejidos carecen de maquinaria y, por tanto, la capacidad de trabajo se apoya preponderantemente en la fuerza de trabajo familiar, que define la capacidad para cultivar la tierra. Sin embargo, algunos ejidatarios que manejan bien sus créditos y fincaron patrimonio tienen la capacidad para desmontar y cultivar superficies mayores a las de un campesino típico. Siembran maíz y después siembran pastos para criar ganado bovino.

La ganadería es ahora el uso del suelo más importante, o al menos el que más ha crecido en superficie. Varios de los terrenos mecanizados para arroz han sido convertidos en potreros; además, hay crédito para la rehabilitación o fomento de dichas unidades y varios ejidatarios desmontan áreas para la creación de potreros. El comisario ejidal de El Lechugal calcula que cada año se incorporan como potreros 15 ha en su ejido. Sin embargo, esta actividad no está exenta de problemas y retrocesos. Los costos para mantener los pastizales son altos

y la mayoría debe abandonarse después de tres a cinco años de uso, debido al sobrepastoreo y la vigorosa capacidad de rebrote de la vegetación.

### CONCLUSIONES

La proporción de la superficie de selvas y sabana transformada en áreas agrícolas y pecuarias en el sureste de Campeche y sur de Quintana Roo, durante década y media de colonización ejidal, ha sido relativamente baja: sólo un 24%. Esto indica que existe una riqueza forestal potencial importante y que no hubo la amplia destrucción o desaparición de la selva que otros autores han mencionado.

Las restricciones naturales, la crisis económica nacional de los años ochenta y la organización de los ejidatarios, que encontró una coyuntura favorable en los gobiernos estatal y federal, contribuyeron a detener la deforestación y a conformar importantes reservas ejidales forestales. Estos ejidos enfrentan la tarea de ir mejorando sus planes de aprovechamiento para asegurar beneficiarse de estos recursos sin agotarlos. Tienen que afrontar el crecimiento de la población interna, que traerá mayores demandas económicas, la competencia en un mercado abierto y los problemas internos que conducen a fracturas de sus organizaciones. El apoyo gubernamental bien dirigido hacia las organizaciones de productores forestales podría ser de gran importancia para beneficiar a su población y mantener los recursos naturales de las selvas que están en cercanía a las selvas protegidas de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

### NOTAS

<sup>1</sup> Las imágenes se obtuvieron del proyecto North American Landscape Caracterization (U. S.-E.P.A., 1993). Esta agencia distribuyó las imágenes con la radiometría corregida. Fue necesario rectificar su posición geográfica a la proyección Universal Transversa de Marcator, con un tamaño de pixel de 60 x 60 m.

<sup>2</sup> La fuente de este dato son los *V Censos Agrícola-Ganadero* (SIC-DGE, 1975). El municipio de Payo Obispo, ahora convertido en el municipio de Othón P. Blanco, tenía una superficie de aproximadamente 1 925 000 ha y era uno de los más grandes del país.

<sup>3</sup> Datos sobre la producción agrícola proporcionados por la Delegación de la Secretaría de Agricultura y Ganadería en Quintana Roo.

<sup>4</sup> Información obtenida de las entrevistas.

## REFERENCIAS

- Barrera, A. (1982), "Algunos problemas ecológicos regionales yucatanenses de interés para la planificación del manejo y aprovechamiento de recursos bióticos", Careaga, A. (ed.), *Integración de la Ecología en el Desarrollo*, CIQRO, Puerto Morelos, México.
- Calva, J. L. (1988), *Crisis agrícola y alimentaria en México. 1982-1988*, Fontanamara, México, 230 p.
- CIQRO (1980), *Quintana Roo: organización espacial*, CIQRO, Puerto Morelos, México.
- Chuvieco, E. (1990), *Fundamentos de teledetección espacial*, Ed. Rialp, Madrid, 453 p.
- Eastman, J. R., J. E. McKendry y M. A. Fulk (1994), *Change and Time Series Analysis*, 2<sup>a</sup> ed., vol. 1. UNITAR (United Nations Institute for Training and Research), Explorations in Geographic Systems Technology, Palais des Nations, Geneva, Switzerland, 122 p.
- Edwards Clinton, R. (1986), "The human impact on the forest in Quintana Roo, Mexico", *Journal of Forestry History* 84:120-127.
- Fort, O. (1979), *La colonización ejidal en Quintana Roo (Estudio de Casos)*, INI, México, 281p.
- Fuentes A., L. (coord.) (1992), "La colonización como factor de cambio en el uso del suelo en Quintana Roo, México", Fuentes A., L. (coord.), *Cambios en el uso del suelo agrícola en México*, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 136-150.
- Galletti, H. A. (1992), "Aprovechamientos e industrialización forestal desarrollo y perspectivas", César D., A., D. Navarro y S. M. Arnaiz B. (eds.), *Quintana Roo: los retos de fin de siglo*, CIQRO, Chetumal, Quintana Roo, México, pp, 101-153.
- INEGI (1985a), Cartas de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, México, Hojas Chetumal y Ciudad del Carmen.
- INEGI (1985b), Cartas edafológicas escala 1:250 000, México, Hojas Chetumal y Ciudad del Carmen.
- INEGI (1987-1988), Cartas topográficas escala 1:50 000, México, Varias hojas.
- INEGI (1994), Geomodelos de Altimetría del Territorio Nacional (GEMA) generados a partir de las cartas topográficas escala 1:250 000 de INEGI, Aguascalientes, México.
- INEGI (1995), Espaciomapas escala 1:250 000, México, Hojas Chetumal y Ciudad del Carmen.
- López C., J. H., J. Landeros G, F. López M., H. Pech L., F. Galicia S. e I. Rentería A. (1977), *Estudio agroológico semidetallado de la cuenca del Arroyo Ucum*, Quintana Roo, Serie estudios (publ. núm. 11), Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos, México, 81 p.
- Miranda, F. (1958), "Rasgos fisiográficos (de interés para los estudios biológicos)" Beltrán, E. (ed.), *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, tomo II, México, pp. 161-173.
- Moncayo R., F. (1979), *Relación de algunas cosas de los montes de México: un ensayo histórico del asunto forestal*, Serie Premio Nacional Forestal No. 2. SFF, SARH, México, 220 p.
- Ojima, D. S., K. A. Galvin, y B. L. Turner II (1994), "The Global Impact of Land-use Change", *BioScience* 44 (5):300-304.
- Revel-Mouroz, J. (1980), *Aprovechamiento y colonización del trópico húmedo mexicano*, Fondo de Cultura Económica, México, 391 p.
- SARH (1976), Cartografía sinóptica por Estado. Uso actual del suelo. Hojas de los estados de Quintana Roo y Campeche en escala 1:500 000, SARH, Cartas elaboradas mediante interpretación de imágenes de los satélites Landsat 1 y 2, verificación de campo e integración de la información de la SARH, México.
- SIC-DGE (1975), *V Censos Agrícola-Ganadero y Ejidal*, 1970, vols. II y III, México.
- Skole, D. L., W. L. Chomentowski, W. A. Salas y A. D. Nobre (1994), "Physical and Human Dimensions of Deforestation in Amazonia", *Bioscience* 44 (5):314-322.
- Stone, T. A., G. M. Woodwell y R. A. Houghton (1989), "Tropical deforestation in Para, Brazil: analysis with Landsat and shuttle imaging radar-A", *International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Proceedings*, July 1989, Vancouver, 1:192-195.
- Szekely, M. e I. Restrepo (1988), *Frontera agrícola y colonización*, Centro de Ecodesarrollo, México, 200p.
- U.S.-E.P.A. (1993), North American Landscape Characterization (NALC) - Pathfinder Project. EPA Environmental Monitoring System Laboratory - Las Vegas, Nevada and USGS-EROS Data Center.