



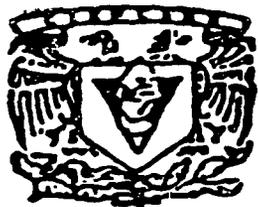
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CRECIMIENTO
DE LA GANADERÍA BOVINA SOBRE EL MEDIO
AMBIENTE DE LA PENINSULA DE YUCATAN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
B I O L O G O
P R E S E N T A :
JUAN CARLOS HERNANDEZ BARRIOS

DIRECTOR DE TESIS:
DRA. ANA GARCIA DE FUENTES
CO-DIRECTOR
DR. RAFAEL DURAN GARCIA



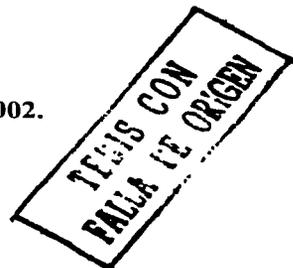
FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

MEXICO



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

2002.



95



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CRECIMIENTO DE LA
GANADERÍA BOVINA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DE LA
PENÍNSULA DE YUCATÁN***

Tesis para obtener el grado de licenciado en Biología

Juan Carlos Hernández Barrios

* La tesis realizada forma parte del proyecto financiado por CONACYT: "Globalización y regionalización económica de México" bajo la dirección de la Dra. Ana García de Fuentes. El estudio de caso fue financiado con una beca del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY).



ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE
YUCATÁN

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: Análisis del impacto del crecimiento de la ganadería bovina sobre el medio ambiente de la Península de Yucatán.

realizado por Juan Carlos Hernández Barrios

con número de cuenta 09560220-0, quién cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dra. Ana García de Fuentes

Codirector
Propietario

Dr. Rafael Durán García

Propietario

Mtra. Oralia Oropeza Orozco

Suplente

Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez

Suplente

Dr. Julio Campo Alves

Consejo Departamental de Biología

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Dra. Patricia Ramos Morales



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGÍA

A mi madre y a mi padre,
por supuesto;

y obviamente a Quetzalli también.

“Toda ciencia no es insuficiente accidentalmente
—dice Schopenhauer en sus *Parerga*—,
sino esencialmente, es decir,
para siempre jamás”.

En el momento en que la ciencia se presenta como saber absoluto,
no en el sentido de que pretenda saberlo todo sino al afirmar
que todo saber verdaderamente tal debe ser científico,
se transforma de inmediato en teodicea y apología.

FERNANDO SAVATER

AGRADECIMIENTOS

De manera especial agradezco a la doctora Ana García de Fuentes el haberme permitido el placer de vivir en Mérida y el placer de trabajar y aprender con ella. En este agradecimiento se incluye tanto al CONACYT como al CINVESTAV-Mérida, por las facilidades económicas y materiales, respectivamente, que me proporcionaron.

También especialmente agradezco al doctor Rafael Durán García por aceptarme como su alumno y compartir su conocimiento y experiencia. Se incluye en este agradecimiento al CICY por las mismas facilidades otorgadas que las instituciones mencionadas anteriormente.

A la maestra Oralia Oropeza Orozco, a la doctora Rosa Irma Trejo Vázquez y al doctor Julio Campo Alves por su invaluable orientación que me permitió afinar y completar mi documento de tesis.

Al C. doctor José Antonio Iturbe por su cooperación para mi trabajo cartográfico.

A María Luisa, María Esther y Susana, a Celene y Fernando, integrantes del laboratorio cartográfico de Ecología Humana del CINVESTAV-Mérida los primeros y del laboratorio de sistemas de información geográfica del CICY, los segundos, por su amistad y por su cooperación en mi trabajo diario.

A la doctora Liceaga y a Héctor Hernández por su ayuda en el manejo de la cartografía.

Al ingeniero Azael Ku por su información y su ayuda en las visitas de campo en Tizimín, Yucatán.

A los productores Donato Puuc, Timoteo Gómez, Julio Castillo, Fermín Cocom, Heliodoro Kan, por compartir su valiosa información y experiencia con los animales y con la tierra.

A mi madre, a mi padre, mi hermano, mis hermanas, mi mujer y mis amigos, es decir, a mi Familia.

Y finalmente (*last but not least*) a la Universidad.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
Deforestación y pérdida de la biodiversidad	3
La conservación de la biodiversidad como un problema socio-ecológico	5
El análisis cartográfico digital y los Sistemas de Información Geográfica	6
OBJETIVOS	8
ANTECEDENTES	
La ganadería bovina en el trópico mexicano	9
Vegetación, agricultura tradicional y ganadería bovina en la Península de Yucatán	10
ZONA DE ESTUDIO	15
Geología	15
Suelos	16
Clima	17
Vegetación	18
Aspectos socioeconómicos del uso del suelo en la Península	21
Características de la zona del estudio de caso: Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos	21
METODOLOGÍA	24
Diagnóstico de la ganadería bovina en la Península	24
Estimación del crecimiento de la superficie ganadera en la Península de Yucatán	25
Evaluación de las diferentes estimaciones de la actividad ganadera presente en la Península de Yucatán	27
Impacto del crecimiento ganadero sobre el medio natural	28
Estudio de caso: Determinación de la tasa de deforestación y análisis del efecto de Borde en la vegetación, en la zona limítrofe de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos, durante el período 1980-2000	29
RESULTADOS	
Condición y perspectiva actual de la actividad ganadera en la Península de Yucatán	38
Superficie ganadera peninsular, estatal y municipal de 1974-75, 1981 y 1995	41
Superficie ganadera municipal y regiones de especialización ganadera	47
Estimaciones de la actividad ganadera reportadas por INEGI (1995, 2000), IFN (Palacio <i>et al.</i> 2000) y el mapa de vegetación (Iturbe <i>et al.</i> 1999)	51
Superficie ocupada por pastizales cultivados en las dos principales regiones ganaderas de la Península	55

Impacto del crecimiento ganadero sobre el medio natural	
<i>Superficie de las áreas naturales protegidas de la Península ocupada por ganadería bovina</i>	58
<i>Sobreposición de la superficie ganadera con el mapa de vegetación potencial de la Península (INEGI 1980)</i>	59
Estudio de caso: Determinación de la tasa de deforestación y análisis del efecto de borde en la vegetación, en la zona limítrofe de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos durante el período de 1980-2000	63
DISCUSIÓN	
La cuestión de la escala.	71
La perspectiva de la ganadería extensiva en la Península.	72
La complicación de la estimación de la superficie ganadera.	72
Superficie ocupada por la ganadería bovina en la Península de Yucatán y sus Estados	74
Superficie ganadera municipal y regiones de especialización ganadera	77
Ganadería bovina, vegetación y las áreas naturales protegidas en la Península de Yucatán.	79
Tasas de deforestación y fragmentación de la vegetación en el área de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos.	82
CONCLUSIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE MAPAS Y FIGURAS

Mapa 1. Península de Yucatán en escala 1:1,200,000	31
Mapa 2. <i>Uso de suelo</i> de la década de 1970 en escala 1:3,000,000	32
Mapa 3. <i>Uso de suelo</i> de las décadas de 1980 en escala 1:3,000,000	33
Mapa 4. <i>Uso agrícola del suelo</i> de 1995 en escala 1:3,000,000	34
Mapa 5. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán en Escala 1:1,200,000	35
Mapa 6. Localización de las áreas de estudio en la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos	36
Mapa 7. Localización de las áreas de estudio de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos dentro de la cuadrícula de 5x5km.	37
Mapa 8. Ganadería bovina en la década de los 70'	44
Mapa 9. Ganadería bovina en la década de los 80'	45
Mapa 10. Ganadería bovina en 1995	46
Mapa 11. Expansión de la ganadería bovina en el suroeste de Campeche	61
Mapa 12. Expansión de la ganadería bovina en el noreste de Yucatán	62
Mapa 13 Uso de suelo de la zona 1 en los años de 1980 y 1992	65
Mapa 14. Cambio del uso de suelo de la zona 1 en el período 1984-1992	66
Mapa 15. Uso de suelo de la zona 2 en los períodos de 1984 y 2000	67
Mapa 16. Cambio del uso de suelo de la zona 2 en el período 1984-2000	68
Mapa 17. Zona 1 de los años 1980 y 1992 con efecto de borde de 100m	69
Mapa 18. Zona 2 de los años 1984 y 2000 con efecto de borde de 100m	70
Anexo 1. División municipal de la Península de Yucatán	

INTRODUCCIÓN

El análisis de la degradación ambiental, desde el punto de vista ecológico, considera a la pérdida del hábitat natural como un elemento fundamental de este proceso, con la consecuente pérdida de la biodiversidad, característica esencial de esta crisis (Primack *et al.* 2001). Asimismo, se reconoce que las actividades humanas relacionadas –directa o indirectamente– con la explotación de los recursos naturales son causantes fundamentales de estos procesos degenerativos en el medio ambiente.

En la biología de la conservación, por lo tanto, es necesario un acercamiento a la degradación ambiental que no sólo implique el análisis del qué y cuánto, sino del cómo y porqué sucede un proceso degenerativo de este tipo; pues permitiría realizar un enfoque más integral de la problemática.

En este sentido, la Geografía como una disciplina compleja interesada en la distribución y la relación de fenómenos y procesos tanto naturales como antropogénicos (McKnight 1984), puede aportar una visión amplia, en donde el estudio de la integración “vertical” de las características que definen un sitio junto con las conexiones “horizontales” entre diferentes sitios (Gouche 1989) permitiría contextualizar un fenómeno de degradación ambiental dentro de un panorama en donde la presencia humana juega un papel determinante en el desarrollo de dicho proceso.

El concepto de Geosistema implica el análisis del agregado que componen los sistemas espaciales independientes del medio ambiente natural, el económico y el poblacional (Kalesnik 1974); el cual permite reconocer que es insuficiente entender el impacto humano sólo a través de los cambios en el medio ambiente, sino que este impacto se articula a través de estructuras sociales que le dan valor y sentido (Gouche 1989). En este contexto, se intentó aplicar un enfoque a partir de la Biología y la Geografía para analizar una actividad productiva, la ganadería bovina, la cual a sido señalada como la responsable de una parte importante de la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales especialmente en el sureste mexicano, aspecto fundamental de la crisis ambiental contemporánea.

Latinoamérica está considerada como una de las regiones de mayor biodiversidad, ya que en ella la evolución hizo posible la existencia del mayor número de especies de organismos conocidos hasta ahora (Toledo y Castillo 1999). Sin embargo, varios de los diagnósticos realizados sobre el estado

de sus recursos naturales¹ indican que es la región que sufre los más agudos problemas de deterioro ambiental; de acuerdo a la FAO, tan sólo en el período de 1981-90 se perdieron bosques y selvas a una tasa anual de 7.4 millones de hectáreas (Toledo y Castillo 1999)².

Entre las diversas manifestaciones de esta problemática, Leff (1990) identifica claramente al sistema económico prevaleciente como el principal factor determinante de la crisis, mencionando además, que los principales estudios que han examinado los procesos de deforestación y degradación ecológica del tercer mundo coinciden en que la expansión de la ganadería bovina ha sido el principal agente de cambio ecológico.

La ganadería puede llegar a funcionar como una estrategia económica al ocupar espacios de los cuales se obtienen ganancias mediante la especulación, captando financiamiento preferencial y subsidios gubernamentales, además de obtener una ganancia extra con la venta de productos de la ganadería, que requiere de poca inversión y cuyo acceso al mercado es más flexible que los productos estacionales de la agricultura (Jardel 1994).

México es considerado un país megadiverso debido principalmente a su diversidad topográfica, climática y a su compleja historia geológica, biológica y cultural (Sarukhán *et al.* 1996); sin embargo presenta tasas de deforestación muy elevadas³ que han ocasionado la pérdida de más del 95% de sus bosques tropicales húmedos, más de la mitad de sus bosques templados y un porcentaje difícil de cuantificar en sus zonas áridas (CONABIO 1998). Se estima que alrededor de 50 millones de hectáreas de bosques han sido deforestadas en los últimos 50 años⁴.

Esta dramática disminución de los recursos forestales de nuestro país está íntimamente ligada con la expansión de la ganadería bovina, originada en la primera mitad del siglo pasado, la cual ha llegado

¹ Altieri y Masera 1993; Gallopin 1995; Dinerstein *et al.* 1995; PNUMA/AECI/MOPU 1990.

² Leff (1990) estima que en las últimas décadas se han perdido en Latinoamérica una superficie forestal de alrededor de 200 millones de hectáreas, superficie equivalente a todo el territorio de México.

³ De acuerdo a la FAO (1993), durante el período de 1981-1991, México presentó un promedio de 675mil hectáreas deforestadas; en la actualidad, la SAGARPA ha estimado la tasa de deforestación de aproximadamente 600mil ha anuales (La Jornada, 21.IV.01).

⁴ Estimación reportada en la Propuesta de políticas y estrategias para el desarrollo rural y agroindustrial 2001-2006, elaborado por un grupo interdisciplinario de más de 50 académicos de la Universidad Autónoma de Chapingo (La Jornada, 10.V.01).

a ocupar actualmente cerca del 60% del territorio nacional⁵ (CONABIO 1998; Villegas *et al.* 2001; Chauvet 2000), con una población ganadera bovina que en 1997 se estimó en de 30.7 millones de cabezas (Villegas *et al.* 2001), situando a nuestro país dentro de los primeros diez lugares en el ámbito mundial.

La práctica de la ganadería bovina es extensiva, es decir, ocupa enormes extensiones de terreno produciendo mínimos rendimientos, debido principalmente al bajo nivel de inversión pues su crecimiento no es el resultado de un proceso de tecnificación, sino del ensanchamiento de las explotaciones ganaderas (Villafuerte *et al.* 1993). Tan sólo de 1950 a 1980, la superficie dedicada a la ganadería (ya sea como áreas de pastoreo o como cultivo de forrajes para ganado) alcanzó a cubrir aproximadamente el 40% del territorio nacional (Toledo *et al.* 1985). En los noventa, se estimó que la superficie ganadera del país ocupaba poco más de 130 millones de hectáreas, alrededor del 60% del territorio nacional (CONABIO 1998).

Este crecimiento desmedido resulta paradójico en un país en donde teóricamente, sólo del 10 al 12% de su superficie tiene vocación ganadera (Toledo 1990), habiendo desplazado grandes extensiones de vegetación natural y áreas agrícolas dedicadas a la producción de granos básicos, sobretudo en los estados del sureste poseedores de la mayor diversidad biológica.

Deforestación y pérdida de la biodiversidad

La preservación de la diversidad biológica en la Tierra –entendida como diversidad genética, de poblaciones, de especies, de comunidades, de ecosistemas y de paisajes– está amenazada en la crisis ambiental contemporánea, pues su pérdida y degradación está sucediendo en todos los niveles; los ecosistemas y comunidades están siendo degradados y destruidos y muchas especies están siendo llevadas a la extinción (Primack *et al.* 2001).

Diversos autores⁶ coinciden en que la expansión de la sociedad industrial contemporánea y la creciente demanda de productos para el consumo humano constituyen una de las principales causas del deterioro ambiental, el cual se expresa principalmente como degradación, fragmentación y destrucción del hábitat, introducción de especies exóticas; incremento de la dispersión de

⁵ Esta estimación considera el territorio ocupado por todas las actividades relacionadas con la producción pecuaria bovina, como son las áreas de forrajeo, las praderas cultivadas, cultivos forrajeros y esquilmos agrícolas.

⁶ Hurtubia 1980, Ehrlich 1988; Leff 1990; Jardel 1994; Primack *et al.* 2001.

enfermedades y sobreexplotación de especies; de todas ellas, se considera a la pérdida del hábitat como la principal amenaza para la conservación de la biodiversidad (Ehrlich 1988; Primack *et al.* 2001).

La deforestación se relaciona directamente con la extinción de las especies y con la pérdida de poblaciones genéticamente distintas dentro de las especies (Lugo 1988; Ehrlich 1988)⁷; y estos fenómenos significan la irreversible pérdida de información genética que cada especie ha desarrollado a través de un proceso evolutivo único e irrepetible, a lo largo de miles de años. La preservación de la invaluable información que cada especie biológica posee –además de la función que cada una pudiera desempeñar dentro de un ecosistema–, conlleva la posibilidad de que el hombre, eventualmente, llegue a obtener beneficios materiales y éticos derivados de ellas⁸.

Mediante la determinación de las tasas de deforestación en diversos ecosistemas se ha intentado estimar el ritmo en que se están destruyendo los diferentes hábitats, y las cifras que se han obtenido muestran una dramática disminución de los recursos forestales en todo el mundo⁹. De acuerdo al informe anual: *Los bosques del mundo 2001* de la FAO, se estimó la tasa anual de deforestación en 9 millones de hectáreas; y en 500 mil hectáreas anuales en el caso particular de México, siendo el sureste la zona más afectada.

Las diversas estimaciones de las tasas de deforestación globales y nacionales (principalmente de ecosistemas tropicales) han sido cuestionadas por varios autores¹⁰ pues se observan grandes variaciones entre unas y otras¹¹, lo que limita su valor potencial; estas imprecisiones se explicarían principalmente por la variabilidad de los criterios utilizados y el diferente nivel de detalle de las estadísticas reportadas, así como por la distintas terminologías y acepciones de los investigadores que las realizan (Dirzo y García 1992, Primack *et al.* 2001). En este sentido, los análisis locales y

⁷ Lugo (1988) menciona que esta relación no estaba bien establecida, pero que era necesario tomarla en consideración. Los estudios sobre fragmentación del hábitat han intentado determinar esta misma relación, así como las respuestas de los diversos componentes de un ecosistema ante la reducción del hábitat y su fragmentación (ver, por ejemplo, Debinski y Holt (2000) y Robinson G. *et al.* (1992)).

⁸ Ehrlich (1988) menciona que la principal razón antropocéntrica para conservar la biodiversidad es el papel que los microorganismos, plantas y animales juegan en el suministro de servicios ecosistémicos, sin los cuáles la sociedad actual no podría sobrevivir.

⁹ En el período de 1970-1980, la FAO calculó la tasa anual de deforestación mundial en 11.3 millones de hectáreas, y para el período de 1980-1990 en 15.4 millones de ha.

¹⁰ Por ejemplo: Ehrlich (1988), Lugo (1988), Dirzo y García (1992).

¹¹ Las estimaciones de las tasas de deforestación varían entre 399,000 a 1,500,000 ha/año (Mendoza 1997).

regionales, más precisos que los globales, pueden servir para deducir estos últimos y tener bases más firmes para evaluar la biodiversidad en su relación con la pérdida del hábitat.

La conservación de la biodiversidad como un problema socio-ecológico

En el campo de la biología de la conservación se ha reconocido que la crisis ambiental es un problema que rebasa el ámbito puramente biológico, y que involucra los procesos sociales de la interacción entre el hombre y la naturaleza, pudiéndose definir a la conservación del ambiente como un proceso sociopolítico o socio-ecológico (Alcorn 1984; Ludwig *et al.* 1993; Hurtubia 1980; Toledo y Castillo 1999, Primack *et al.* 2001). De esta manera, en la conservación, resulta esencial el estudio del *medio* en conjunción con el análisis de las instituciones políticas y sociales que contribuyen a la degradación ambiental (Alcorn 1984, Primack *et al.* 2001).

La crisis ambiental que se padece en nuestro país ha derivado directamente de las políticas de desarrollo promovidas, las cuales favorecieron la explotación depredadora de los recursos naturales buscando solamente los beneficios económicos en el corto plazo, esto afectó la base de conservación de los suelos, la productividad de las tierras y la sustentación y regeneración ecológica de los recursos (Leff 1990). Estas políticas productivas caracterizaron la explotación de los recursos del trópico mexicano, provocando la dilapidación de cuantiosos recursos forestales y desplazando a los sistemas productivos autóctonos adaptados a las condiciones ecológicas de los ecosistemas tropicales.

En la búsqueda de la rentabilidad económica dentro de un sistema de mercado, se llegan a sustituir los ecosistemas naturales y las formas tradicionales de uso diversificado de los recursos (considerados marginales o de escaso valor económico y premodernos, respectivamente), por monocultivos agrícolas, pastos para la ganadería, plantaciones forestales mono-específicas o desarrollos urbanos y turísticos (Jardel 1994).

El caso de la ganadería bovina extensiva en el trópico mexicano es un claro ejemplo de la implantación de un modelo de explotación ecológicamente inadecuado; pues ecosistemas de enormes potencialidades productivas fueron sustituidos por una actividad de muy escaso rendimiento, que ocupa enormes extensiones de terreno y muy baja mano de obra. En la Península de Yucatán el proceso de ganaderización generó un crecimiento constante de la superficie de pastos

en los tres estados que la integran, destacándose de manera importante los estados de Campeche y Yucatán.

El análisis cartográfico digital y los Sistemas de Información Geográfica

Las herramientas de la percepción remota y su expresión gráfica por medio de la cartografía contribuyen de manera importante al estudio del paisaje y de los ecosistemas naturales a través de la descripción, mapeo y cuantificación de las variables ambientales; así como al más eficiente manejo del volumen de información que permite la evaluación de la biodiversidad: su estado, cambio y el impacto que se ejerce sobre ella (Innes y Koch 1998).

La información cartográfica en este aspecto, es particularmente poderosa en su capacidad de transmitir compatiblemente diversas relaciones espaciales (Savitsky, 1998) aplicadas en el estudio de grandes áreas; Innes y Koch (1998) lo ejemplifican: en el análisis de una zona de vegetación, la cuantificación de la cantidad de bosque es un elemento importante pero, en este caso, las conexiones espaciales de dichas áreas boscosas pueden ser un elemento que aporte información más importante.

Dentro de la tecnología involucrada en los estudios realizados con percepción remota ocupan un lugar esencial los insumos (imágenes de satélite, fotografía aérea) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La cartografía digital obtenida a través de las imágenes o la fotografía es integrada dentro de los SIG, en donde es posible realizar una variedad de operaciones espaciales para identificar las relaciones entre los elementos geográficos (Savitsky 1998).

Existen muchas definiciones de lo que es un Sistema de Información Geográfica, una definición sencilla es la aportada por Burrough (1986), donde los define como un equipo de herramientas para coleccionar, almacenar, consultar, transformar y desplegar gráficamente información espacial del mundo real, para algún propósito en particular.

Una de las funciones básicas en las que un Sistema de Información Geográfica puede ser utilizado es en el manejo de la información básica enfocada en la realización de modelos geográficos para analizar el tipo, la localización y la organización espacial de las condiciones ambientales (Innes y Koch 1998, Quattrochi y Pelletier 1991) así como para la evaluación del cambio en los ecosistemas (Quattrochi y Pelletier 1991); aspectos dentro de los cuales se encuadró esta investigación.

Particularmente se hizo énfasis en el análisis de los cambios temporales en las condiciones del hábitat de la Península de Yucatán, originados por la expansión de la ganadería bovina. A partir de fuentes cartográficas generadas previamente, se intentó responder a las cuestiones básicas: ¿dónde está localizada la actividad ganadera?, ¿cuál es su arreglo y distribución espacial?, ¿cuál es la dinámica de su expansión y la naturaleza del proceso involucrado en la definición del paisaje?.

Se abordó un fenómeno como la ganadería bovina en la Península de Yucatán desde un enfoque multiescalar; aspecto fundamental dentro del campo de la Geografía, pues a pesar de su complejidad, es importante el tratar de dilucidar la interdependencia entre las escalas de análisis referentes al cambio ambiental (NRC 1997). En el ámbito regional se hizo un acercamiento general al comportamiento espacial y a la cuantificación del crecimiento de la superficie ganadera dentro del contexto de un geosistema peninsular, en donde el aspecto socioeconómico de dicha actividad juega un papel decisivo en el impacto que ejerce en el ecosistema. En este mismo sentido se analizó el incremento de la ganadería en el ámbito estatal y municipal.

En la escala local se analizó el cambio provocado por esta actividad productiva en el estado de conservación de la vegetación natural asociada a un área natural protegida; dicha vegetación presenta una problemática de conservación, producida por varios factores, entre los principales se encuentra el avance de la frontera agropecuaria y la fragmentación de los ecosistemas debido a las actividades humanas. La determinación de las tasas de deforestación asociadas con la actividad pecuaria y la reducción de la superficie vegetal no perturbada debido al efecto de borde provocado por la fragmentación de la cobertura vegetal resultan esenciales para la evaluación de su situación actual y para la planeación de su manejo dentro del área protegida.

El *efecto de borde* es entendido como uno de los aspectos asociados en el proceso de la fragmentación de la vegetación que perturba las condiciones naturales de una cobertura vegetal determinada. De acuerdo a Primack (1993), la fragmentación del hábitat incrementa la cantidad de borde relativa a la superficie interior de dicho hábitat; el área de borde presenta cambios microclimáticos¹² que impactan significativamente en la vitalidad y composición de las especies en esa área y en general en las especies del fragmento.

¹² El cambio microclimático más importante en un área de borde es la variación de la temperatura debido a una mayor exposición al sol y al viento de la vegetación localizada en el borde del fragmento (Primack 1993).

Objetivo general

Evaluar el impacto que ha producido el incremento de la ganadería bovina en la Península de Yucatán, mediante el análisis de su expansión territorial a dos escalas: local y regional; bajo el contexto de que esta actividad de baja productividad implica la deforestación y la pérdida de la biodiversidad regional.

Objetivos particulares

- 1) Realizar una valoración general de la situación actual de la ganadería bovina en la Península, a través de la revisión de la bibliografía, de los datos estadísticos disponibles y de trabajo de campo.
- 2) Estimar el ritmo de crecimiento de la superficie pecuaria bovina de esta región y analizar las tendencias y consecuencias de su expansión territorial en las décadas de 1970, 1980 y 1990.
- 3) Evaluar la estimación de la superficie ganadera cotejándola con los datos estadísticos producidos por INEGI, con los resultados del Inventario Forestal Nacional 2000 (Palacio *et al.* 2000) y con el mapa de vegetación de la Península (Iturbe *et al.* 1999).
- 4) Analizar la situación de la vegetación natural y de la milpa tradicional ante el avance de la frontera pecuaria, y la amenaza para la conservación de la diversidad biológica.
- 5) Realizar un estudio de caso de la pérdida de hábitat por deforestación y fragmentación ocasionada por el crecimiento de la ganadería bovina en la zona limítrofe de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos.

ANTECEDENTES

La ganadería bovina en el trópico mexicano

La conjugación de varios factores, entre ellos el marco jurídico, las políticas de fomento ganadero¹³ y las perspectivas favorables del mercado, fueron determinantes en el proceso de ganaderización del trópico mexicano durante el período de 1950-1980, dejando de lado la evidente vocación forestal de gran parte de las superficies sobre las que fue creciendo (Villafuerte *et al.* 1993). En las zonas templado húmedas y subhúmedas la ganadería fue la principal causa de pérdida de las masas forestales, al desplazar a los cultivos de café y a la agricultura maicera, respectivamente; pero en el trópico húmedo y subhúmedo del país, su expansión tuvo consecuencias realmente devastadoras (Toledo 1990).

En esta región se decidió expandir la frontera agrícola a través de las zonas de selvas húmedas y subhúmedas, pero dada la fragilidad de los suelos tropicales (entendida como escaso espesor, pobreza en nutrientes y vulnerabilidad ante la abundante precipitación, Primack *et al.* 2001), todas las áreas originalmente deforestadas para fines agrícolas eventualmente pierden su fertilidad y tienden a volverse áreas ganaderas. La ganadería y la agricultura tradicional aparecen íntimamente ligadas en la fase inicial de la primera, y la competencia entre ambas se presenta en una fase más avanzada (Toledo *et al.* 1985; Villafuerte *et al.* 1993).

Para 1970 la superficie del trópico ocupada por la ganadería alcanzó los 6.7 millones de hectáreas, habiéndose reducido en un 48% la cobertura vegetal; de manera que se habla ya de la ganaderización del trópico, el cual poseía el 23% de la población ganadera nacional (Villafuerte *et al.* 1993; CONABIO 1998). Este crecimiento de la ganadería sucedió en una relativa estabilidad económica y un fuerte proteccionismo hasta los primeros años de la década de los ochenta.

Los efectos de estas políticas productivas se han traducido en la presencia de enormes extensiones ganaderas en todos los estados del sureste mexicano; subrayando el hecho de que dos de los tres estados biológicamente más diversos –Veracruz y Chiapas– poseen más de la mitad de su territorio ocupado por actividades pecuarias (Toledo 1990).

¹³ El fomento que recibió esta actividad de parte del Estado consistió principalmente en incrementar el apoyo crediticio, técnico y de infraestructura, así como la reestructuración del uso productivo de los espacios ejidales al favorecer la ganadería como lo ejemplifican el Plan Chontalpa y el Plan Balancán-Tenosique. (Villafuerte *et al.* 1993)

En la Península de Yucatán, la expansión de la ganadería bovina también ha ocupado una importante porción del territorio desplazando a la vegetación tropical y subtropical. En esta región la expansión de la ganadería bovina se ha confrontado de manera importante con la agricultura tradicional de la milpa maya (Eastmond 1999), lo cual le ha dado características especiales al proceso de degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad sufrido en esta región, pues a la pérdida biológica, se suma la pérdida de la diversidad cultural (Alcorn 1993).

El impacto del crecimiento de la ganadería presenta matices importantes en los tres estados que componen la Península, mientras que en Yucatán ha desplazado de manera importante a la milpa tradicional debido a su importante presencia en esta zona, en Campeche y Quintana Roo ha avanzado principalmente sobre la vegetación natural tropical y subtropical al encontrarse con una gran proporción de terrenos no explotados de manera intensiva por el hombre.

Vegetación, agricultura tradicional y ganadería bovina en la Península de Yucatán

En esta región se pueden identificar tres elementos dentro del paisaje peninsular que interactuaron de manera diferenciada a lo largo del proceso de ganaderización: la vegetación natural, la agricultura tradicional y la ganadería bovina; generando ciertas diferencias en las características y efectos de la expansión de la superficie ganadera en la Península. En esta compleja interrelación, la ganadería bovina asume una posición preponderante sobre las demás debido a su velocidad de crecimiento y de ocupación de los espacios.

La vegetación natural de la Península de Yucatán está conformada por al menos siete grandes tipos de vegetación de zonas húmedas y subhúmedas¹⁴, dentro de los cuales Miranda (1959) reconoce una gran variedad de comunidades primarias y secundarias (naturales y modificadas, respectivamente). Dentro de la enorme diversidad biológica que estas comunidades sustentan, el autor menciona que esta región presenta un gran porcentaje de endemismos a pesar de su reciente edad geológica; Durán *et al.* (1998) reconoció 168 especies endémicas de esta región.

Con excepción de la selva baja caducifolia, en la actualidad las selvas altas y medianas están bien representadas en las áreas naturales protegidas de la península (Espadas y Durán 2000). En los

¹⁴ De acuerdo al mapa de tipos de vegetación de González *et al.* (1999) publicado en el Atlas de procesos territoriales de Yucatán, se reconocen: Selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, selva baja inundable, pastizal natural y manglar.

estados de Campeche y Yucatán principalmente, la superficie de vegetación natural ha sufrido pérdidas importantes debido al avance de la frontera agropecuaria; provocando la erosión y fragmentación de los ecosistemas (Durán y Olmsted 1999).

Históricamente, la concentración de población humana y la explotación de los recursos naturales en el estado de Yucatán han sido más grandes y más antiguas que en el resto de la península (Revel-Mouroz 1980). Por el contrario, la pérdida de vegetación natural debido específicamente a la expansión de la ganadería bovina se ha dado de manera más evidente en Campeche y Quintana Roo debido a que la explotación de los recursos no ha sido tan intensa como en Yucatán, pues su poblamiento fue mínimo desde la conquista hasta la segunda mitad del siglo veinte (Chías 1999, Revel-Mouroz 1980).

No obstante que las áreas naturales protegidas de la península de Yucatán preservan una superficie representativa de la mayoría de los ecosistemas, las cuales abarcan el 10.3% de la superficie total peninsular (Alcérreca *et al.* 1999), Espadas y Durán (2000) mencionan que existen varias zonas ricas en endemismos que no tienen ningún tipo de protección, y que representan una parte esencial de la diversidad biológica regional, la cual se encuentra más vulnerable ante la expansión agropecuaria.

La amenaza que representa la ganadería bovina sobre la preservación de la biodiversidad, se ejemplifica claramente en la reserva de la biosfera de Ría Lagartos, la cual alberga la selva baja caducifolia con mayor número de endemismos de la Península¹⁵ (61 en total 10 de ellos exclusivos) (Espadas y Durán 2000), y de la cual sólo se conserva aproximadamente el 5% de su extensión original, desplazada por los pastizales cultivados y potreros de los ranchos ganaderos (SEMARNAP 2001).

La agricultura tradicional de la milpa de roza-tumba-quema es el segundo elemento considerado en esta interacción, el cual representa una agricultura de subsistencia¹⁶ con una importante presencia en la Península y en el uso y preservación de la diversidad biológica (Hernández X. *et al.* 1995). Los

¹⁵ A la importancia de la elevada proporción de endemismos se añade la importancia de las selvas secas mexicanas, mencionadas como las más diversas de su tipo en el mundo (Dirzo 1992).

¹⁶ La agricultura de subsistencia se identifica con aquella que orienta lo esencial de su producción a satisfacer las necesidades básicas de la propia familia campesina, al margen de los mecanismos y la lógica del mercado; se caracteriza por estar asociada a unos recursos técnicos incipientes y una capitalización escasa, presenta una fuerte dependencia de las condiciones ecológicas y la fuerza de trabajo, lo que, unido a lo anterior, explica una intensidad de cultivo muy variables según las densidades de población.

sistemas tradicionales de producción agrícola –aparte de que aún proveen de recursos biológicos a una gran parte de la población campesina mundial¹⁷– han sido reconocidos como un elemento esencial en la preservación de la herencia genética de la agricultura, permitiendo la conservación de numerosas especies animales y vegetales que son explotadas dentro de estos sistemas (Oldfield y Alcorn 1987; Toledo en prensa)¹⁸.

La milpa tradicional maya consiste en el policultivo de maíz asociado con frijol y calabaza realizado en un área de vegetación tropical o subtropical previamente talada y quemada en la cual se realizan de dos a tres ciclos anuales de cultivo, después de los cuales es abandonada para comenzar el ciclo en otra zona; esto permite la regeneración de la cubierta vegetal de las áreas utilizadas en la siembra, reestableciéndose el nivel de fertilidad de los suelos y permitiendo su reutilización después de un cierto período de tiempo (Hernández X. *et al.* 1995).

En la Península de Yucatán este sistema productivo continúa manteniendo a una numerosa población campesina (alrededor de 200 mil campesinos mayas-yucatecos, de acuerdo a Villanueva 1990) que depende económica, social y culturalmente de él. La milpa tradicional alberga una considerable riqueza biológica al preservar y favorecer la variabilidad genética de los cultivos agrícolas. Colunga y May (1992) mencionan que se cultivan 107 especies alimenticias, además de sustentar a una gran variedad de especies de flora y fauna silvestres dentro de las áreas de vegetación secundaria asociadas a la milpa De acuerdo a Arias (1995) 43 especies de vertebrados de los diferentes grupos.

Lugo (1988) reconoce que el papel desempeñado por las áreas de vegetación secundaria (elemento básico en la milpa tradicional) en la conservación de la biodiversidad ha sido poco estudiado, pero que no puede tomarse como irrelevante, pues mantiene biotas muy grandes. Los estudios realizados sobre la milpa maya han demostrado que las extensiones de vegetación en regeneración que forman parte de este sistema son importantes reservorios de la biodiversidad regional original (Levy y Hernández 1995).

¹⁷ A pesar de la severa crisis contemporánea que sufre el sector agrícola, aún ocupa al 45% de la población humana activa mundial, y de este porcentaje, se estima que del 60% al 80% está representado por los sistemas productivos de pequeña escala, que utilizan la energía solar como principal fuente de energía, y que se basan en un manejo diversificado de la naturaleza (Toledo en prensa).

¹⁸ . Los sistemas tradicionales de producción agrícola incluso han sido reconocidos como la estrategia ideal (Frankel 1970) o preferible (IUCN-UNEP-WWF 1980) de conservación (Oldfield y Alcorn 1987).

Desde hace varios años la producción milpera de roza-tumba-quema se ha enfrentado a una severa crisis propiciada por elementos intrínsecos y extrínsecos al propio sistema, que provocan que los cuestionamientos acerca de su eficacia global, en términos de su capacidad de sustentación humana y aprovechamiento de los recursos naturales y tecnológicos para elevar la productividad y el bienestar (por ejemplo: Halffter *et al.* 1976, Primack *et al.* 2001), adquieran relevancia, sobretodo en la actualidad.

Por un lado, el crecimiento de la población que depende de ella ha generado la escasez de nuevos territorios para explotación con la consecuente reducción en el tiempo de barbecho que provoca la disminución en los rendimientos (de acuerdo a Levy y Hernández X. 1995, el tiempo ideal de barbecho es de más de 25 años, sin embargo en algunas zonas se pueden encontrar barbechos de 7 años solamente); esta baja productividad y rentabilidad económica también favorece la emigración y abandono de las prácticas tradicionales. A estas condiciones se suman las políticas económicas neoliberales impuestas en el país que han propiciado la drástica reducción de los apoyos dirigidos hacia el campo, los cambios en la legislación agraria que están llevando a una progresiva desaparición de la propiedad ejidal –sustento básico de este sistema de producción–; así como el fomento de actividades productivas orientadas hacia el mercado.

En este panorama, un gran número de campesinos han sido forzados a buscar alternativas aparentemente más redituables, y una parte de ellos ha optado por el establecimiento de una ganadería bovina practicada en pequeña escala (y por lo tanto extensiva), mientras que otros se han visto obligados a rentar o vender sus tierras.

De esta manera, la ganadería bovina extensiva —tercer elemento en el paisaje— ha ido avanzando sobre las áreas ocupadas tanto por vegetación natural como por agricultura tradicional estableciendo un monótono paisaje de pobre biodiversidad que ni siquiera genera rendimientos aceptables, y que ha ido sustituyendo a los ecosistemas indispensables para el mantenimiento del equilibrio ecológico en esta región.

De Alba y Tapia (1959) realizaron un análisis de la ganadería bovina practicada en la Península de Yucatán donde mencionan que la incipiente ganadería bovina se realizaba casi en su totalidad de manera rudimentaria, es decir, con una raza criolla de ganado adaptada al trópico pero de escaso

rendimiento, con carencia de cercas y abrevaderos para el ganado, sin pastizales cultivados ni forrajes y donde el pastoreo se realizaba sobre la vegetación secundaria.

En 1980, Segura Correa realizó un diagnóstico detallado de la ganadería bovina en el estado de Yucatán, el cual, comparado con la descripción realizada en 1959, presenta a la actividad ganadera con avances importantes en diversos aspectos de la producción. Aunque aún subsistían ciertas prácticas rudimentarias, se habían incorporado a la ganadería de Yucatán la utilización relativamente generalizada de técnicas e infraestructura que mejoraron varios aspectos de la producción. Por ejemplo: el 90% del ganado estaba compuesto por razas cebuínas, con mejor productividad que la criolla y adaptadas al trópico; los potreros poseían cercas y abrevaderos; un porcentaje importante de los productores tenían pastos cultivados y realizaban un manejo de sus potreros; además de que la mayoría vacunaba a sus hatos contra algunas enfermedades.

No obstante estos avances, la ganadería de la Península se desarrolló como una práctica extensiva, pues su crecimiento se basó en el incremento territorial de las explotaciones para compensar los bajos rendimientos que se obtienen de una ganadería desarrollada en condiciones poco aptas para su explotación y con bajos niveles de inversión dirigidos a su desarrollo. Sin embargo, esta actividad fue fomentada y su crecimiento fue constante, pues tan sólo en Yucatán se reportaron 835,763 cabezas de ganado bovino en 1974 (Segura 1980); en la actualidad ocupa un lugar central en las actividades productivas de Campeche y Yucatán.

ZONA DE ESTUDIO

La Península de Yucatán constituye el extremo oriental de la República Mexicana y se encuentra bordeada por el Mar Caribe al oriente, y por el Golfo de México al poniente y norte. Se ubica dentro de las coordenadas geográficas extremas 21° 35' latitud norte, 17° 49' latitud sur, -92° 24' longitud oeste y -89° 25' longitud este; ocupa una superficie de 150,885.08 km² (INEGI 1999) (ver mapa 1).

De acuerdo a la descripción de Lugo (1999), la Península de Yucatán es una unidad o provincia fisiográfica que presenta características propias que permiten distinguirla del resto del territorio de la República, debido a su historia geológica desarrollada durante el Neógeno y Cuaternario.

El territorio de la Península se distingue por su configuración general de llanura ondulada, con escasa elevación sobre el nivel del mar, ligera inclinación de sus pendientes y leves contrastes topográficos. Se conforma por dos unidades morfológicas principales: en el norte predominan grandes planicies estructurales (planicies inclinadas, onduladas, escalonadas) de rocas sedimentarias neogénicas, y en el sur de lomeríos (de 20-50 m a los 100-200 m desde su base, de geometría diversa) en rocas marinas oligogénicas, ubicados hacia la frontera con Guatemala y Belice (Lugo 1999).

En la Península de Yucatán no existe una red fluvial superficial definida, sólo en los márgenes de su territorio se localizan ríos como el Champotón, Belice, San Pedro, Hondo y Candelaria. A la carencia de escurrimientos superficiales se contrapone un sistema acuífero subterráneo de naturaleza cárstica que incluye los cenotes y las aguadas. La lluvia que no se evapora se infiltra hacia el subsuelo a través de fisuras de la coraza calcárea superficial, creándose un sistema subterráneo que escurre con dirección a la línea de costa, que es hacia donde se inclina el relieve del terreno, para resurgir en acuíferos en torno a esta línea. (Duch 1991; Lesser y Wiedie 1988; Lugo *et al.* 1992).

Geología

La Península de Yucatán se encuentra situada en una zona donde se conjugan las placas litosféricas de Cocos, Norteamérica y la del Caribe. La plataforma continental de la porción occidental se extiende hasta 180 km, mientras que la del oriente sólo alcanza los 10 km. La plataforma está compuesta de un conjunto de rocas sedimentarias de un grosor de más de 3500 m que descansa

sobre un basamento del Paleozoico. Sobre éstas se encuentra un paquete sedimentario del Jurásico y más arriba, del Cretácico (Lugo 1999; Duch 1991).

La constitución geológica de la superficie es en su totalidad de rocas sedimentarias marinas (calizas), con edades que abarcan desde el Paleoceno al Cuaternario. Estas rocas forman una coraza calcárea de gran dureza que constituye una gran porción del relieve, llamada laja o *chaltún*. Las calizas blandas, llamadas *sahcab*, forman un rasgo fisiográfico característico, que representa una transición de la evolución de la roca dura original al reblandecimiento, que posteriormente se transforma en la coraza calcárea (Duch 1991).

Suelos

Los suelos de la Península presentan una notable variación que se expresa mediante la conformación de complejas asociaciones, fácilmente reconocibles pero difícilmente separables en unidades individuales puras (Duch 1991) Existe una correlación entre el relieve y la morfología de los suelos, que determinan las distintas asociaciones; ya que estas asociaciones pudieran estar conformados por diferentes tipos de suelos, comparten características comunes (Duch 1991). En el siguiente cuadro se detallan los tipos de suelo que conforman las distintas asociaciones edáficas (tomado de Duch 1991).

Asociaciones edáficas	Tipos de suelo FAO/UNESCO
A) suelos arenosos y profundos de la costa	Regosol calcárico
B) suelos halomórficos de las áreas cengosas	Solonchal gléyico Histosol eútrico
C) suelos someros y pedregosos	Litosol Rendzina Cambisol calcárico Cambisol húmico
D) suelos rojos arcillosos	Cambisol crómico Luvisol crómico Luvisol férrico Luvisol vértico Nitosol eútrico

E) suelos arcillosos oscuros	Vertisol pélico Vertisol crómico Gleysol vértico
------------------------------	--

Existe una dominancia de los suelos someros y pedregosos en la mayor parte de la extensión superficial de la Península, los cuales comprenden los identificados como litosoles, rendzinas y cambisoles. Los suelos de las elevaciones y de las depresiones presentan diferencias importantes, las primeras presentan suelos que son resultado de la erosión, predominando los suelos someros con fragmentos rocosos, clasificados como litosoles y rendzinas; por el contrario, en las depresiones donde se produce acumulación de agua temporal o permanente, son comunes los suelos profundos (con un mínimo de 80 cm de grosor), arcillosos y con materia orgánica en el horizonte superior, presentando buen drenaje, denominados gleysoles y vertisoles (Lugo 1999).

Las rocas marinas eocénicas han dado origen a suelos rojos –luvisoles– profundos, en las depresiones del relieve, compuestos por material fino carente de pedregosidad. En las planicies costeras se forman regosoles, suelos inmaduros resultado de la acumulación de material calcáreo reciente, sin consolidación y escaso de nutrientes (Lugo 1999).

Clima

De manera general se describe al clima peninsular como cálido con una temperatura media anual de 25° C y el 90% de la lluvia cae entre mayo y octubre (Lesser y Wiedie 1988), siendo el grado de pluviosidad descendiente hacia el norte y ascendente hacia el sur; la precipitación media anual varía desde 125 mm en el noroeste hasta más de 1500 mm en el este y sureste de la Península; la mayor parte de ella presenta una precipitación media de 800-1,200 mm (Lugo *et al.* 1992). Orellana *et al.* (1999) con base en la clasificación de Koeppen modificada por García (1973) describe los grupos climáticos presentes en la Península: el grupo climático A de los cálidos húmedos y subhúmedos con temperaturas medias del mes más frío mayores de 18°C, y el grupo B de los climas secos. En cada grupo se presentan varios tipos (grupo más régimen de lluvias) y subtipos (variantes climáticas con condiciones de temperatura y régimen de lluvia, canícula, oscilación térmica y marcha de la temperatura).

Las variantes del grupo climático A de tipo húmedo se distribuyen en la porción limítrofe del estado de Campeche con el estado de Tabasco, así como en la región oriental de la costa de Quintana Roo; presentándose las variantes Af, Af(m) y Am (f). Las variantes del grupo A de tipo subhúmedo se distribuyen en la mayor parte del territorio peninsular. Las variantes de este grupo van desde los tipos Aw₂, los más húmedos de los húmedos, pasando por los intermedios como el Aw₁, hasta los más secos de los húmedos, como el A(x')w₀.

El grupo climático B, de los áridos y semiáridos, se restringe a una estrecha franja contigua a la costa de la porción noroccidental del estado de Yucatán; presentándose las variantes BS₁(h'), BS₁(h')h, BS₀(h') y BS₀(h')h.

La Península de Yucatán también puede considerarse como una entidad regional desde el punto de vista climático, debido a la confluencia de condiciones generadas por la interacción de los fenómenos atmosféricos presentes en la región (Orellana *et al.* 1999). Los fenómenos atmosféricos que interactúan principalmente son la celda anticiclónica Bermuda Azores, los vientos alisios procedentes de esta celda, la llegada de masas de aire polar modificadas ("nortes"), vaguadas polares de medio verano, las corrientes marítimas cálidas que rodean su litoral y las tormentas y ciclones tropicales.

Vegetación

Durán y Olmsted (1999), con base en la clasificación de Miranda y Hernández (1963), describen en términos generales la vegetación que cubre a la Península de Yucatán, y destacan la estrecha relación florística que tiene con las regiones de Centroamérica, la cuenca del mar Caribe y con el sureste de México, con un importante número de endemismos. El inventario florístico más reciente reporta la presencia de casi 2,500 especies de plantas vasculares (Durán *et al.* 2000).

A continuación se describen de manera general los tipos de vegetación presentes en esta región (Durán y Olmsted 1999) representados en el mapa de González *et al.* (1999).

La selva alta perennifolia, localizada en la porción sur de la Península en la frontera con Guatemala y Belice, donde se presenta un clima de tipo Aw₂ con precipitaciones entre 1,200 y 1,400 mm anuales. Esta vegetación está dominada por especies de árboles perennifolios, la altura de los árboles dominantes es de 25 a 30 m, presentándose abundancia de lianas y epífitas. En el

sotobosque hay una gran presencia de palmas y helechos. Las especies dominantes son: el ramón de mico (*Pseudolmedia oxyphyllaria*), ramón (*Brosimum alicastrum*), zapotillo (*Pouteria unilocularis*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*).

La selva mediana subperennifolia ocupa la mayor extensión de la Península, presente sobretudo en Quintana Roo y Campeche, con un clima de tipo Aw₁. Presenta una estructura similar a la selva alta perennifolia, sólo que alcanza alturas menores, de entre 15 y 25 m; el 25% de las especies tiran sus hojas durante la sequía. Hay presencia abundante de epífitas. Las especies dominantes son: el zapote (*Manilkara zapota*), caracolillo (*Sideroxylon foetidissimum*), kaniste' (*Pouteria campechana*), guaya (*Talisia olivaeformis*), katalox (*Swartzia cubensis*), huano (*Sabal yapa*), ramón (*Brosimum alicastrum*) y caoba (*Swietenia macrophylla*).

La selva mediana subcaducifolia se distribuye en el oriente del estado de Yucatán, norte de Campeche y una pequeña porción de Quintana Roo. Es el segundo tipo de vegetación más conspicuo de la Península, presentado un clima de tipo Aw₁ con precipitaciones de 1,000 y 1,200 mm anuales. Los árboles dominantes alcanzan una altura de entre 13 y 18 m, del 50 al 75% de las especies tiran las hojas en la época seca; el número de epífitas y trepadoras es reducido. Es común la asociación vegetal del *ya'ax nik* (*Vitex gaumeri*) y el ramón (*Brosimum alicastrum*), se presentan también el habín (*Psicidia psicipula*), *pich* (*Enterolobium cyclocarpum*), *ya'ax che* (*Ceiba pentandra*) y cedro (*Cedrela odorata*).

La selva baja caducifolia se establece en el clima Aw₀, el menos húmedo de los húmedos. Se distribuye al norte y noroeste de Yucatán y en una porción de Campeche, constituyendo el tercer tipo de vegetación más importante por su extensión. El 100% de los árboles pierden sus hojas en la época seca, alcanzando alturas de entre 8 y 10 m, con troncos retorcidos y delgados. Las especies dominantes son: *box kaatsin* (*Acacia gaumeri*), *chimay* (*Acacia pennatula*), *sak kaatsin* (*Mimosa bahamensis*), *chucum* (*Havardia albicans*) y *tsiitsil che* (*Gymnopodium floribundum*). Existe una variante de este tipo de vegetación que presenta un alto número de cactáceas y que ocupa actualmente áreas muy pequeñas contiguas a la selva baja; presenta precipitaciones de 500 a 600 mm anuales y alberga una importante cantidad de especies endémicas.

La selva baja inundable es un tipo de vegetación exclusivo de la Península, de la cual se reconocen varias asociaciones vegetales, como los tintales, pucteales y mucales (Olmsted y Durán 1986). Se distribuyen en forma de manchones dispersos al interior de las selvas medianas, se encuentran

grandes extensiones en el sur de Campeche y Quintana Roo. Son comunidades formadas por pocas especies debido a la prolongada inundación de la época lluviosa. Cada asociación se distingue por la especie dominante, tintal: *Haematoxylon campechanum*, pucteal: *Bucida buceras*, mucal: *Dalbergia glabra*. Los árboles no sobrepasan los 10 m de altura, con troncos retorcidos y muchas espinas. Esta comunidad presenta una gran cantidad de epífitas.

Los humedales están constituidos por vegetación sujeta a periodos de inundación variables durante todo el año, conformándose por pastizales inundables (tulares, popales, saibales) y manglares. Los pastizales inundables tienen predominio de una especie que puede ser *Cladium jamaicensis*, *Thypha dominguensis* o *Thalia geniculata*; ocupa grandes extensiones en zonas colindantes con ciénegas, es común en la región centro-oriental de Quintana Roo, noroeste de Yucatán y noroeste de Campeche.

El manglar está constituido por asociaciones de vegetación arbórea que viven en aguas salobres y salinas, cubre grandes extensiones de terreno en torno a ciénegas y frente al mar. Existen diversos tipos de comunidades de manglar, desde el manglar de franja hasta el manglar chaparro (Olmsted y Durán 1999). Las especies más comunes son: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle bobo (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*).

La vegetación secundaria es la vegetación que sucede a una perturbación de la vegetación original, y es la vegetación más ampliamente difundida en la Península debido a las actividades productivas humanas, como la ganadería bovina, la agricultura tecnificada y no tecnificada, el abandono de las plantaciones de henequén, el turismo masivo, la urbanización, la contaminación y la agricultura tradicional de la roza-tumba-quema. Puede derivarse de todos los tipos de vegetación descritos y está representada por los acahuales o *hubchés*, que presentan diversas edades de regeneración ocupando grandes extensiones de terreno en la Península.

Debido al uso continuo de los terrenos y la falta de descanso suficiente de esta vegetación secundaria, estas comunidades perturbadas no regeneran necesariamente las comunidades originales. La vegetación es dinámica, por lo que los porcentajes de vegetación secundaria y selvas maduras cambian constantemente; actualmente, gran parte de esta vegetación está siendo utilizada por el sistema tradicional de agricultura de roza-tumba-quema.

Aspectos socioeconómicos del uso del suelo en la Península

Martínez *et al.* (1999) enumeran los distintos usos del suelo presentes en el territorio de la Península de Yucatán, distinguiéndose los siguientes: agrícola, ganadero, silvícola, minero, pesquero, para la conservación biológica, turístico, urbano y vial.

De los anteriores, los usos más perturbadores del medio ambiente son: la agricultura henequenera, el cultivo de caña de azúcar, la ganadería bovina, la silvicultura comercial, el turismo y el crecimiento urbano. De éstos, el cultivo del henequén y la silvicultura comercial presentan una considerable disminución en su actividad en los últimos años, debido a diversas razones; mientras que la caña de azúcar, la ganadería bovina, el turismo y el crecimiento urbano presentan un importante proceso de expansión.

Por otro lado, entre las actividades identificadas como las de menor efecto destructivo sobre los ecosistemas son la agricultura nómada, la apicultura, la silvicultura doméstica, la pesquería y el uso de suelo para la conservación. La agricultura nómada y el consumo doméstico de productos forestales se encuentran en una situación crítica, pues la presión demográfica ha provocado que su práctica sustentable sea muy cuestionable en las condiciones en que se desarrollan actualmente.

La superficie dedicada a la conservación biológica como las áreas protegidas o las reservas de la biosfera, presentó un incremento muy importante en las últimas dos décadas, pues la superficie protegida ha aumentado en los últimos años del 2% del territorio al 10% aproximadamente, aumentando el número de áreas naturales protegidas de 7 a 36 (Martínez *et al.* 1999). Sin embargo, el mayor número de áreas protegidas se localiza hacia la costa de la Península, dejando importantes áreas del interior desprotegidas, siendo que también presentan buenas razones para protegerse (Espadas y Durán 2000).

Características de la zona del estudio de caso:

Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos

La Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos fue decretada en un principio como Refugio de Flora y Fauna silvestre en junio de 1979, actualmente está catalogada como Reserva de la Biosfera. Posee una extensión de 60,347 hectáreas; con seis zonas núcleo, que en total suman 25,336 ha, correspondientes al 43.07% de la extensión total de dicha reserva. Los humedales de esta reserva tienen reconocimiento internacional y están inscritos en la lista internacional Ramsar, de acuerdo a

la convención de Cagliari en 1980. Además, esta reserva protege a una porción de la selva baja caducifolia, la cual contiene una importante cantidad de especies endémicas (Espadas y Durán 2000).

La reserva se localiza en la costa norte de la Península, al noreste del estado de Yucatán; el perfil geológico está formado por varios tipos de roca caliza, formadas a partir de un gran banco calcáreo que se depositó durante la evolución de la Plataforma de Yucatán, principalmente durante los periodos Pleistoceno y Holoceno (SEMARNAP 2001). Toda esta zona de la Península no presenta accidentes orográficos relevantes, sólo leves ondulaciones de dunas en el cordón litoral arenoso y las micro-elevaciones formadas en los petenes. Las partes más altas del terreno se localizan en la región sur y alturas máximas alcanzan los de 3 msnm.

Los tipos de suelo encontrados, según la clasificación de la FAO son solonchak, litosol, regosol, luvisol, cambisol, vertisol, gleysol y rendzinas; los cuales, como se comentó, presentan una gran variación en su patrón de distribución y asociación entre ellos.

Al igual que en gran parte de la Península, la red hidrológica es subterránea; en la costa se localiza el estero Ría Lagartos con tres conexiones hacia el mar, sólo una de ellas natural. En este sistema se presentan tres cuencas hidrológicas: Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo.

En la reserva de Ría Lagartos se encuentran dos tipos de climas: el BS₀(h')w (x')iw'', el menos seco de los áridos con lluvias poco frecuentes durante todo el año; y el tipo Aw'(w₀)iw'', localizado en la región oriental y que corresponde al clima más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias a lo largo de todo el año. La temperatura media anual en esta zona es de 26° C. La precipitación total anual es de 550.1 mm en la estación de Río Lagartos, y de 696.2 mm en El Cuyo (al oriente); la reserva está afectada por la presencia de huracanes y "nortes", los cuales provocan fuertes lluvias y marejadas.

Dentro de la reserva se pueden distinguir varios tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, selva baja caducifolia espinosa, selva baja inundable, manglar de franja, manglar achaparrado, matorral de dunas costeras, pastizal inundable, comunidades de hidrófitas y petenes. Los manglares y las selvas bajas son ecosistemas especialmente importantes para conservar dentro de esta reserva debido la cantidad de especies endémicas que albergan, siendo reconocida su relevancia en el ámbito internacional, pues las

comunidades de manglares están inscritas en la lista Ramsar (SEMARNAP 2001) y las selvas bajas son reconocidas como las más diversas de su tipo (Dirzo 1992).

La fauna que se localiza dentro de esta área protegida muestra una gran diversidad, registrándose 554 especies, de las cuales 142 son endémicas de Mesoamérica, 15 endémicas de México y una endémica de Yucatán. Alberga 55 especies de mamíferos, varios en peligro de extinción; 333 especies de aves, con una importante área de anidación del flamenco (*Phoenicopterus ruber ruber*), además de ser un sitio de refugio invernal de aves migratorias. Dentro de los reptiles, anfibios y peces también están registradas varias especies endémicas, y especies de importancia comercial en el último grupo.

Al interior de la reserva se localizan cuatro asentamientos poblacionales: San Felipe, Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo, las cuales suman un total de 6,916 habitantes. Las principales actividades productivas desarrolladas son la agricultura tradicional, la pesca comercial, la ganadería extensiva, la explotación de sal y el turismo; las cuales han impactado en diversos grados los ecosistemas naturales protegidos en esta área. Grandes extensiones de selvas han sido desmontadas para la implantación de ganadería bovina, actividad que es precedida por la agricultura de roza-tumba-quema, habiéndose perdido la mayor parte de la cobertura selvática. Los ecosistemas costeros han sido fragmentados por la construcción de infraestructura productiva, modificando el flujo de agua superficial. Se reporta una disminución importante de las especies de mamíferos y aves, así como de las poblaciones de árboles maderables.

METODOLOGÍA

La investigación realizada en esta tesis se inscribe dentro de una segunda fase de estudio, derivada directamente del trabajo realizado en el Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán (APTY 1999), con el objetivo de aprovechar la información cartográfica de la Península generada en esta obra. Dentro de la vasta información que reúne el APTY, fueron seleccionados los mapas de uso de suelo, de tipos de vegetación y de las áreas naturales protegidas para realizar el análisis del impacto del crecimiento territorial de la ganadería bovina.

El análisis del impacto ambiental generado por el crecimiento de las actividades agropecuarias se abordó en varias escalas: una regional en el ámbito peninsular, para seguir con la escala estatal y municipal, y por otro lado un enfoque local. Esto con la intención de trazar una línea de análisis que relacione el aspecto regional de la ganadería bovina con la expresión local de la misma y su correlación con la pérdida del hábitat.

La base cartográfica utilizada fue el mapa de la Península de Yucatán en escala 1:1,200,000 de Córdoba y García (1999), procesado en el *software Freehand 8.1*, el cual fue realizado en el laboratorio de análisis cartográfico del departamento de Ecología Humana del CINVESTAV Unidad Mérida. Dicho mapa proporcionó la cartografía de la división política, estatal y municipal de la Península, las localidades, relieve, hidrología e infraestructura (Mapa 1).

Diagnóstico de la ganadería bovina en la Península

La primera etapa de la investigación (correspondiente al objetivo 1) consistió en el reconocimiento y caracterización de la zona de estudio, la cual alberga los tres usos de suelo descritos anteriormente: la vegetación natural remanente (donde se incluye al sistema de áreas naturales protegidas), el área de distribución de la milpa tradicional y las regiones especializadas de explotación ganadera bovina. Esta descripción se realizó con base en la revisión bibliográfica de la información disponible en cada tema y mediante un trabajo de campo, en el cual se recorrieron sitios representativos de la actividad ganadera y se realizaron entrevistas con la gente involucrada: productores ganaderos, funcionarios de las dependencias oficiales (SAGAR, SDR, COTECOCA¹⁹),

¹⁹ SAGAR: Secretaría de Agricultura y Ganadería. SDR: Secretaría de Desarrollo Rural. COTECOCA: Comisión técnica para la estimación de los coeficientes de agostadero.

campesinos milperos y personal de una reserva de la biosfera²⁰; entrevistas de carácter general sin algún tipo de tratamiento estadístico.

Esta información recopilada permitió realizar un diagnóstico general de la situación actual de la ganadería bovina en la Península de Yucatán, que permitiera evaluar posteriormente, los alcances del análisis cartográfico realizado sobre la extensión de esta actividad productiva, y las tendencias de su comportamiento espacial.

Estimación del crecimiento de la superficie ganadera en la Península de Yucatán

Se estimó el crecimiento de la superficie ganadera en la Península de Yucatán en el ámbito regional, estatal y municipal para los años de 1974-75, 1981 y 1995, utilizándose como base los mapas de uso de suelo y uso agrícola publicados en el APTY. Estos mapas brindaron una primera estimación de carácter aproximado, dada su escala, de la extensión de la superficie ganadera, así como de la distribución geográfica y su tasa de crecimiento.

Los mapas de *uso de suelo* de las décadas de 1970 y 1980 en escala 1:3,000,000 de Sabido *et al.* (1999); y el mapa de *uso agrícola del suelo* de 1995 en escala 1:3,000,000 de Xix (1999) se ajustaron al mapa de la Península de Yucatán de Córdoba y García (1999). El mapa de la década de 1970 (Sabido *et al.* 1999) se realizó a partir de la interpretación de la categoría de superficie pecuaria de un mapa sinóptico de uso de suelo correspondiente a los años 1974-75, publicado por la Secretaría de Agricultura. El mapa de uso agrícola de la década del 80' (Sabido *et al.* 1999) se realizó con base en los mapas de uso de suelo elaborados por INEGI en 1981 en escala 1:1,000,000 a partir de la interpretación de imágenes satelitales TMS; y por último, el mapa de *uso agrícola* correspondiente al año de 1995 (Xix 1999) fue realizado a través de la actualización de la clase de superficie pecuaria con *espaciomapas* de la Península elaborados por INEGI en escala 1:250,000 del mapa de 1981 (Mapas 2, 3 y 4, respectivamente).

Estos mapas fueron digitalizados y posteriormente procesados en el *software TNTmips* para estimar la superficie de la Península ocupada por la ganadería bovina en cada período, determinar el porcentaje de su crecimiento en términos de superficie y analizar las tendencias de su expansión espacial.

²⁰ Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos.

Con el fin de analizar el crecimiento por estado y por municipio, la información de los mapas fue generalizada en una cuadrícula con unidades de 25 km² (5 x 5 km) para obtener unidades espaciales similares, sobreponiendo esta cuadrícula sobre cada mapa. Se estandarizó la información de los diferentes mapas, asignando a cada unidad de la cuadrícula un porcentaje de cobertura proporcional a la superficie ocupada por ganadería. Después de esta interpretación se contabilizó la superficie ganadera en cada uno de los mapas en el *software ArcView*, asumiendo que cada unidad de la retícula representa 2,500 ha. Esta misma interpretación de los mapas de uso de suelo fue utilizada para representar el crecimiento de la superficie ganadera en mapas de cada período.

Son necesarias ciertas precisiones en el mapa del año 1995, pues a diferencia de los dos anteriores, aquél presenta tres categorías de clasificación para la ganadería bovina: *pastizal cultivado*, *pastizal cultivado-asociado con vegetación*, y *vegetación asociada con pastizal cultivado*. De tal manera que se juntaron estas tres categorías en una sola para cuantificar la extensión pecuaria, asignando un porcentaje proporcional de cobertura ganadera a aquellas dos clases que asocian dos tipos de uso de suelo (pastizal y vegetación) para luego sumar la estimación de las tres categorías. Se asignó un porcentaje de cobertura a las categorías con asociaciones, proporcional a lo que teóricamente se esperaría encontrar en estas asociaciones de acuerdo a los criterios utilizados por los autores del mapa en la determinación de dichas clases.

En la categoría *pastizal cultivado- asociado con vegetación* se asignó de un 60% a 70% de superficie ganadera en cada unidad de la cuadrícula, en la consideración de que esta categoría representa una superficie en donde el pastizal cultivado ocupa una proporción superior a la de la vegetación en el porcentaje mencionado. En la siguiente categoría de clasificación *vegetación asociada con pastizal cultivado* se asignó una cobertura por unidad de cuadrícula del 30 al 40% de superficie ganadera, considerando en esta ocasión que la vegetación ocupa ahora una superficie mayor que la que ocupa el pastizal cultivado.

En esta cuantificación del mapa de 1995 se obtuvieron dos datos de la cobertura ganadera para dicho período: el primero (a) corresponde a la superficie ocupada netamente por ella, de acuerdo a los criterios de los autores, y el segundo dato a la superficie peninsular influenciada por la ganadería bovina.

El análisis del crecimiento de la ganadería en el ámbito municipal permitió posteriormente delimitar dos áreas de especialización productiva ganadera en la Península en el mapa de 1995 (Xix 1999).

Estas áreas, ya identificadas por Ruenes *et al.* (1999), se identificaron en este estudio seleccionando los municipios que concentraron la mayor superficie de actividad ganadera en toda la región. Estos municipios se ubicaron en la porción noreste del estado de Yucatán y en la zona suroeste de Campeche.

Evaluación de las diferentes estimaciones de la actividad ganadera presente en la Península de Yucatán

Los cálculos de la superficie ganadera realizados en este estudio se compararon con otras estimaciones de la actividad ganadera en la Península, presentadas tanto en forma de datos estadísticos como en forma cartográfica. Se cotejaron los datos producidos por INEGI referentes a la extensión de pastizales cultivados y al número de cabezas de ganado bovino, en el ámbito estatal y municipal; estos datos se extrajeron de los censos agropecuarios de 1970, 1981 y 1991, así como en los anuarios estadísticos de 1999 de cada estado.

Los resultados también fueron cotejados con la información producida por el Inventario Nacional Forestal 2000 (Palacio *et al.* 2000), el cual especifica la extensión ocupada por pastizales cultivados en los tres estados peninsulares; de donde se puede inferir que esta categoría representa a la superficie pecuaria bovina debido a que en la Península la producción de pastizales cultivados está dirigida exclusivamente a la ganadería bovina.

Se realizó también una comparación entre la superficie ganadera de las áreas de especialización productiva cuantificadas en el mapa de uso de suelo de 1995 (Xix 1999) con la categoría interpretada como superficie agropecuaria del mapa de tipos de vegetación en escala 1:1,200,000 de González *et al.* (1999) ubicada en las mismas zonas especializadas (este mapa fue realizado en la unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) y publicado también en el APTY, ver mapa 5). El mapa de tipos de vegetación fue elaborado a través de la interpretación de imágenes de satélite *Landsat* MSS correspondientes a los años de 1990-1992 con una resolución de píxel de 250 metros. Se utilizó como criterio de clasificación de la vegetación el de Miranda y Hernández X. (1963).

Debido a las características de su metodología, enfocada principalmente en la interpretación de la vegetación natural, no fue posible discriminar las superficies dedicadas a la ganadería bovina de las áreas propiamente agrícolas, así que fueron interpretadas en el mapa como superficies

agropecuarias en conjunto. Por este motivo, la comparación de las superficies pecuarias de ambos mapas se realizó únicamente en los municipios ubicados dentro de las regiones de especialización ganadera (identificados previamente en el mapa de 1995).

Los polígonos clasificados dentro de la categoría agropecuaria en los municipios seleccionados, fueron tomados propiamente como pastizales cultivados, en virtud de la metodología utilizada en su clasificación, pues la escala utilizada para realizar este mapa no permite la discriminación de los cultivos de la milpa de roza-tumba-quema (Iturbe J. A. *conv. pers.*), además de que el análisis se enfocó en las zonas pecuarias especializadas.

Para realizar la comparación de la superficie municipal en ambos mapas, los polígonos seleccionados en el mapa de vegetación fueron contabilizados a través de la cuadrícula, asignando un porcentaje de cobertura por unidad, de la misma manera en que se estimaron los valores municipales de la superficie de pastizales del mapa de 1995.

Impacto del crecimiento ganadero sobre el medio natural

Para analizar el objetivo 4 se cuantificó la superficie ocupada por ganadería bovina en las áreas naturales protegidas de la Península y se realizó una sobreposición de la superficie ganadera con el mapa de vegetación potencial de la Península (INEGI 1980).

A partir de la delimitación territorial de las áreas naturales protegidas contenidas en el mapa de Alcérreca *et al.* (1999), se calculó la superficie y la proporción de ésta utilizada en actividades ganaderas: este cálculo se realizó con la sobreposición de la cuadrícula de 25 km² sobre dicho mapa y utilizando como referencia la interpretación del mapa de *Uso agrícola del suelo 1995* (Xix 1999). La delimitación territorial de las reservas se generalizó a través de la cuadrícula agrupando todas las unidades que coincidían con cada área protegida, y esta delimitación se sobrepuso al uso de suelo del mapa de 1995.

Las áreas naturales protegidas analizadas fueron: Calakmul, Ría Lagartos, Dzilam, Celestún, Laguna de Términos, Sian ka'an, Petenes de Campeche y El palmar.

Con la intención de valorar teóricamente sobre qué tipo de vegetación fue expandiéndose la ganadería bovina en las regiones especializadas, en cada período analizado; además de aportar más

elementos a la discusión de la tasa y de la tendencia del crecimiento de la superficie ocupada por la ganadería. El mapa de vegetación potencial de la Península de Yucatán (publicado en un recuadro dentro del mapa de tipos de vegetación, González *et al.* 1999) se ajustó a la base cartográfica en el *software Freehand* y se superpuso a la superficie influenciada por la ganadería bovina obtenida de la generalización del mapa de uso agrícola del suelo de 1995.

Estudio de caso:

Determinación de la tasa de deforestación y análisis del efecto de borde en la vegetación, en la zona limítrofe de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos, durante el período 1980-2000²¹

Se determinaron las tasas de deforestación y la reducción del hábitat natural provocado por la fragmentación de la vegetación remanente en el período 1984-2000, en la zona limítrofe de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos, ubicada al norte de la Península; la cual está sujeta a la presión del crecimiento territorial de la región ganadera del noreste de Yucatán.

Se seleccionaron dos zonas localizadas en la porción limítrofe de la reserva de Ría Lagartos con la región ganadera del oriente de Yucatán (Mapa 6). La zona 1, ubicada en colindancia con el poblado de Río Lagartos, comprende un área de 187.7km²; y la zona 2, cercana a la población de El Cuyo, abarca 193.4km². Cada una de estas dos áreas representan 7.5 y 7.7 unidades, respectivamente, de la cuadrícula general de la Península de 5x5 km.

Mediante la interpretación de fotografías aéreas generadas por INEGI en escala 1:80,000 y 1:75,000, se determinaron las tasas de deforestación y la reducción de la vegetación natural provocado por la fragmentación del hábitat. El período de análisis considerado fue de 1980 a 1992 en el área 1, y de 1984 a 2000 en el área 2.

Se realizó una interpretación visual de las fotografías aéreas, identificándose dos categorías de interpretación: vegetación natural / vegetación en regeneración y superficie agropecuaria. El material interpretado se digitalizó en el *software Cartalinx*, y posteriormente fue exportado al *software Idrisi 32*, en formato *raster*, para ser procesado.

²¹ Este análisis se realizó en el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).

En este programa fueron creados los mapas de cada sitio para cada período y se contabilizó la superficie de las dos categorías en cada uno de ellos. Con la cuantificación de la superficie de cobertura vegetal por período, se utilizó la fórmula de Dirzo y García (1992) para determinar la tasa de deforestación por período:

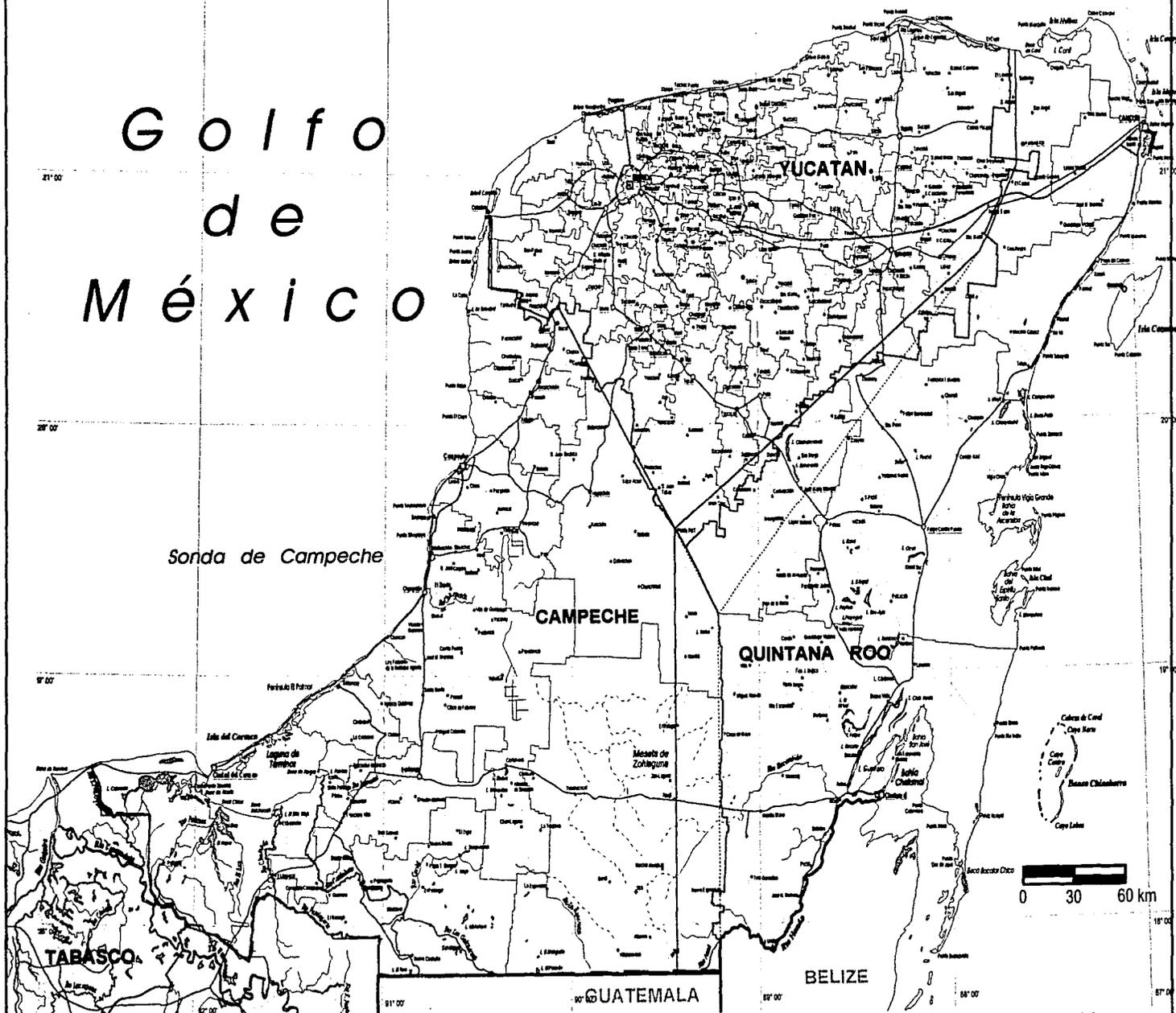
$$r = 1 - \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_1} \right)^{1/t}$$

En donde r es la tasa de deforestación, A_1 es la superficie de cobertura vegetal al inicio del período estudiado, A_2 es la extensión de la cobertura vegetal al final del período, y t es el número de años del período estudiado.

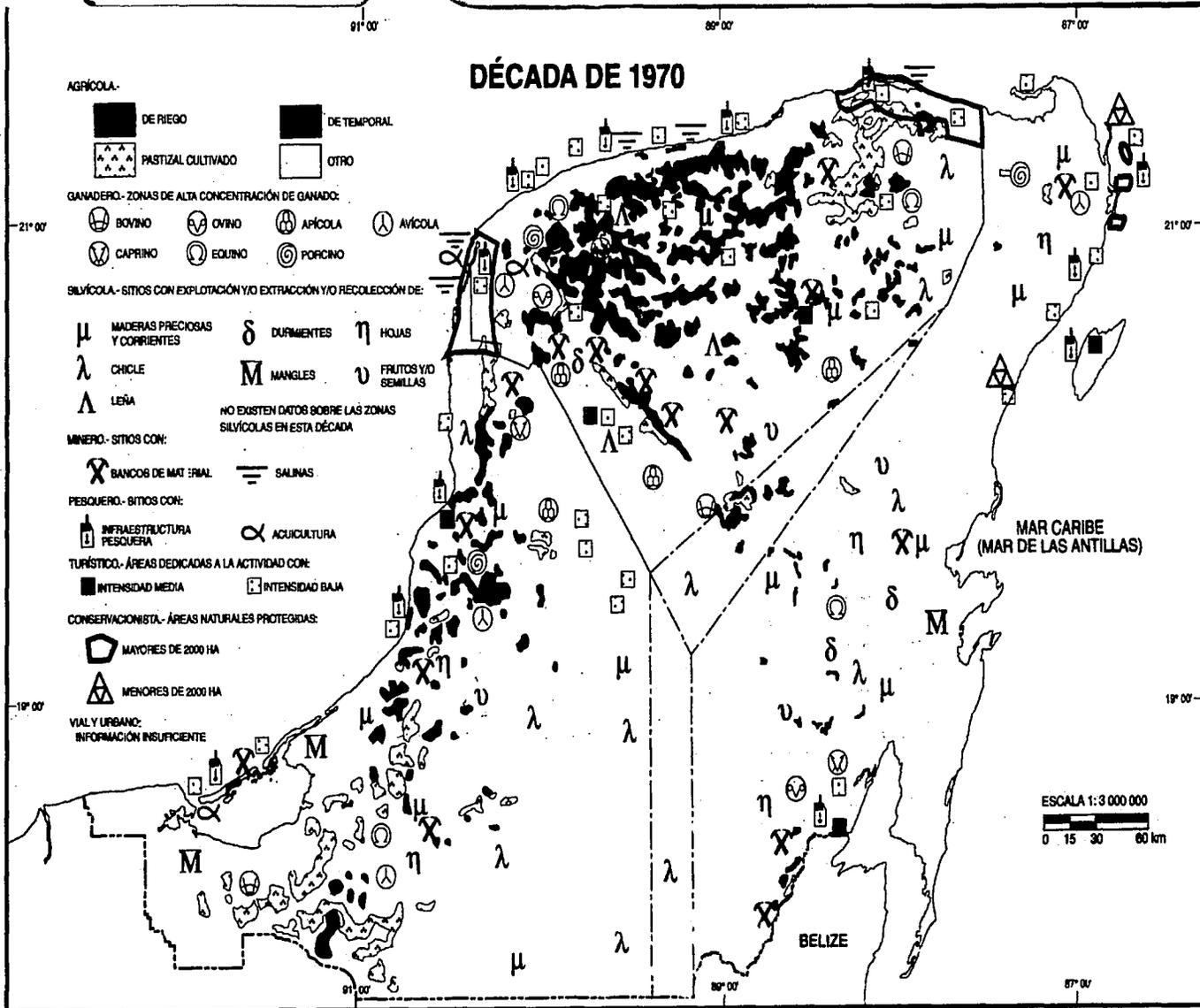
Posteriormente, los mapas de cada sitio fueron sobrepuestos entre sí, para obtener mapas de cambio del período de estudio; en estos mapas se puede identificar tanto a la superficie de cobertura vegetal perdida como a la superficie agropecuaria abandonada que regeneró la vegetación.

A los mapas obtenidos de cada período, se les aplicó la función *buffer* de *Idrisi 32* para calcular la superficie de la vegetación remanente afectada por el efecto de borde, se asignó una distancia de 100m (Laurence *et al.* 1998) hacia el interior de los parches de vegetación como área de amortiguamiento; y se obtuvieron dos mapas, uno para cada sitio, en donde se ilustra el área de vegetación no perturbada y el efecto de borde. Se calculó también un efecto de borde de 300 m para efectos comparativos.

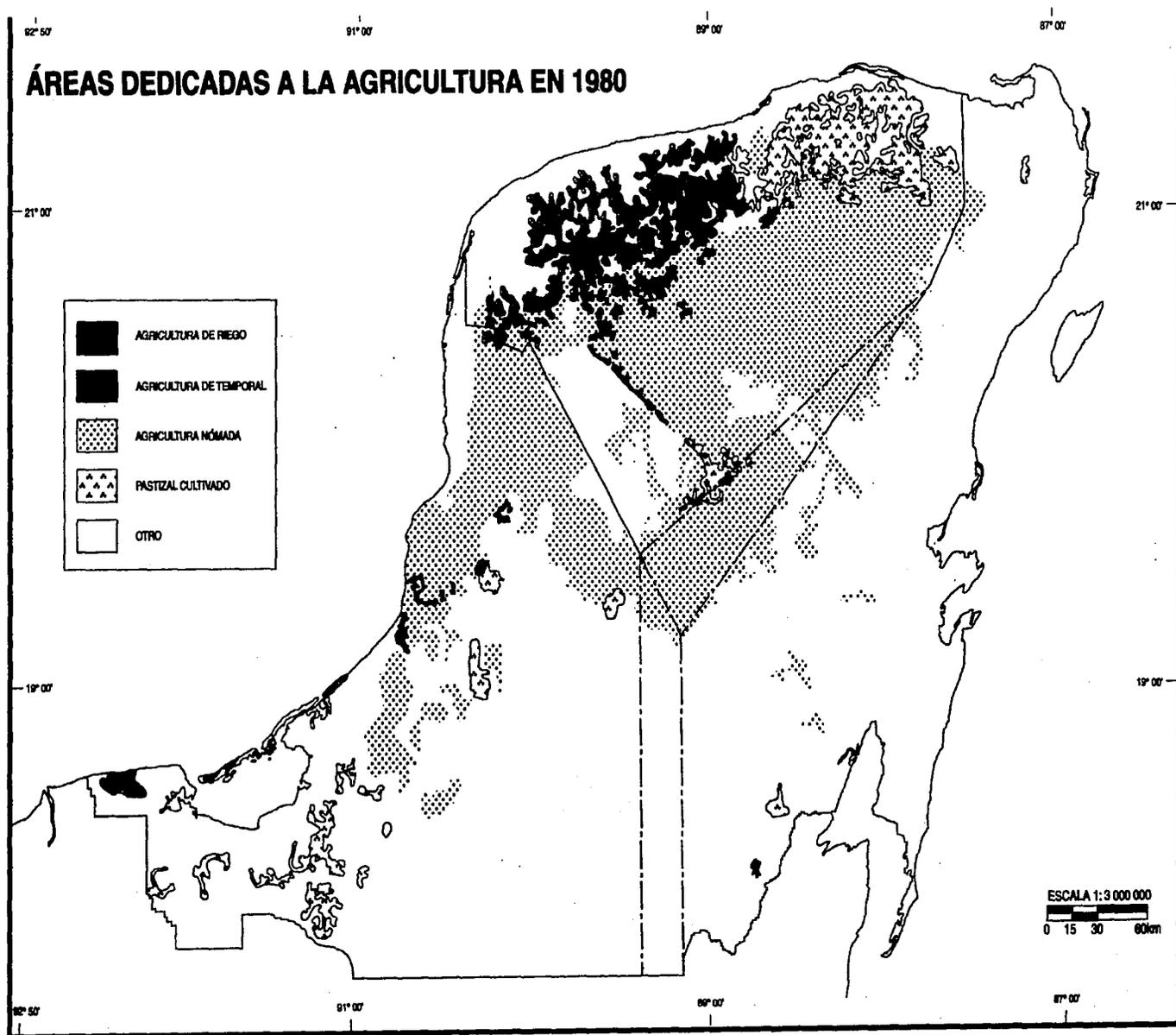
Golfo de México



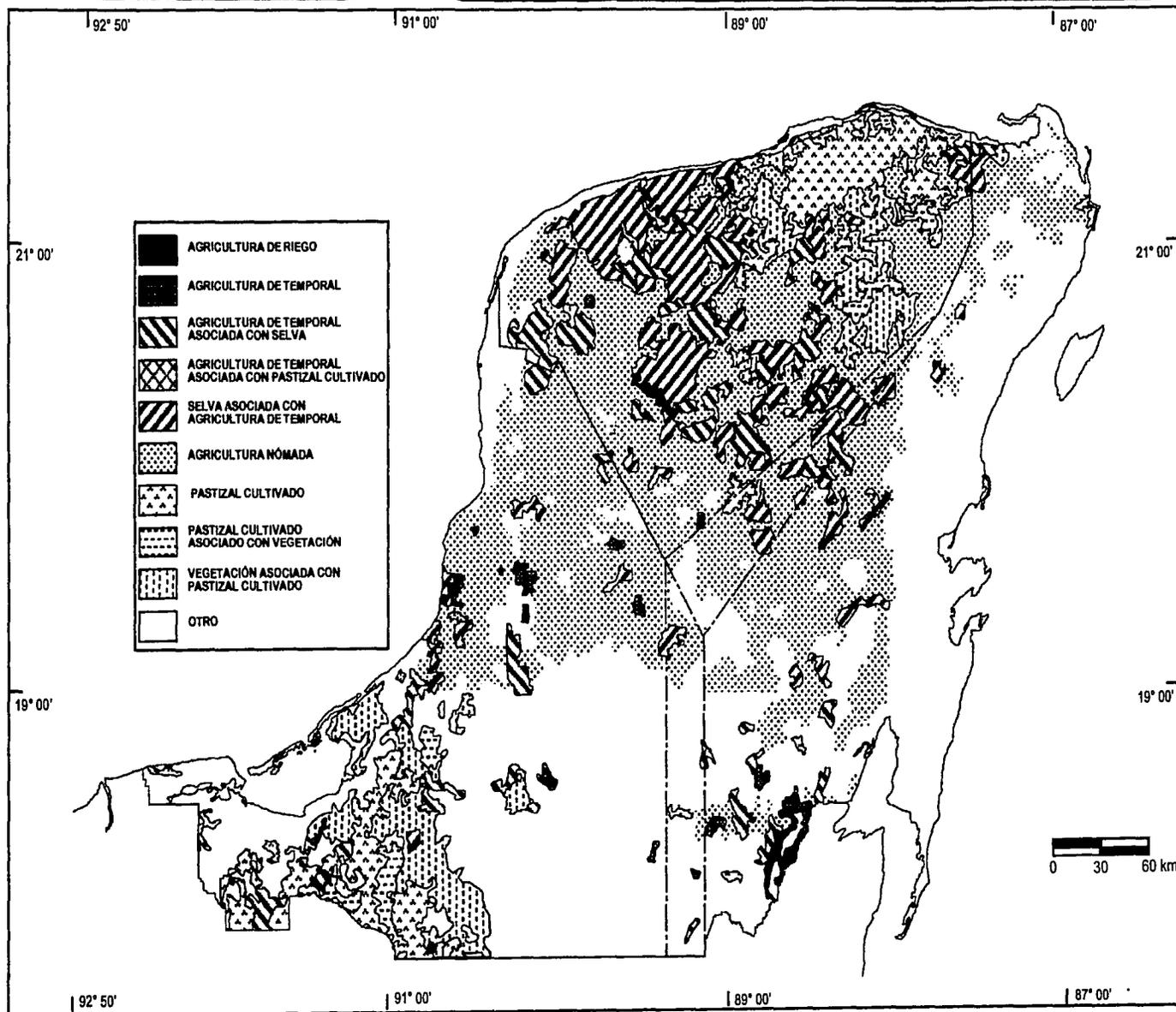
Mapa 1. Mapa de la Península de Yucatán. Tomado de García A., J. Córdoba (1999). Mapa de la Península de Yucatán. Laboratorio de Análisis Cartográfico CINVESTAV-Mérida/ Laboratorio de Cartografía Univ. Complutense. (escala original 1:1,200,000).



Mapa 2. *Uso de suelo de la década de 1970.* Sabido et al. (1999). Tomado del Atlas de Procesos territoriales de Yucatán. (escala original de la fuente: 1:3,000,000).



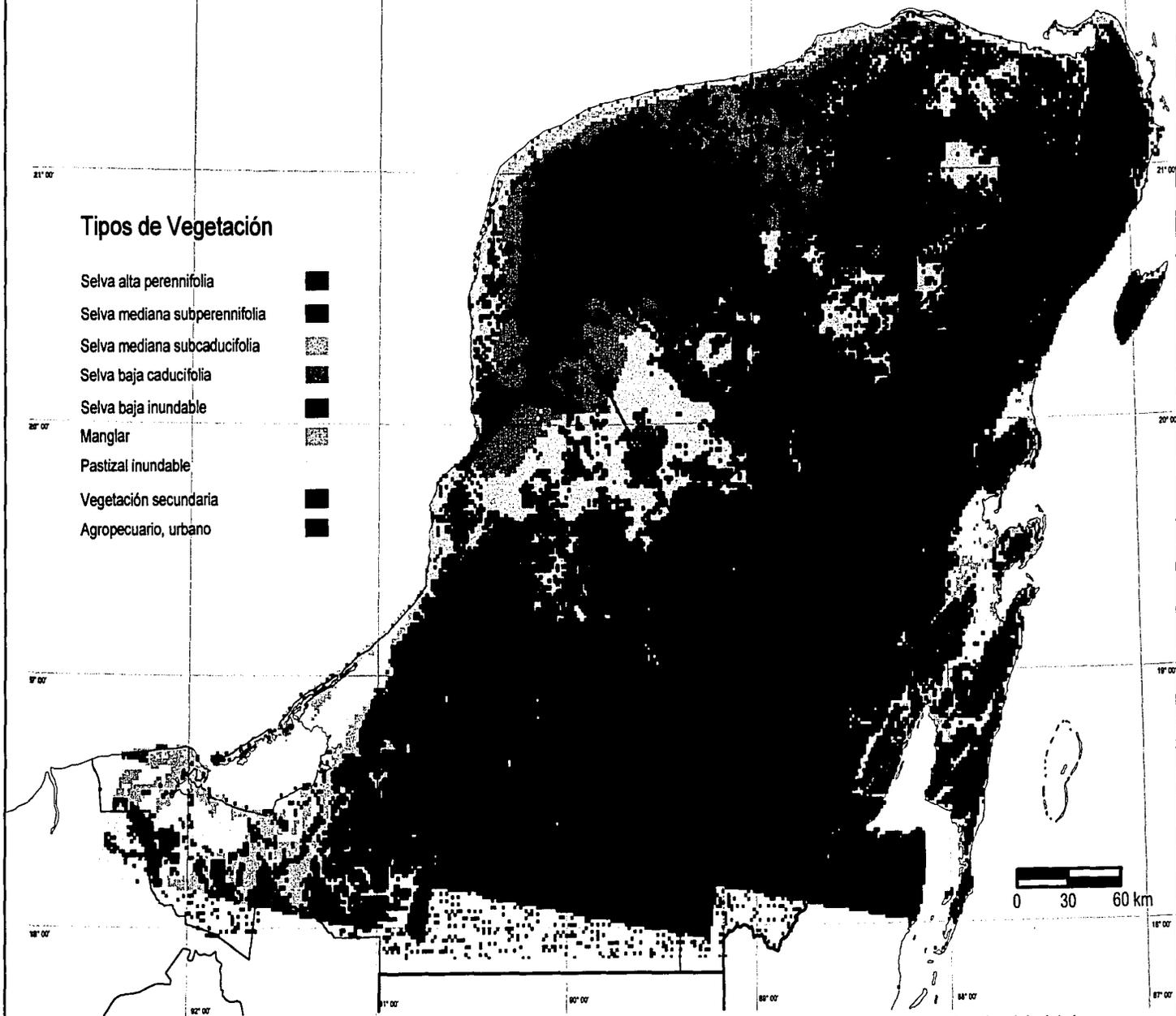
Mapa 3. *Uso de suelo* de las décadas de 1980. Sabido et al. (1999). Tomado del Atlas de Procesos territoriales de Yucatán (escala original de la fuente: 1:3,000,000).



Mapa 4. *Uso agrícola del suelo* de 1995. Xix G. (1999) Tomado del Atlas de Procesos territoriales de Yucatán (escala original de la fuente: 1:3,000,000).

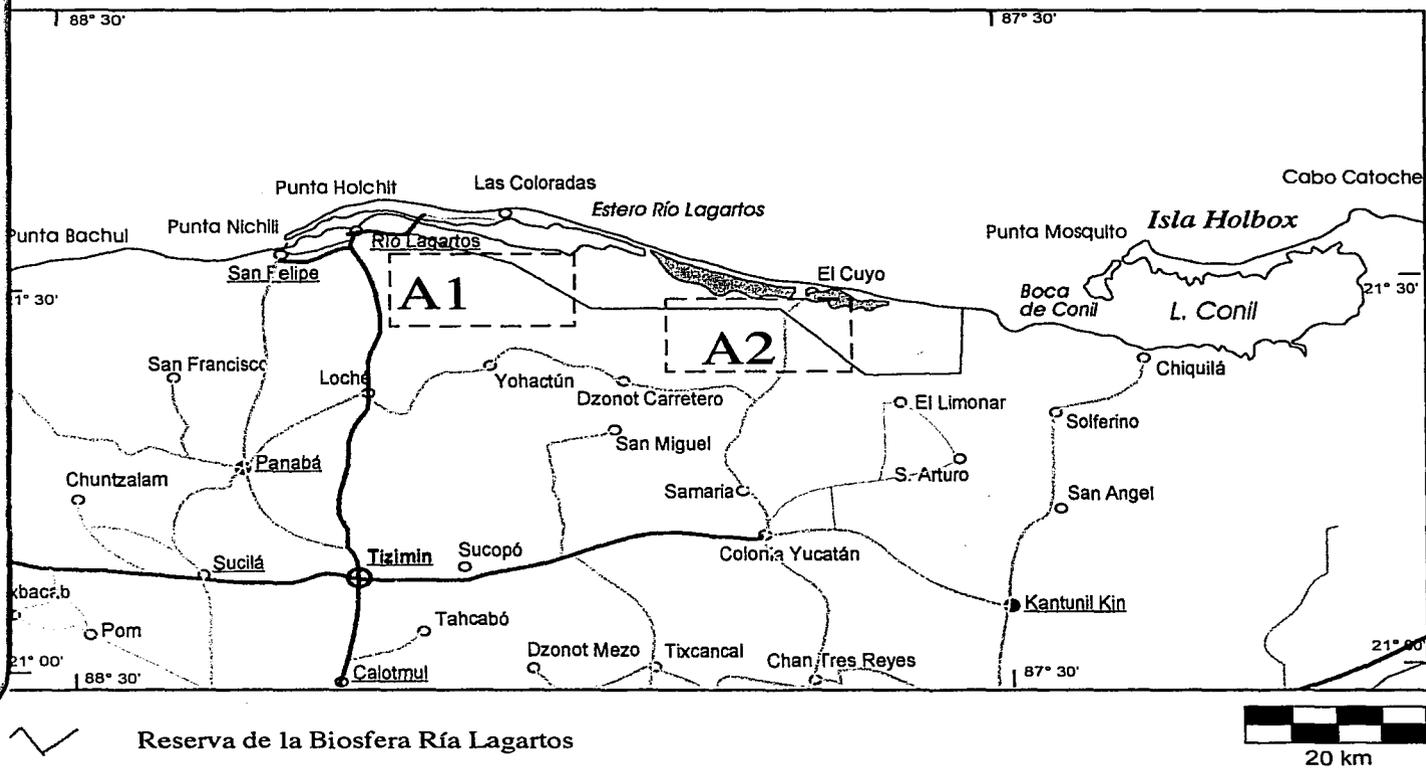
Tipos de Vegetación

- | | |
|-------------------------------|---|
| Selva alta perennifolia | ■ |
| Selva mediana subperennifolia | ■ |
| Selva mediana subcaducifolia | ■ |
| Selva baja caducifolia | ■ |
| Selva baja inundable | ■ |
| Manglar | ■ |
| Pastizal inundable | ■ |
| Vegetación secundaria | ■ |
| Agropecuario, urbano | ■ |

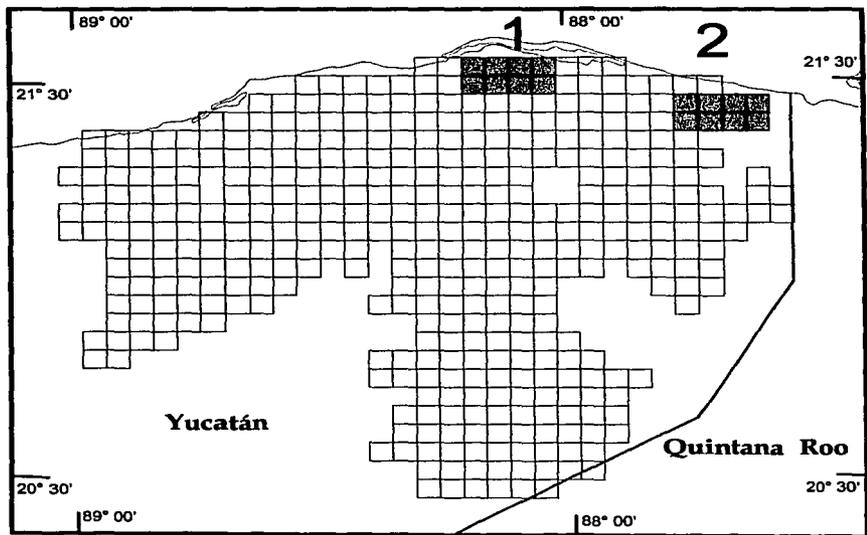


Mapa 5. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. González et al. (1999). Tomado del Atlas de Procesos territoriales de Yucatán (escala original de la fuente: 1:1,200,000).

35



Mapa 6. Localización de las áreas de estudio en la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos.



Mapa 7. Localización de las dos zonas de estudio de la Reserva de la Biosfera de Río Lagartos, dentro de la región ganadera del noreste de Yucatán.



RESULTADOS

Condición y perspectiva actual de la actividad ganadera en la Península de Yucatán

La revisión bibliográfica y estadística así como el trabajo de campo prospectivo permitieron observar que las condiciones productivas de la ganadería bovina descritas por Segura (1980) en el estado de Yucatán no han variado sustantivamente, es decir, que no se han implementado los cambios necesarios para la transformación esencial de su práctica, pues en su mayor parte continúa realizándose de una manera completamente extensiva, generando escasos o nulos rendimientos y constituyéndose como la principal amenaza para la conservación de los ecosistemas. A su vez, en el estado de Campeche, Sales (1996) menciona que la mayor parte de la ganadería bovina se realiza de manera extensiva, sin manejo de los hatos y con ausencia casi total de controles sanitarios, dedicada predominantemente a la producción de becerros de engorda.

La información estadística muestra que el crecimiento de esta actividad productiva ha presentado un incremento constante (ver Cuadro 15) a pesar de los altibajos y las crisis que ha sufrido, y esta tendencia amenaza con mantenerse o incluso acelerarse debido a las condiciones políticas y socioeconómicas actuales (Villafuerte 1993). Estas condiciones están fomentando el abandono de la agricultura en busca de actividades más rentables, favoreciendo al sector ganadero privado, quien se encuentra con mejores oportunidades para extender sus explotaciones.

Actualmente existen en la Península algunas explotaciones ganaderas que poseen una mayor infraestructura productiva y que claramente se ubican dentro de una práctica intensiva de alto nivel tecnológico; también existen programas oficiales de crédito enfocados a fomentar la intensificación de la ganadería de pequeños productores; pero éstas grandes explotaciones representan un porcentaje mínimo del total de los productores ganaderos, y los apoyos oficiales sólo alcanzan para un pequeño número de productores²².

Los grandes productores tienen una presencia importante en las finalidades de explotación de engorda (producción de carne) y de producción de pies de cría dentro del proceso productivo bovino; pero en cuanto a la ocupación del territorio, el grueso del sector está representado por los denominados *pequeños productores*, los cuales practican la ganadería bovina con mínimos recursos, enfocándose a la producción de becerros y a la engorda. Estas consideraciones no excluyen la

²² Para darse una idea de las proporciones, en entrevistas con funcionarios de Desarrollo Rural y de la SAGAR del estado de Yucatán, se mencionó que en este estado se tienen registrados sólo 44 grandes productores y que los apoyos para los pequeños productores cubren aproximadamente al 15% de ellos.

consideración de que los grandes productores son un factor importante en la conversión del suelo a uso ganadero, asunto que será discutido más adelante.

Dentro del sector pecuario, la categoría de *pequeños productores* se le asigna a quienes poseen un hato bovino menor de cien cabezas en ranchos de entre 24 y poco más de 100 hectáreas; en esta categoría se agrupa tanto a los productores que se originaron dentro de la estructura ejidal²³ como a los particulares que invirtieron en esta actividad de manera individual. Esta categoría puede resultar heterogénea en muchos casos, pues existen productores que poseen una mayor capacidad de inversión debido a que se iniciaron en la actividad con un capital proveniente de una actividad o profesión ajena a la ganadería, condición que les permite, en muchos casos, acceder a un mejor nivel de producción y de obtención de rendimientos. Es frecuente que los ganaderos de origen ejidal se asocien entre ellos para manejar su ganado de manera conjunta.

El grueso de estos productores aún realiza una ganadería extensiva pues mantiene prácticas productivas y tiene carencias muy similares de aquella ganadería descrita hace veinte años en el estado de Yucatán. Entre las principales problemáticas a las que se enfrentan estos productores se encuentran: las inadecuadas condiciones ambientales en donde se desarrolla esta actividad; la poca disponibilidad de capital para invertir en sus explotaciones y la falta de una cultura extendida y capacitación para el manejo eficiente del ganado. A continuación se detallarán algunas de estas consideraciones: las razas cebuínas de ganado y las cruzas de estas con encastes europeos fueron introducidas hace tiempo, pero muchos productores tienen en sus hatos cruzas de ganado criollo con cebú, lo que les impide tener mejores rendimientos en la producción de carne y una mayor calidad; muchas de las instalaciones para el manejo del ganado tienen una infraestructura precaria o insuficiente y la asistencia veterinaria es poco frecuente, sólo son comunes las actividades sanitarias.

Los pastizales cultivados ocupan una proporción menor del 50% de la superficie dedicada al pastoreo²⁴; el resto está cubierto por vegetación secundaria (*hubchés*) que también es utilizada para alimentar a los animales, la cual no posee especies comestibles suficientes para alimentar

²³ Estos productores provienen de organizaciones y cooperativas ejidales que recibieron créditos para invertir en la ganadería bovina, las cuales, por corrupción o por quiebra ante el aumento de las tasas de interés, desaparecieron; una parte de los productores siguió practicando esta actividad y otra parte vendió sus tierras y la abandonó.

²⁴ De acuerdo a datos proporcionados por la delegación estatal de SAGAR, en Yucatán el 46% de la superficie de pastoreo está compuesta por pastizales cultivados y el resto por vegetación secundaria. En Campeche, de acuerdo a las estadísticas oficiales, sólo el 42% de la superficie dedicada a la ganadería está ocupada por pastizales cultivados.

adecuadamente al ganado. La carencia de pastizales cultivados suficientes provoca que los potreros sean sobre-pastoreados y que se pierdan completamente si no se les maneja adecuadamente, pues las condiciones del suelo son pobres en muchos de ellos. Esta insuficiencia también provoca que el tiempo de engorda para la producción de carne se duplique o triplique²⁵.

Los sistemas de riego y fertilización son escasos, por lo que los pastos introducidos que se cultivan son de temporal y se enfrentan a una larga época de sequía, en la cual el productor tiene que agregar suplementos a la alimentación del ganado. Las especies de pastos de temporal más utilizadas son: Guinea (*Panicum maximum*); Estrella de África (*Cynodon plectotachyus*); Jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y Buffel (*Pennisetum ciliare*).

Los índices de agostadero²⁶ dependen en gran medida de las condiciones de humedad y lluvia de la región en donde se localice la explotación. En una región como la del oriente de Yucatán, por ejemplo, las pobres condiciones de los potreros provocan que los índices de agostadero sean muy bajos; dependiendo si se trata de un pastizal cultivado de temporal o de una superficie de vegetación secundaria; los índices pueden variar desde 2 ha/unid.animal/año hasta 6 u 8 ha/unid.animal/año. En la región ganadera especializada del suroeste de Campeche las condiciones de humedad y lluvia son mejores para el desarrollo de los pastizales cultivados, sin embargo, éstos conforman sólo el 42% de las áreas dedicadas a la ganadería, además de presentar una problemática similar a la que se menciona. Cuando un productor de esta categoría puede instalar un sistema de riego, los índices de agostadero pueden aumentar hasta 0.5 ha/unid.animal/año o más, dependiendo del manejo que se le dé al pastizal y al ganado.

Estas características predominan en las explotaciones de los *pequeños productores* y provocan el bajo e incluso nulo rendimiento de su ganadería. La situación actual de la producción pecuaria extensiva, descapitalizada y de bajos rendimientos, se enfrenta además a la liberalización del mercado norteamericano de la carne, pues a raíz del tratado comercial norteamericano, la importación de carne de res aumentó cinco veces durante el sexenio pasado (La Jornada, 2/V/00); Villafuerte *et al.* (1993) menciona que el aumento de las importaciones en el mercado de la carne

²⁵ En una explotación tecnificada, el tiempo de engorda de un becerro puede ser de 8 meses, mientras que el período de engorda de los pequeños productores oscila entre 12 y 24 meses.

²⁶ El índice se representa como *unidad animal/ha/año* o como *ha/unidad animal/año*, y determina la capacidad de carga animal que puede soportar una hectárea de terreno para la alimentación del ganado. De acuerdo a Toledo (1985), el promedio del índice de agostadero para el trópico seco y húmedo se calcula en 1.20 ha/u.a./año; mientras que en el norte del país con un clima mucho más seco, se encuentran en 6.9 ha/u.a./año.

fomenta la ganadería extensiva, pues ante la incapacidad de producir carne competitivamente, la única vía para la subsistencia de los pequeños productores es producir becerros para engorda, actividad esencialmente extensiva²⁷.

Superficie ganadera peninsular, estatal y municipal de 1974-75, 1981 y 1995

La estimación de la superficie ocupada por la ganadería bovina durante el período estudiado, se determinó a partir de los mapas de *Uso de suelo década de 1970* (Sabido *et al.* 1999), *Uso del suelo década de 1980* y *Uso agrícola 1995* (Xix 1999). Los cuadros 1 a 4 presentan los cálculos de la superficie ganadera obtenidos a través del *software TNTmips*, los cuales son el resultado de la medición directa del área representada en los mapas respectivos.

En las mediciones realizadas con *TNTmips* se reportaron dos estimaciones para el año 1995: *1995a* y *1995b*, tanto en el área peninsular como en las áreas estatales. La cuantificación denominada *1995a* es una estimación del área ocupada por la ganadería basada en la suma de los porcentajes cobertura asignados a cada categoría del mapa, tal como se explicó en la metodología. Mientras que la cuantificación *1995b* corresponde a la extensión total de los polígonos correspondientes a pastizales en el mapa original, sin asignarles ningún porcentaje proporcional de cobertura, es decir, la suma total de los polígonos de *pastizal cultivado*, *pastizal cultivado-vegetación* y *vegetación-pastizal cultivado*. La primera estimación (1995a) es un intento de obtener una cifra más aproximada de la cobertura real, mientras que la segunda (1995b) es la cuantificación del área total de influencia de la actividad ganadera.

Cuadro 1. Superficie ganadera en la Península de Yucatán, 1974-1995. Superficie peninsular total: 15,088,508 ha.

Período	Superficie ganadera (ha)	Cobertura de la Península (%)	Tasa de Crecimiento (%)**
1974	413,770.6	2,74	
1981	536,073.1	3,55	4.22
1995a	1,198,737.0	7,94	8.82
1995b*	1,798,692.0	11,92	16.82

* Área de influencia de la ganadería bovina.

** Estimado como porcentaje de crecimiento anual.

Fuente: Mapas de uso del suelo y uso del suelo agrícola del Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

²⁷ . En el norte del país la producción de becerros para engorda se dirige esencialmente hacia la zona sur de Estados Unidos, mientras que la producción de becerros en las regiones tropicales de México se orienta a satisfacer el mercado del centro del país.

En las estimaciones de las superficies estatales dedicadas a la ganadería bovina (Cuadro 2), el cálculo obtenido en el estado de Campeche para el período de 1970 no muestra la lógica de crecimiento de la superficie observada en los dos siguientes períodos, en donde parecería que la superficie ganadera hubiera sufrido una reducción importante hacia el período de 1980, hecho que no corresponde con la estadística, con la bibliografía consultada ni con la tendencia observada en el resto de la Península.

Cuadro 2. Superficie ganadera en el estado de Campeche, 1974-1995. Superficie estatal total: 5,685,884 ha.

<i>Período</i>	<i>Superficie ganadera (ha)</i>	<i>Cobertura Estatal (%)</i>	<i>Crecimiento Estimado por período** (%)</i>
1974	236,045.0	4.15	-
1981	160,848.4	2.83	-31.86
1995a	568,910	10.01	18.12
1995b*	910,464.3	16.01	33.28

* Área de influencia de la ganadería bovina.

** Estimado como porcentaje de crecimiento por el período correspondiente.

Fuente: Mapas de uso del suelo y uso del suelo agrícola del Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

Como hipótesis para explicar esta inconsistencia consideramos que podría deberse a la diferencia entre las fuentes originales a partir de las cuales se realizaron los mapas utilizados en este análisis; pues la fuente del mapa de la década de los 70' fue realizada por una institución diferente a la que realizó los mapas posteriores; los diferentes criterios de clasificación utilizados en cada uno y el distinto nivel de detalle utilizado podrían ser la causa de la incompatibilidad observada.

Cuadro 3. Superficie ganadera en el estado de Quintana Roo, 1974-1995. Superficie estatal total: 5,084,300 ha.

<i>Período</i>	<i>Superficie ganadera (ha)</i>	<i>Cobertura Estatal (%)</i>	<i>Crecimiento Estimado por período** (%)</i>
1974	9,614.6	0.18	-
1981	13,628.4	0.26	5.96
1995a	22,260.0	0.43	4.52
1995b*	22,259.5	0.43	4.52

* Área de influencia de la ganadería bovina.

** Estimado como porcentaje de crecimiento por el período correspondiente.

Fuente: Mapas de uso del suelo y uso del suelo agrícola del Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

Cuadro 4. Superficie ganadera en el estado de Yucatán, 1974-1995. Superficie estatal total: 4,318,324 ha.

<i>Período</i>	<i>Superficie ganadera (ha)</i>	<i>Cobertura Estatal (%)</i>	<i>Crecimiento Estimado por período** (%)</i>
1974	187,665.4	4,35	-
1981	361,596.4	8,37	13.24
1995a	607,567	14,06	4.86
1995b*	865,968.1	20,05	9.96

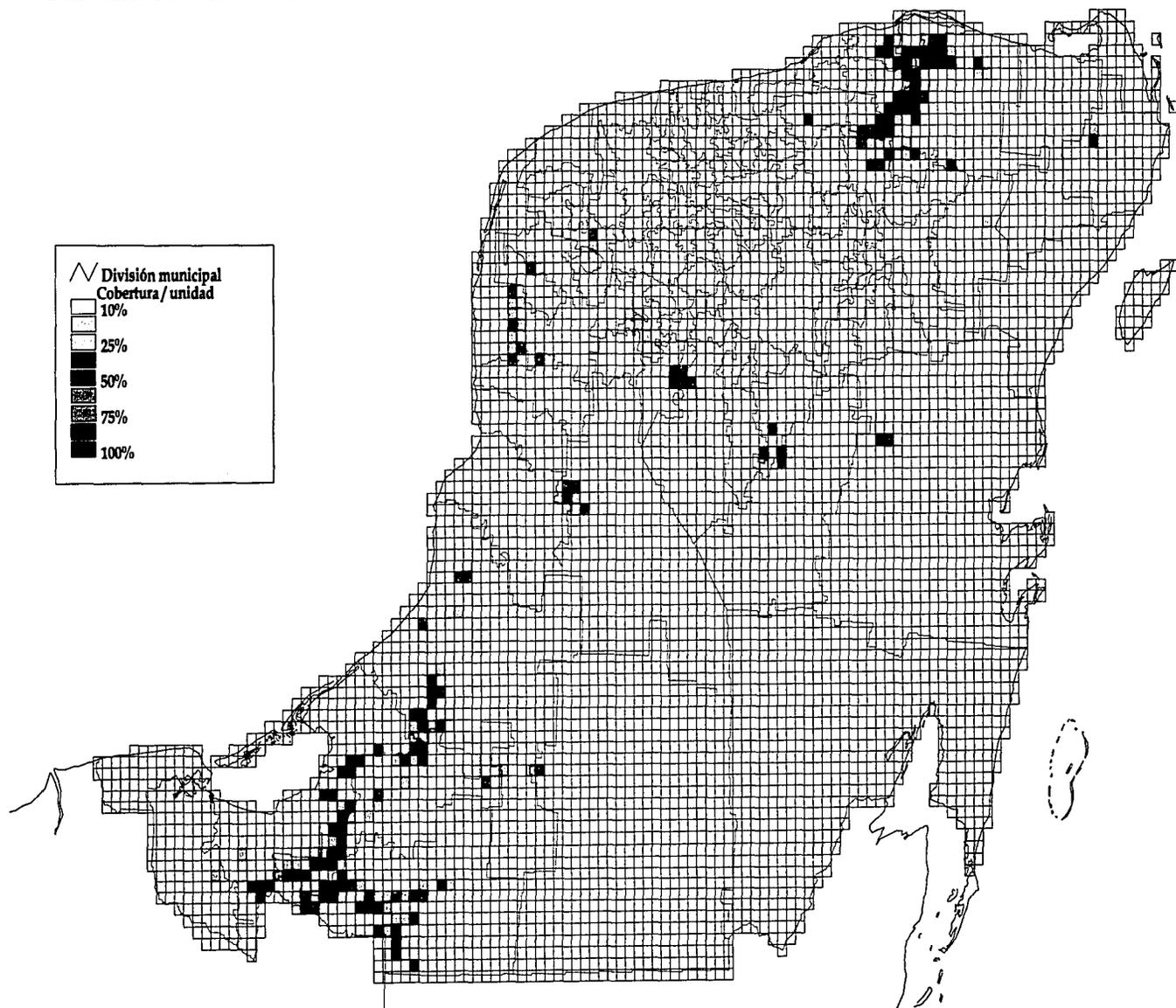
* *Área de influencia de la ganadería bovina.*

** *Estimado como porcentaje de crecimiento por el período correspondiente.*

Fuente: Mapas de uso del suelo y uso del suelo agrícola del Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

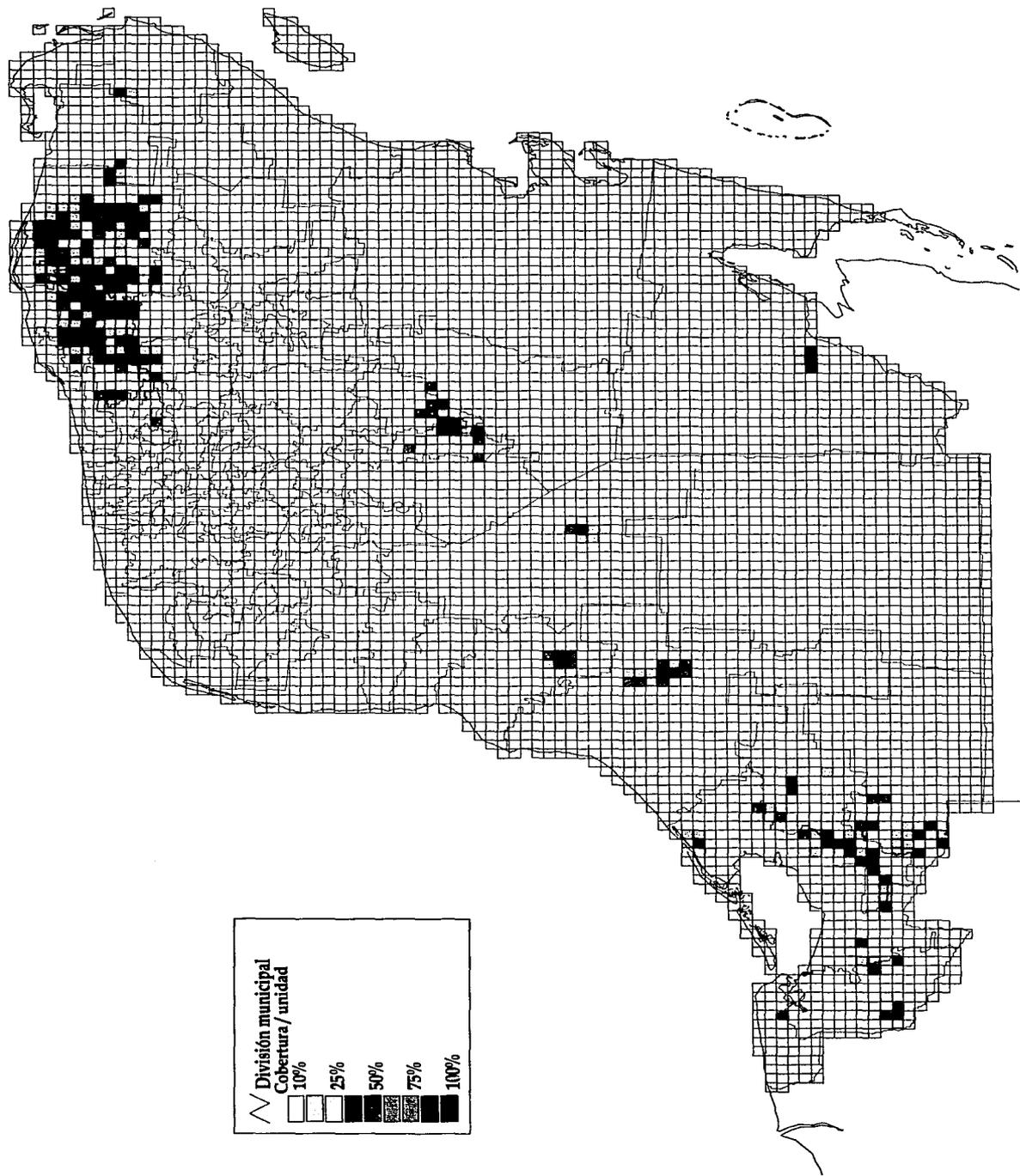
Los mapas 8, 9 y 10 se elaboraron tomando como base la información de los mapas de *Uso de suelo década de 1970*, *Uso de suelo década de 1980* y *Uso agrícola de 1995*. Representan la distribución y la concentración de la actividad ganadera bovina en la Península de Yucatán durante los tres períodos estudiados; el nivel de detalle está dado por la cuadrícula de 25 km².

Ganadería bovina - 70s



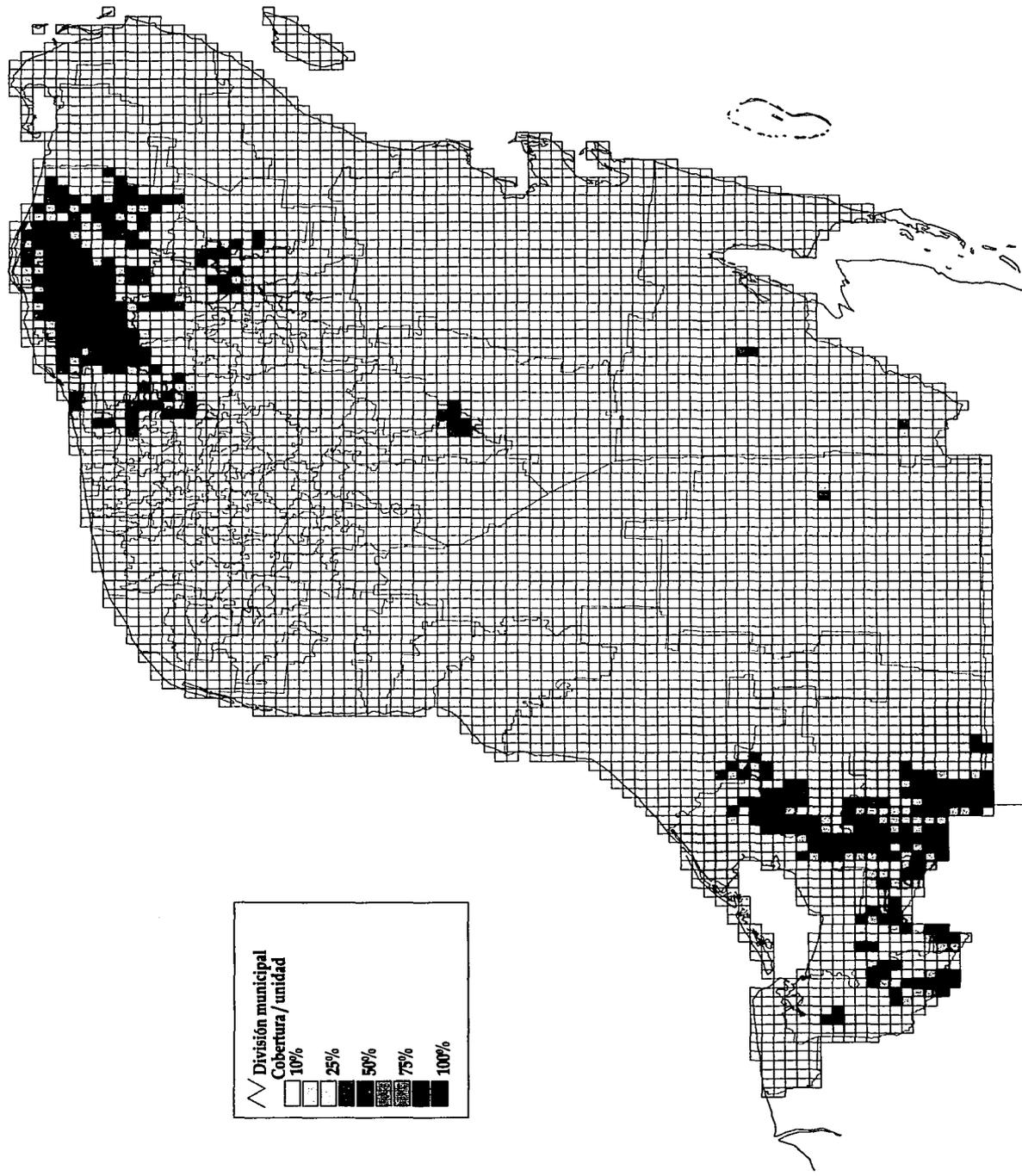
Mapa 8. Ganadería bovina en la década de los 70'.

Ganadería bovina - 80s

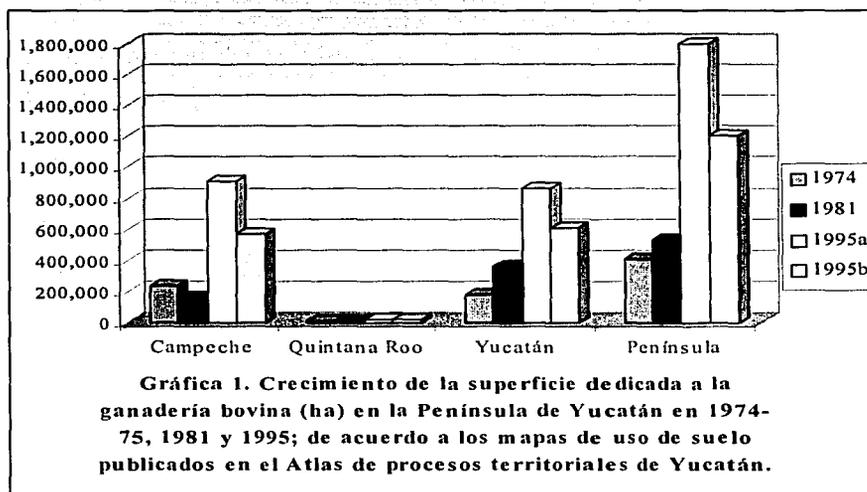


Mapa 9. Ganadería bovina en la década de los 80'.

Ganadería bovina - 1995



Mapa 10. Ganadería bovina en 1995.



Superficie ganadera municipal y regiones de especialización ganadera

La base de datos municipal asociada a la retícula permitió contabilizar la superficie ganadera por municipio en cada estado (ver cuadros 5, 6 y 7), además de analizar en detalle el crecimiento de esta superficie.

Desde la década de los setenta ya se distinguían en la Península dos regiones especializadas en la ganadería bovina, las cuales han concentrado la mayor cantidad de pastizales cultivados y de cabezas de ganado; estas regiones se localizan al noreste del estado de Yucatán y al suroeste del estado de Campeche. Además de éstas, se fueron desarrollando otras pequeñas zonas que concentran cierto nivel de actividad ganadera, las cuales podrían considerarse regiones secundarias, una de éstas se localiza al sur de Yucatán. En los cuadros 8 y 9 se presenta el crecimiento ganadero en los municipios que actualmente conforman dichas regiones.

Cuadro 5. Superficie dedicada a la ganadería bovina por municipio del estado de Campeche, en el período 1974-1995.

74-75'	ha	81'	ha	95'	ha
Candelaria	59,427.8	Candelaria	35,267.9	Candelaria	212,995.9
Carmen	42,765.8	Carmen	28,603.1	Carmen	104,415.2
Escárcega	67,758.8	Escárcega	45,820.5	Escárcega	131,074.4
Calakmul	3,054.7	Calakmul	0	Calakmul	5,276.3
Champotón	34,990.2	Champotón	22,216.0	Champotón	23,604.5
Hopelchén	8,331.0	Hopelchén	14,995.8	Hopelchén	0
Campeche	0	Campeche	1,943.9	Campeche	11,941.1
Palizada	0	Palizada	13,329.6	Palizada	45,820.5
Calkiní	17,217.4	Calkiní	0	Calkiní	0
Hecelchakán	2,499.3	Hecelchakán	0	Hecelchakán	0
Total	236,045.0	Total	162,176.8	Total	535,127.9

Fuente: Mapas de uso del suelo y uso del suelo agrícola del Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

Cuadro 6. Superficie dedicada a la ganadería bovina por municipio del estado de Quintana Roo, en el período 1974-1995.

74-75'	ha	81'	ha	95'	ha
Benito Juárez	3,610.1	Benito Juárez	4,165.5	Benito Juárez	0
Felipe Carrillo Puerto	4,165.5	Felipe Carrillo Puerto	0	Felipe Carrillo Puerto	0
José María Morelos	2,221.6	José María Morelos	1,666.2	José María Morelos	1,943.9
		Lázaro Cárdenas	11,108.0	Lázaro Cárdenas	10,830.3
		Othón P. Blanco	10,274.9	Othón P. Blanco	8,053.3
Total	9,997.2	Total	27,214.6	Total	20,827.5

Fuente: Mapas de uso del suelo y uso del suelo agrícola del Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

Cuadro 7. Superficie dedicada a la ganadería bovina por municipio del estado de Yucatán, en el período 1974-1995.

74-75'	ha	81'	ha	95'	ha
Akil	1,388.5	Akil	0	Akil	0
Buctzotz	3,054.7	Buctzotz	34,434.8	Buctzotz	37,489.5
Cacalchén	2,499.3	Cacalchén	9,719.5	Cacalchén	19,439.0
Calotmul	5,276.3	Calotmul	5,554.0	Calotmul	7,497.9
Chemax	2,499.3	Chemax	0	Chemax	0
Espita	14,440.4	Espita	4,998.6	Espita	17,495.1
Halachó	555.4	Halachó	0	Halachó	0
Kopomá	1,388.5	Kopomá	0	Kopomá	1,388.5
Maxcanú	4,443.2	Maxcanú	0	Maxcanú	0
Muna	1,943.9	Muna	0	Muna	0
Panabá	17,772.8	Panabá	60,260.9	Panabá	74,979.0
Peto	9,441.8	Peto	11,385.7	Peto	17,217.4
Río Lagartos	6,109.4	Río Lagartos	9,719.5	Río Lagartos	22,216.0

Continuación del cuadro 7					
74-75'	ha	81'	ha	95'	ha
<i>San Felipe</i>	9,997.2	<i>San Felipe</i>	8,886.4	<i>San Felipe</i>	24,437.6
<i>Santa Elena</i>	277.7	<i>Santa Elena</i>	0	<i>Santa Elena</i>	0
<i>Sucilá</i>	7,497.9	<i>Sucilá</i>	0	<i>Sucilá</i>	0
<i>Tekax</i>	3,610.1	<i>Tekax</i>	0	<i>Tekax</i>	0
<i>Ticul</i>	7,497.9	<i>Ticul</i>	0	<i>Ticul</i>	0
<i>Tizimín</i>	59,705.5	<i>Tizimín</i>	149,680.3	<i>Tizimín</i>	184,948.2
<i>Tzucacab</i>	2,221.6	<i>Tzucacab</i>	20,827.5	<i>Tzucacab</i>	8,331.0
		<i>Cenotillo</i>	14,162.7	<i>Cenotillo</i>	18,605.9
		<i>Chocholá</i>	3,610.1	<i>Chocholá</i>	555.4
		<i>Dzilam González</i>	10,274.9	<i>Dzilam González</i>	32,490.0
		<i>Dzoncahuich</i>	1,388.5	<i>Dzoncahuich</i>	7,497.9
		<i>Sucilá</i>	16,662.0	<i>Sucilá</i>	26,381.5
		<i>Tekal de V.</i>	1,943.9	<i>Tekal de V.</i>	7,220.2
		<i>Tepakán</i>	277.7	<i>Tepakán</i>	0
		<i>Tunkás</i>	277.7	<i>Tunkás</i>	14,162.7
		<i>Temax</i>	3,332.4	<i>Temax</i>	13,607.3
				<i>Cuncunul</i>	277.7
				<i>Chichimilá</i>	2,221.6
				<i>Dzidzantún</i>	277.7
				<i>Dzilam Bravo</i>	11,108.0
				<i>Izamal</i>	5,276.3
				<i>Sotuta</i>	833.1
				<i>Sudzal</i>	1,666.2
				<i>Tekom</i>	2,499.3
				<i>Temozón</i>	19,716.7
				<i>Tixcacalcupul</i>	1,943.9
				<i>Uayma</i>	555.4
				<i>Valladolid</i>	33,046.3
				<i>Yaxcabá</i>	6,387.1
Total	161,621.4	Total	367,397.1	Total	621,770.3

Fuente: Mapas de uso del suelo y uso del suelo agrícola del Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

Cuadro 8. Superficie (ha) y porcentaje de crecimiento de la ganadería bovina en los municipios que conforman actualmente la región ganadera del estado de Campeche, durante el período 1980-1995.

Municipio	81'	95'	% de crecimiento
<i>Candelaria</i>	35,267.9	212,995.9	504.0%
<i>Carmen</i>	28,603.1	104,415.2	265,0%
<i>Escárcega</i>	45,820.5	131,074.4	186,1%
<i>Palizada</i>	13,329.6	45,820.5	243,7%
Total	123,021.1	494,306,0	301.8%
<i>Resto de municipios</i>	39,155.7	40,821.9	4.3%

Fuente: Mapas de uso del suelo y uso del suelo agrícola del Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

Cuadro 9. Superficie (ha) y porcentaje de crecimiento de la ganadería bovina en los municipios que conforman actualmente las regiones ganaderas del estado de Yucatán, durante el período 1970-1995.

Municipio	74-75'	81'	% de crecimiento	95'	% de crecimiento
<i>Zona oriente</i>					
<i>Buctotz</i>	3,054.7	34,434.8	1000,3%	37,489.5	8,9%
<i>Calotmul</i>	5,276.3	5,554.0	5,3%	7,497.9	35,0%
<i>Cenotillo</i>	0	14,162.7	0	18,605.9	31,4%
<i>Dzilam Bravo</i>	0	0	0	11,108.0	0
<i>Dzilam González</i>	0	10,274.9	0	32,490.0	216,2%
<i>Espita</i>	14,440.4	4,998.6	-65,4%	17,495.1	250,0%
<i>Izamal</i>	0	0	0	5,276.3	0
<i>Panabá</i>	17,772.8	60,260.9	239,0%	74,979.0	24,4%
<i>Río Lagartos</i>	6,109.4	9,719.5	59,1%	22,216.0	128,6%
<i>San Felipe</i>	9,997.2	8,886.4	-11,12%	24,437.6	175,0%
<i>Sucilá</i>	7,497.9	16,662.0	122,2%	26,381.5	58,3%
<i>Tekal de Venegas</i>	0	1,943.9	0	7,220.2	271,4%
<i>Temax</i>	0	3,332.4	0	13,607.0	308,3%
<i>Temozón</i>	0	0	0	19,716	0
<i>Tizimín</i>	59,705.5	149,680.3	150,7%	184,948.2	23,6%
<i>Tunkás</i>	0	277.7	0	14,162.7	410,0%
<i>Valladolid</i>	0	0	0	33,046.3	0
<i>Lázaro Cárdenas*</i>	0	11,108.0	0	10,830.3	-2,5%
Subtotal	123,854.2	331,296.1	167.5%	561,507.5	69.5%
<i>Zona Sur</i>					
<i>Peto</i>	9,441.8	11,385.7	20,6%	17,217.4	51,2%
<i>Tzucucab</i>	2,221.6	20,827.5	837.5%	8,331.0	-60,0%
<i>José M. Morelos**</i>	2,221.6	1,666.2	-25,0%	1,943.9	16,7%
Subtotal	13,885.0	33,879.4	144.0%	27,492.3	-18.9%
Total	137,739.2	365,175.5	165.1%	588,999.8	61.3%
Resto de municipios	23,882.2	2,221.6	-90,7%	32,770.5	1375.1%

* El municipio de Lázaro Cárdenas pertenece al estado de Quintana Roo, pero su superficie ganadera se localiza muy cerca de la región oriente del estado de Yucatán, por lo que se le está considerando dentro de ésta última.

** El municipio de José María Morelos presenta un caso similar, ya que se localiza en Quintana Roo pero está muy vinculado a la región sur del estado de Yucatán. En su caso, la superficie ganadera es adyacente a la zona ganadera yucateca.

En el estado de Quintana Roo, el municipio Othón P. Blanco concentra una pequeña región especializada en ganadería, sin embargo el análisis cartográfico realizado muestra un crecimiento ínfimo, incluso una reducción de la superficie ganadera estatal, hecho que no corresponde con los datos estadísticos consultados. Este punto se discutirá en el apartado en donde se comparan los resultados obtenidos con la información estadística consultada de INEGI y de SAGAR.

Es importante destacar aquellos municipios que no se pueden asociar con ninguna región ganadera y que, sin embargo, tuvieron crecimientos importantes de superficie pecuaria (cuadro 10).

Cuadro 10. Municipios no asociados a ninguna región ganadera de la Península de Yucatán que presentaron crecimientos importantes en su superficie pecuaria (ha) en el período 1974-1995.

<i>Municipios del estado de Campeche</i>	<i>1974-75</i>	<i>1981</i>	<i>% de crecimiento</i>	<i>1995</i>	<i>% de crecimiento</i>
<i>Calakmul</i>	0	0	-	5,276.3	-
<i>Campeche</i>	0	1,943.9	-	11,941.1	514,3%
<i>Municipios del estado de Yucatán</i>					
<i>Cacalchén</i>	2,499.3	9,719.5	288,9%	19,439.0	100%
<i>Dzoncahuich</i>	0	1,388.5	-	7,497.9	440%
<i>Yaxcabá</i>	0	0	-	6,387.1	-

Fuente: Mapas de uso del suelo y uso del suelo agrícola del Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

Estimaciones de la actividad ganadera reportadas por INEGI (1995, 2000), IFN (Palacio *et al.* 2000) y el mapa de vegetación (Iturbe *et al.* 1999).

A pesar de la diversidad de metodologías y de las fuentes utilizadas en las estimaciones de la ocupación ganadera en la Península, se intentó realizar la comparación entre ellas, al confrontarlas con las estadísticas producidas por INEGI (1995, 1998 y 2000) y los resultados del Inventario Forestal Nacional 2000 (Palacio *et al.* 2000) y el mapa de vegetación del APTY (Iturbe *et al.* 1999). El común denominador de todas estas estimaciones, fue la tendencia ascendente de la actividad ganadera bovina en la Península durante el período estudiado.

El cuadro 11 presenta la superficie cultivada de pastizales en 1995 y 2000, de acuerdo a los anuarios estadísticos de INEGI.

Cuadro 11. Superficie de pastizales cultivados por estado 1995 y 2000. (INEGI 1998)

	<i>Superficie estatal (ha)</i>	<i>Superficie de pastizales cultivados (ha) 1995 y % de cobertura estatal o peninsular.</i>	<i>Superficie de pastizales cultivados (ha) 2000 y % de cobertura estatal o peninsular.</i>
<i>Campeche</i>	5,685,884	699,526 12.3%	797,802 14.03%
<i>Quintana Roo</i>	5,084,300	212,800 4.18%	233,781 4.59%
<i>Yucatán</i>	4,318,324	607,302 14.06%	487,405 11.28%
<i>Península</i>	15,088,508	1,519,628 10.07%	1,518,988 10.06%

Fuente: Anuarios estadísticos de 1995-1996 de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, INEGI y Anuarios estadísticos de 2000 de Campeche y Quintana Roo.

El dato de Yucatán ubicado en la columna de 2000 corresponde al año de 1998.

El cuadro 12 muestra los municipios que poseen una mayor cantidad de pastizales cultivados, de acuerdo a esta misma información de INEGI para el año de 1998. Debe tenerse en consideración que los municipios de Yucatán tienen un área mucho menor comparada con los de Campeche y Quintana Roo, de ahí que el margen para considerar un área importante de pastizales sea mucho menor en el primero.

Cuadro 12 Municipios con las mayores superficies de pastizales cultivados en la Península de Yucatán, 1998 (INEGI 1998).

<i>Campeche</i>	<i>ha</i>	<i>Quintana Roo</i>	<i>ha</i>	<i>Yucatán</i>	<i>ha</i>
<i>Calkiní</i>	4,350	<i>Felipe C. P.</i>	23,878	<i>Buctotz</i>	32,625
<i>Campeche</i>	27,545	<i>J. M. Morelos</i>	23,167	<i>Calotmul</i>	10,849
<i>Candelaria</i>	224,250	<i>Lázaro Cárdenas</i>	17,950	<i>Cenotillo</i>	25,990
<i>Carmen</i>	162,645	<i>Othón P. Blanco</i>	149,316	<i>Dzidzantún</i>	1,650
<i>Champutón</i>	123,230			<i>Dzilam Bravo</i>	3,710
<i>Escárcega</i>	169,024			<i>Dzilam González</i>	4,120
<i>Hopelchén</i>	11,300			<i>Distas</i>	1,620
<i>Palizada</i>	99,965			<i>Dzoncahuich</i>	2,935
				<i>Espita</i>	19,935
				<i>Hunucmá</i>	4,030
				<i>Kinchil</i>	3,460
				<i>Panabá</i>	52,738
				<i>Quintana Roo.</i>	1,534
				<i>Río Lagartos</i>	12,649
				<i>San Felipe</i>	21,294
				<i>Sucilá</i>	23,220
				<i>Temax</i>	4,645
				<i>Temozón</i>	30,779
				<i>Tizimín</i>	213,614
				<i>Tunkás</i>	7,351
Total	822,309	Total	214,311	Total	478,748

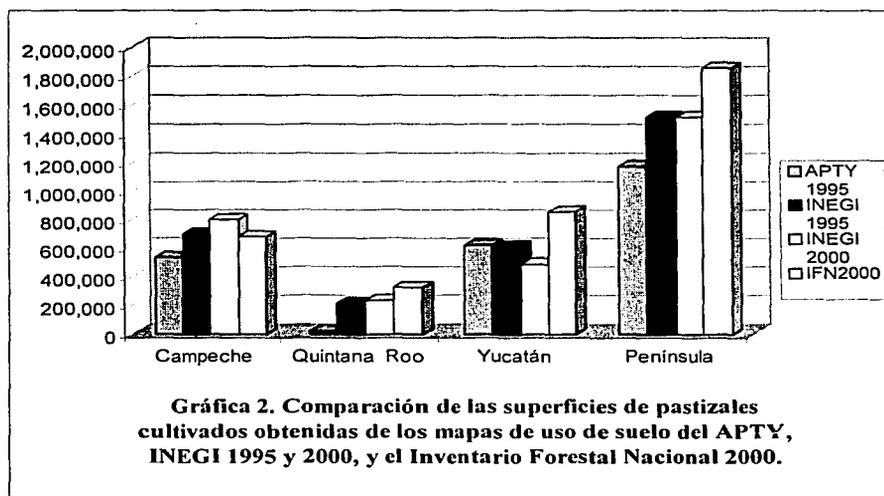
Fuente: Anuarios estadísticos estatales (INEGI 1998) de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

El *Inventario Nacional Forestal 2000* publicó los resultados de la investigación sobre el uso de suelo a escala nacional realizada a través de la interpretación de imágenes satelitales ETM-7. El cuadro 13 presenta las cifras de la extensión de los pastizales cultivados en la Península de Yucatán.

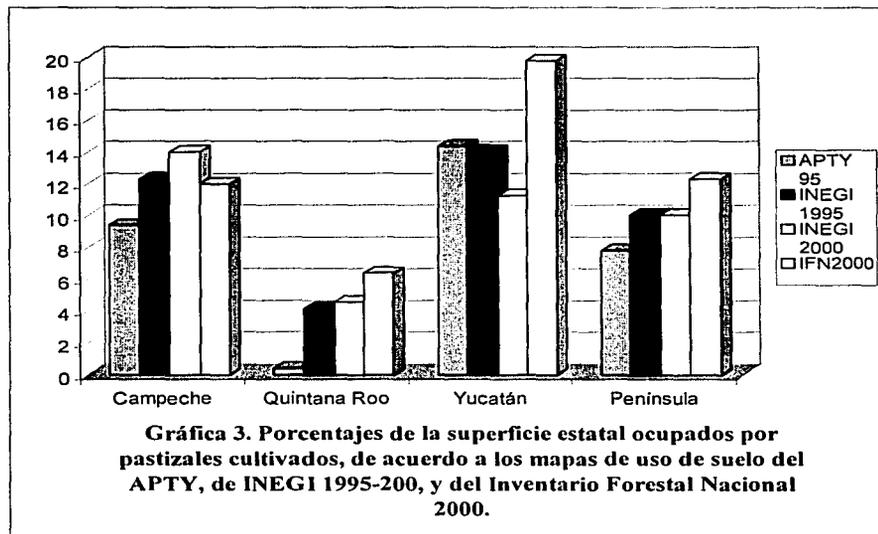
Cuadro 13. Superficie ocupada por pastos cultivados e inducidos* en los estados de la Península de Yucatán de acuerdo al Inventario Nacional Forestal 2000 (Palacio et al. 2000).

	<i>Superficie estatal (has)</i>	<i>Pastizales cultivados e inducidos (ha)</i>	<i>Porcentajes de cobertura</i>
<i>Campeche</i>	5,685,884	755,400	13.29%
<i>Quintana Roo</i>	5,084,300	330,800	6.5%
<i>Yucatán</i>	4,318,324	873,500	20.23
<i>Península</i>	15,088,508	1,959,700	12.98%

* La categoría de pastizales inducidos se refiere a pastizales ganaderos no cultivados directamente.



En la gráfica 2 se presentan las cifras obtenidas en las diferentes fuentes sobre la extensión de la cobertura de pastizales cultivados, y en la gráfica 3 el porcentaje de la cobertura estatal y peninsular que representan estas cifras.



Superficie ocupada por pastizales cultivados en las dos principales regiones ganaderas de la Península

Para intentar realizar una comparación entre los mapas de *tipos de vegetación* (González *et al.* 1999) y de *uso agrícola de suelo 1995* (Xix 1999), se decidió contabilizar únicamente las áreas de dichos mapas que podrían considerarse cubiertas sólo por pastizales cultivados dentro de las dos principales regiones de especialización ganadera. En el mapa de vegetación, estas áreas corresponderían a todas las superficies clasificadas como uso agropecuario localizadas en los municipios que conforman las regiones ganaderas del suroeste de Campeche y del noreste de Yucatán; y en el mapa de uso de suelo corresponderían a los polígonos del mapa clasificados como *pastizal cultivado*, localizados en los mismos municipios seleccionados. Los resultados se muestran en el cuadro 14.

Cuadro 14. Extensión y porcentaje de la superficie estatal que ocupan las áreas con cobertura total de pastizales cultivados en las principales regiones ganaderas de la Península, basados en el mapa de vegetación y el mapa de uso del suelo 1995.

<i>Regiones ganaderas</i>	<i>Superficie estatal (ha)</i>	<i>Mapa de tipos de vegetación (ha)</i>	<i>Mapa de uso agrícola del suelo (ha)</i>
<i>Suroeste de Campeche</i>	5,685,884	222,718.4 3.9%	415,790.6 7.3%
<i>Noreste de Yucatán</i>	4,318,324	203,831.8 4.7%	394,953.2 9.1%

Fuente: *Mapa de tipos de vegetación de González J. A. et al (1999) y Mapa de uso agrícola del suelo 1995 de Xix G. (1999).*

La superficie interpretada en el mapa de vegetación dentro de la categoría agropecuaria no comprende las áreas del territorio peninsular que están ocupadas por la actividad pecuaria desarrollada sobre vegetación secundaria, la cual constituye una proporción mayor a la de pastizales cultivados, de acuerdo a información proporcionada por las dependencias oficiales. Esto se debe a que la mayor parte de los potreros que son utilizados para el ganado están constituidos por áreas de vegetación perturbada, la cual sólo puede identificarse como vegetación secundaria en la escala en que se realizó el mapa. Esta característica debe considerarse en primera instancia para discutir la diferencia entre ambas estimaciones.

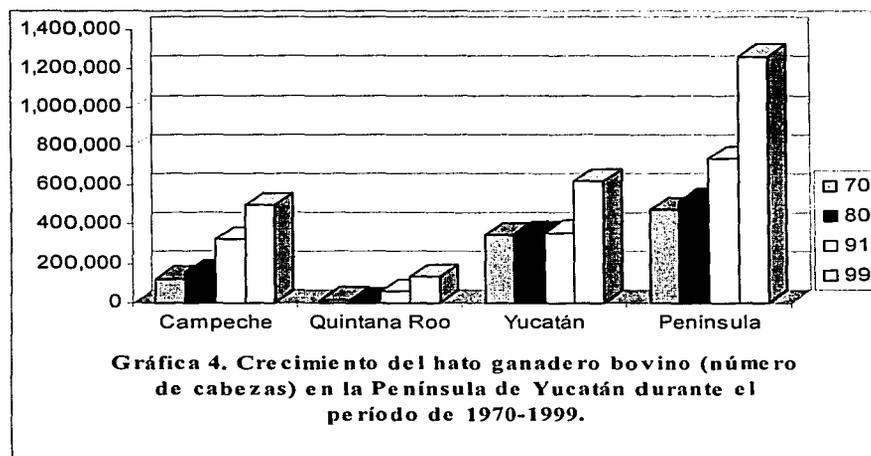
El número de cabezas puede utilizarse como un indicador directo del crecimiento de las actividades ganaderas, incluso de manera indirecta puede utilizarse para realizar una estimación de la superficie dedicada a la ganadería en cada región, a través de la proyección de esas cifras con los índices de

agostadero promedio para la zona. En el cuadro 15 se recopiló la información relativa al número de cabezas de ganado vacuno en cada estado, utilizando como fuente los anuarios estadísticos estatales, los censos agropecuarios e información de la SAGAR.

Cuadro 15. Número de cabezas y porcentaje de crecimiento del ganado bovino por Estado, en el período de 1970-1999.

	1970	1981	1991	1999
<i>Campeche</i>	122,960	159,245 29.5%	324,430 130.7%	501,037 54.4%
<i>Quintana Roo</i>	15,220	8,376 -45.0%	56,413 573.5%	135,820 140.8%
<i>Yucatán</i>	346,000	352,000 1.7%	359,837 2.2%	624,488 73.5%
<i>Península</i>	478,021	519,621 8.7%	740,680 42.5%	1,261,345 70.3%

Fuente: INEGI. Censos agropecuarios de 1970, 1981, 1991 y Anuarios estadísticos estatales del 2000.



Para los años setenta el censo agropecuario correspondiente proporciona la información detallada por municipio y para el 2000, los anuarios estadísticos estatales de INEGI. De todos los municipios pertenecientes a la Península, se seleccionaron aquellos que presentaron las mayores densidades de ganado bovino por superficie. Posteriormente, en una segunda selección se eliminaron aquellos municipios que no estaban en las regiones ganaderas reconocidas, pues es difícil que un municipio que no se encuentre en una región ganadera pueda poseer una extensión consolidada de pastizales que pueda considerarse en este estudio (ver cuadros 16, 17 y 18).

Cuadro 16. Número de cabezas y crecimiento del hato bovino en el estado de Campeche durante el período de 1970-1999, en los municipios que actualmente poseen la mayor cantidad de cabezas.

70'	No. de cabezas	1999'	No. de cabezas	Crecimiento
<i>Campeche</i>	6,425	<i>Campeche</i>	37,865	489.3%
<i>Carmen</i>	63,094	<i>Carmen*</i>	123,941	
-	-	<i>Candelaria*</i>	83,316	
-	-	<i>Escárcega*</i>	99,096	
		Total		385.5%
<i>Champotón</i>	7,574	<i>Champotón</i>	57,752	662.5%
<i>Palizada</i>	33,596	<i>Palizada</i>	70,073	108.6%

*El municipio de Carmen fue fraccionado para constituir los municipios de Candelaria y Escárcega.

Fuente: Censo agropecuario 1975 y Anuario estadístico 1999 del estado de Campeche.

El estado de Quintana Roo presentaba una ganadería bovina ínfima en la década de los setenta, con alrededor de 17,678 cabezas en todo el territorio; en la siguiente década incluso se observa una reducción del hato llegando a poco más de 8 mil cabezas y es para 1994 cuando se observa un crecimiento, como se ve en la tabla siguiente. Para 1999 se había reducido el hato en algunos municipios, sin embargo en Othón Blanco el crecimiento continúa en ascenso.

Cuadro 17. Número de cabezas y crecimiento del hato bovino en el estado de Quintana Roo durante el período de 1994-1999, en los municipios que actualmente poseen mayor cantidad de cabezas.

	No. de cabezas 1994	No. de cabezas 1999	Crecimiento
<i>José M. Morelos</i>	10,170	11,365	11.7%
<i>Othón P. Blanco</i>	76,482	106,539	39.3%

Fuente: Anuarios estadísticos de 1994 y 1999 del estado de Quintana Roo.

Cuadro 18. Número de cabezas y crecimiento del hato bovino en el estado de Yucatán en el periodo de 1970-1999, en los municipios que actualmente poseen mayor cantidad de cabezas.

	No. de cabezas 70'	No. de cabezas 1999	Crecimiento
<i>Región Oriental</i>			
<i>Buctzotz</i>	19,476	27,483	41.1%
<i>Cenotillo</i>	6,999	8,933	27.6%
<i>Calotmul</i>	0	6,587	-
<i>Chemax</i>	5,794	0	-
<i>Dzilam Bravo</i>	0	6,582	-
<i>Dzilam González</i>	5,994	16,664	178.0%
<i>Espita</i>	0	5,183	-
<i>Panabá</i>	25,197	50,414	100.0%
<i>Río Lagartos</i>	5,590	10,907	95.1%
<i>San Felipe</i>	11,479	25,780	124.6%
<i>Sucilá</i>	7,531	33,087	339.3%
<i>Temozón</i>	8,720	8,909	102.2%
<i>Tekal de Venegas</i>	0	5,597	-
<i>Tizimin</i>	52,822	210,127	297.8%
<i>Región Sur</i>			
<i>Peto</i>	0	5,821	-
<i>Tekax</i>	6,223	7,892	26.8%
<i>Tzucacab</i>	7,113	8,354	17.4%
<i>Otras regiones del estado de Yucatán</i>			
<i>Valladolid</i>	9,825	5,640	-42.6%
<i>Yaxcabá</i>	5,067	2,331	-54.0%
<i>Maxcanú</i>	5,668	5,879	3.7%
<i>Izamal</i>	0	7,322	-
<i>Sudzal</i>	0	5,952	-
<i>Uman</i>	0	5,640	-

Fuente: Censo agropecuario 1975 y Anuario estadístico 1999 del estado de Yucatán.

Impacto del crecimiento ganadero sobre el medio natural

Superficie de las áreas naturales protegidas de la Península ocupada por ganadería bovina

Del total de áreas naturales protegidas terrestres analizadas, cuatro se vieron afectadas por la ocupación pecuaria. Una de éstas, Ría Lagartos, tiene la categoría de reserva de la Biosfera y sustenta comunidades de manglar y de selva baja caducifolia de gran importancia por su biodiversidad, además de ser uno de los tipos de vegetación más afectados de la Península.

Cuadro 19. Superficie con actividad ganadera dentro de las áreas naturales protegidas en la Península de Yucatán.

<i>Áreas naturales protegidas</i>	<i>Superficie total (ha)</i>	<i>Superficie pecuaria (ha)</i>	<i>% de cobertura de la reserva</i>
<i>Dzilam</i>	60,000	10,274.9	17.12%
<i>Laguna de Términos</i>	485,000	21,660.6	4.47%
<i>Ría Lagartos</i>	75,000	18,050.5	24.07%
<i>Yum Balam</i>	87,500	1,388.5	1.59%

Fuente: Mapa de áreas naturales protegidas y de Uso de suelo agrícola 1995, Atlas de procesos territoriales de Yucatán.

Sobreposición de la superficie ganadera con el mapa de vegetación potencial de la Península (INEGI 1980)

Como se mencionó en la parte introductoria, la historia de la explotación de los recursos naturales en las regiones donde se asientan las zonas especializadas de la ganadería bovina ha sido muy diferente. En Campeche el surgimiento de la ganadería se derivó de una colonización dirigida en terrenos nacionales prácticamente deshabitados a partir de la década del sesenta del siglo pasado (Chías 1999), y su expansión se produjo como una continuación de las explotaciones ganaderas realizadas en Tabasco (Revel-Mouroz 1972). Por lo tanto, en términos de conservación de la biodiversidad, la mayor proporción del crecimiento de la ganadería bovina en esta región se puede interpretar como la pérdida neta de la vegetación natural que ocupaba dichos espacios.

En el oriente del estado de Yucatán la situación varía sustancialmente, pues la ganadería creció originalmente sobre las áreas explotadas por las compañías madereras de Colonia Yucatán (Franco 1989) y se fue expandiendo a costa de áreas ocupadas por vegetación natural pero también en gran medida, de las superficies explotadas por las actividades agrícolas de la población asentada en esta región. Por esta razón, en términos de biodiversidad, la expansión de la superficie ganadera en dicha región se debe interpretar como la sustitución de vegetación natural y de vegetación secundaria perteneciente al sistema de la milpa tradicional, por pastizales cultivados y por vegetación secundaria utilizada como potrero.

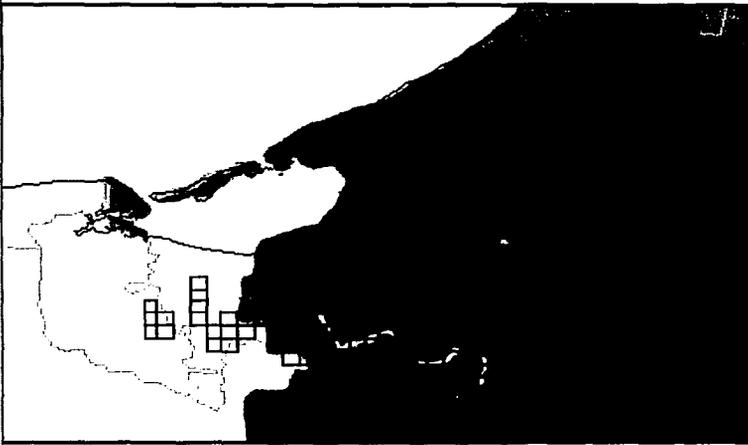
Con estos antecedentes se realizó la sobreposición de la distribución de la ganadería con la vegetación potencial, de manera que se evaluó en lo general, sobre qué tipo de vegetación natural o secundaria, pudo haberse dado esta expansión ganadera, dependiendo de las condiciones propias de cada zona de especialización.

En la región del suroeste de Campeche, la ganadería bovina se extendió, desde la década de los setenta, principalmente sobre la selva mediana subperennifolia (SMSP), en los municipios de Carmen, Escárcega Candelaria y una parte de Champotón. En Candelaria ha ocupado las áreas de distribución potencial de la selva alta perennifolia (SAP) y de la selva baja inundable (SBI). En el municipio de Carmen, la ganadería bovina se ha ubicado también al nordeste de la Laguna de Términos, dentro de los límites del área protegida del mismo nombre (ver Mapa 10).

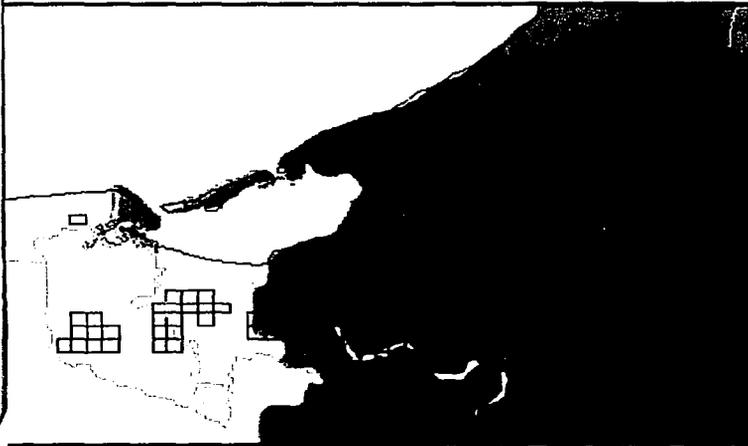
Ya en la década de los setenta la región ganadera del oriente de Yucatán estaba asentada completamente sobre la zona de distribución de la selva mediana subcaducifolia (SMSC), y una parte alcanzaba la distribución de la selva baja caducifolia (SBC) que se localiza en el municipio de Río Lagartos, hacia el norte. Para los ochenta, la zona de especialización ganadera se siguió extendiendo principalmente sobre la SMSC y alcanzó a ocupar una porción de la distribución de la SMSP al oriente del municipio de Tizimín y de la SBC hacia el oeste, en los municipios de Buctzotz y Cenotillo (ver Mapa 11).

En los noventa, la expansión de la zona ganadera especializada del oriente de Yucatán se extendió aún más sobre la SMSC, hacia el sur; al este en algunas porciones de la SMSP y al oeste y norte sobre la SBC. La expansión sobre la SBC localizada hacia el norte de esta región, afectó la distribución de esta selva ubicada en la reserva de Ría Lagartos; en la cual se han identificado numerosas especies endémicas de esta zona (Espadas y Durán 2000).

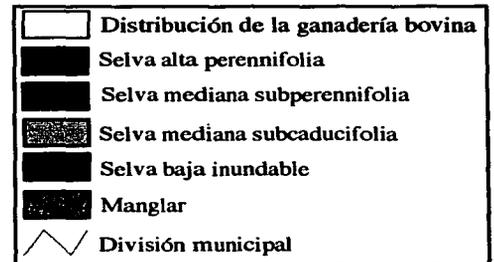
Década del 70



Década del 80



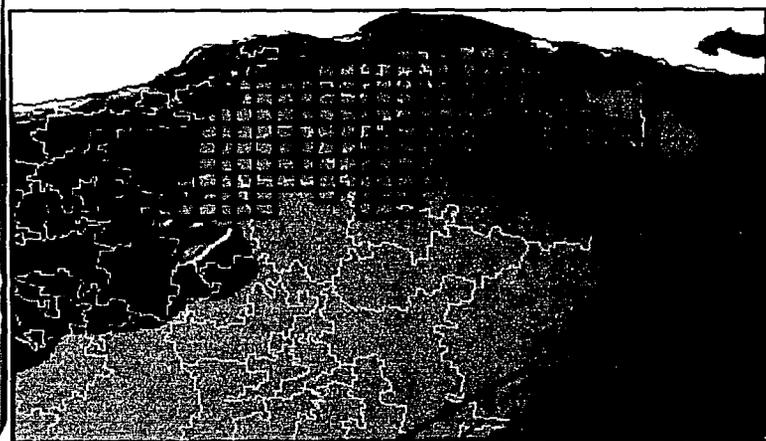
1995



Mapa 11. Sobreposición de la expansión de la ganadería bovina en el suroeste de Campeche sobre la vegetación potencial de la Península de Yucatán (INEGI, 1980 en González et al. 1999).



Década del 70



Década del 80



1995

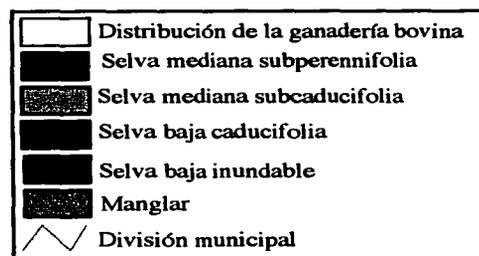


Figura 12. Sobreposición de la expansión de la ganadería bovina en el noreste de Yucatán sobre la vegetación potencial de la península de Yucatán (INEGI, 1980 en González et al. 1999).

Estudio de caso: Determinación de la tasa de deforestación y análisis del efecto de borde en la vegetación, en la zona limítrofe de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos durante el período de 1980-2000

En 1980, el área que se ubica directamente al sur del poblado de Río Lagartos (zona 1) presentaba el 50.1% (94.1 km²) de su superficie cubierta por actividades agropecuarias (con predominio pecuario) y el 49.9% (93.6 km²) por vegetación no perturbada y en regeneración; mientras que en 1984 el zona 2 (ubicada en la porción oriental de la reserva) poseía sólo el 32.2% (62.3 km²) de su superficie cubierta por actividades agropecuarias y el 67.8% (131.07 km²) por vegetación no perturbada y en regeneración (mapas 12 y 14). En el cuadro 20 se muestran los porcentajes de crecimiento de la superficie agropecuaria para cada zona de estudio y las tasas de deforestación anual respectiva, en cada período.

Cuadro 20. Crecimiento de la superficie agropecuaria y de la superficie deforestada en las áreas de estudio.

<i>Zona 1</i>	<i>Superficie agropecuaria (km²)</i>	<i>Crecimiento por periodo (%)*</i>	<i>Superficie cubierta por vegetación (km²)</i>	<i>Superficie vegetal perdida (%)</i>	<i>Tasa anual de deforestación</i>
1980	94.1	-	93.6	-	-
1984	106.8	13.5	81.7	12.7	0.034
1992	126.4	18.3	62.4	23.6	0.033
<i>Total del periodo</i>		34.3		33.3	0.033
<i>Zona 2</i>					
1984	62.3	-	131.1	-	-
2000	64.4	3.4	127.8	2.5	0.016

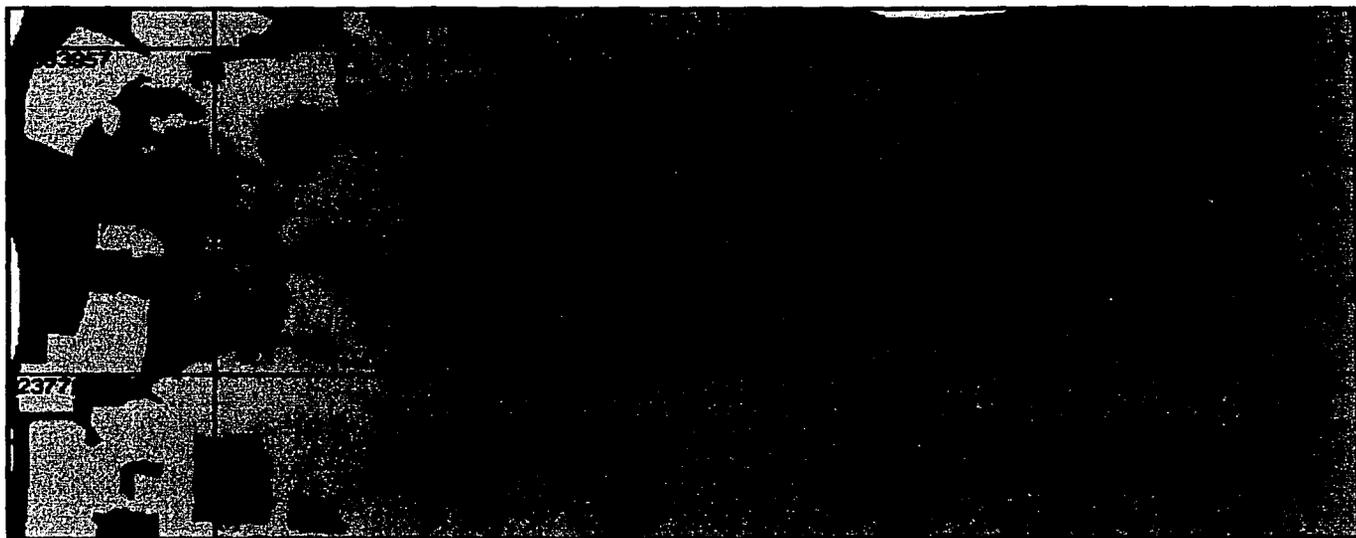
*Estimado como porcentaje de superficie agropecuaria

Los resultados del análisis del efecto de borde sobre la vegetación remanente, se presentan en el cuadro 21. En la zona 1, con un efecto de borde de 100 m sobre los parches de vegetación, el área con un hábitat no perturbado se reducía al 68% de la cobertura vegetal contabilizada originalmente. En la zona 2, la superficie no perturbada por el efecto de borde calculado a 100 m se redujo al 92% del área con la cobertura vegetal originalmente cuantificada. Se presenta también, como referencia, el cálculo de la cobertura vegetal tomando la longitud del efecto de borde en 300 m.

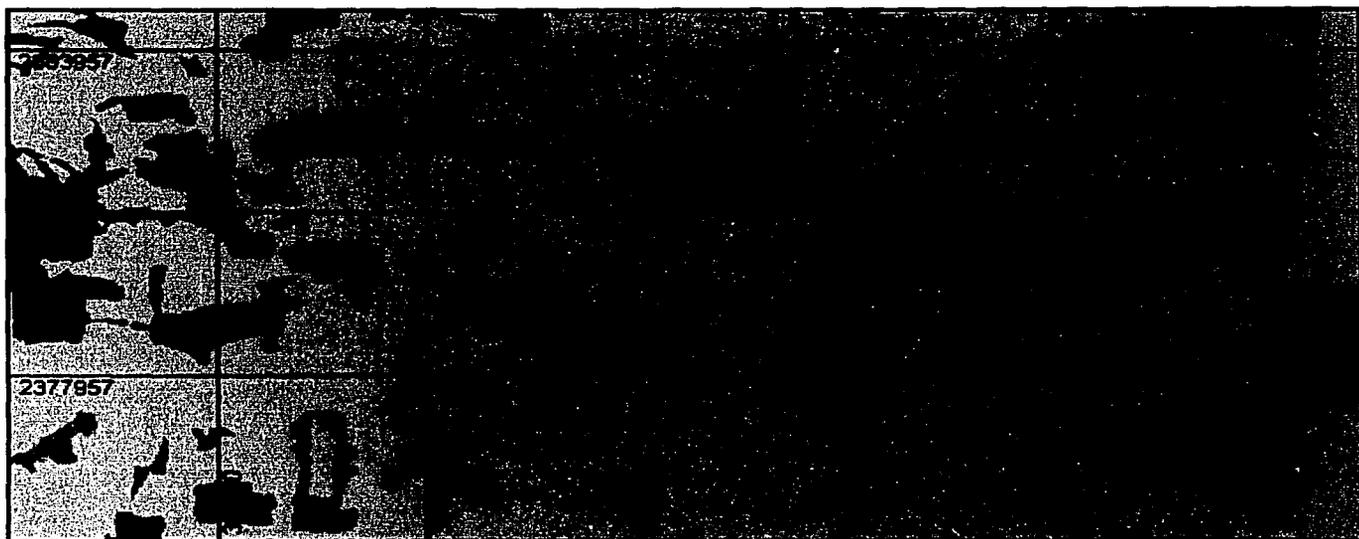
Cuadro 21. Superficie (km²) de vegetación natural y en regeneración de cada área de estudio con el criterio de efecto de borde.

Área 1	Vegetación natural y en regeneración 1980	Porcentaje que representa de la superficie original sin efecto de borde (%)	Vegetación natural y en regeneración 1992	Porcentaje que representa de la superficie original sin efecto de borde (%)
100m	64.14	68.5	32.33	51.80
300m	33.95	36.25	10.15	16.27
Área 2	Vegetación natural y en regeneración 1984	Porcentaje que representa de la superficie original sin borde (%)	Vegetación natural y en regeneración 2000	Porcentaje que representa de la superficie original sin borde (%)
100m	120.68	92.0	114.09	89.30
300m	95.55	72.89	86.78	67.91

Los períodos representados en los mapas de deforestación corresponden para la zona 1, de 1980 a 1992, omitiendo el período de 1984, para la zona 2 corresponden al período de 1980 y 2000; además de que no se representa en mapas el efecto de borde estimado en 300 m para ninguna de las dos zonas.



1980



1992

1 km

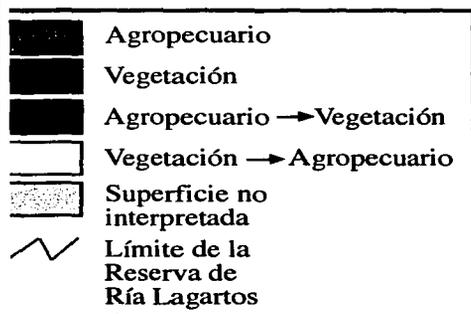


apa 13. Uso de suelo de la zona 1 en los años de 1980 y 1992.

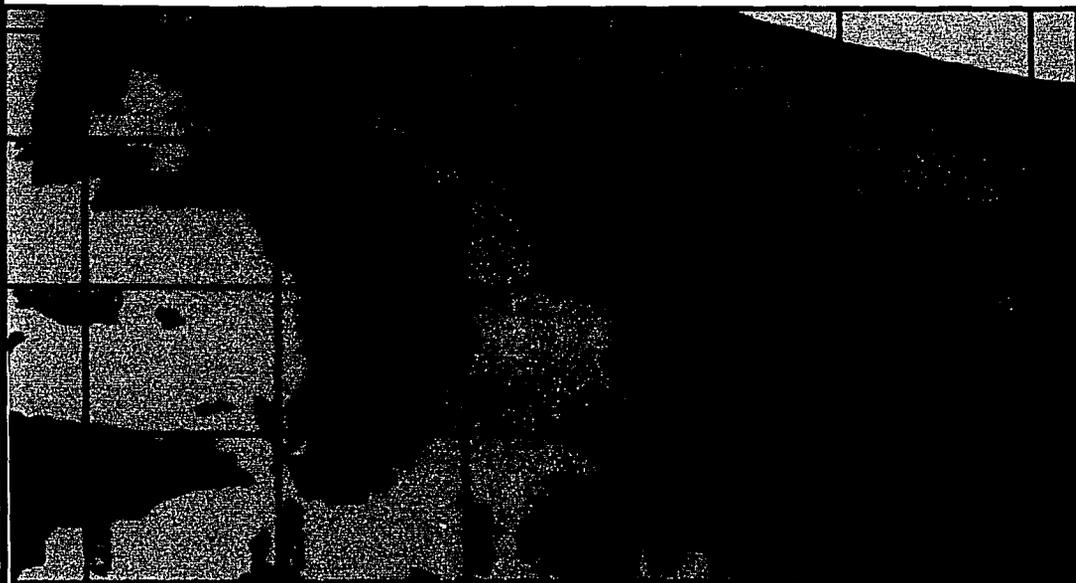


1984 - 1992

1 km



Mapa 14. Cambio del uso de suelo de la zona 1 en el período 1984-1992.

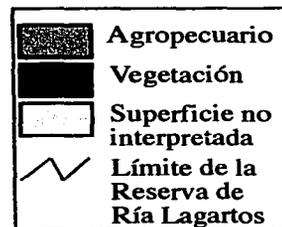


1984



2000

1 km

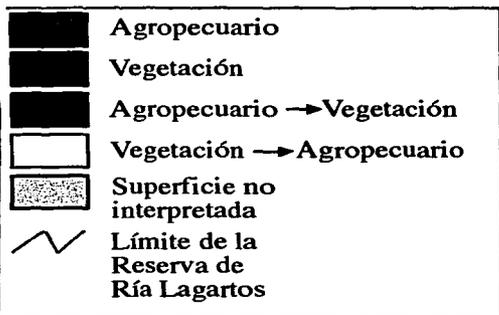


apa 15. Uso de suelo de la zona 2 en los períodos de 1984 y 2000.



1984 - 2000

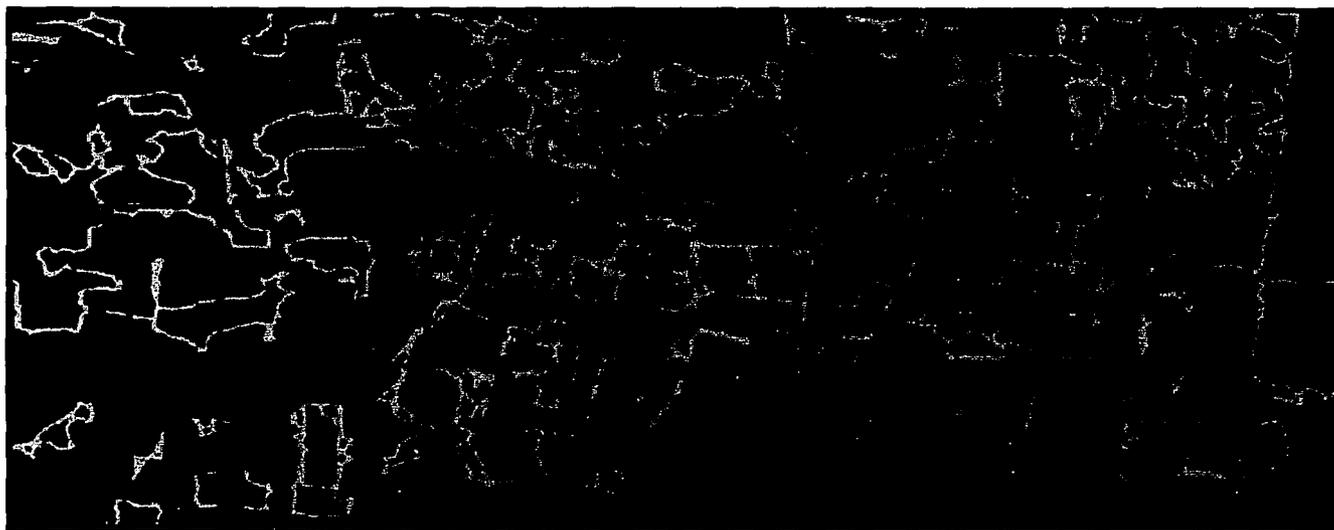
1 km



apa 16. Cambio del uso de suelo de la zona 2 en el período 1984-2000.



1980



1992

1 km



Mapa 17. Zona 1 en los años 1980 y 1992 con efecto de borde de 100m.



1984



2000

1 km

■	Vegetación
■	Agropecuario
■	Buffer 100m

Mapa 18. Zona 2 en los años 1984 y 2000 con efecto de borde de 100m.

DISCUSIÓN

La cuestión de la escala

La comprensión de la complejidad de la realidad requiere del tipo de generalización que la teoría hace posible y a partir de la cual, la teoría se construye (Murphe 1982). El comportamiento general de los fenómenos puede ser percibido sólo cuando grandes áreas son analizadas como un todo, reduciéndolas a una escala observable y la mayoría de los detalles de la realidad son eliminados con la intención de concentrar la atención en algunos aspectos del patrón general (Murphe 1982).

El análisis de la degradación ambiental en la Península de Yucatán, en este caso enfocado en la expansión de la ganadería bovina, se abordó en su aspecto regional para poder situarlo en el contexto del geosistema²⁸ en el cual se desarrolla. De esta manera se visualiza cómo el fenómeno de la pérdida del hábitat y la deforestación de los ecosistemas naturales está estrechamente ligado con el comportamiento espacial de esta actividad productiva, el cual está determinado más por las características socioeconómicas e incluso políticas en que se localiza, que por la aptitud del uso del suelo o de la conveniencia para su conservación ecológica.

Pero la generalización y la sobresimplificación de la realidad debe ser continuamente probada contra elementos específicos de la realidad (Murphe 1982); además de que un fenómeno determinado se oscurece cuando se analiza en la escala espacial equivocada, pues el énfasis en el ámbito regional puede ocultar los mecanismos que operan en la escala local (NRC 1997). Esto es válido para un fenómeno como la deforestación y la fragmentación de la vegetación pues, por ejemplo, es claro cómo la gran variabilidad de los datos reportados de deforestación para grandes zonas se debe principalmente a la imprecisión de los datos utilizados y a los diferentes criterios de clasificación de la información de base (Dirzo y García 1992).

Trazando las conexiones de escala a escala que existirían en un fenómeno como la expansión de la ganadería bovina, se intentó esclarecer la forma en que la presión del crecimiento de esta actividad en el nivel regional puede reflejarse particularmente en la pérdida y degradación provocada por la fragmentación de la vegetación.

²⁸ Como se explica en la introducción, el concepto de Geosistema implica el análisis del agregado que componen los sistemas espaciales independientes del medio ambiente natural, el económico y el poblacional (Kalesnik 1974).

La perspectiva de la ganadería extensiva en la Península

El bajo nivel de inversión económica que presenta la mayor parte del sector productivo bovino y la falta de los conocimientos técnicos adecuados, aunados a la hegemonía del mercado norteamericano en la producción, distribución y consumo de carne, han provocado que la práctica ganadera de nuestro país, y en especial la ganadería tropical del sureste, se desarrolle principalmente dentro de un esquema de explotación extensivo (Franco 1988). Una característica de esta condición, es el predominio de la cría de becerros y la venta de ganado en pie para engorda como modalidades productivas (Segura 1980; Villafuerte *et al.* 1993; Sales 1996; Chauvet 2001; Perramond 2001; Villegas *et al.* 2001).

Dentro de la actual crisis que enfrenta el sector ganadero mexicano –desmantelamiento de la industria engordadora, incremento de las ventas de ganado en pie (tanto hacia afuera del país como hacia el interior), aumento de la descapitalización (Villafuerte 1993) y carencia de créditos– se ha insertado progresivamente el incremento desmedido de las importaciones de carne provenientes de los Estados Unidos de Norteamérica²⁹.

Este panorama productivo y económico propio de la ganadería bovina de la Península de Yucatán, favorece la permanencia del sistema extensivo e incluso su crecimiento (Villafuerte 1993). La incapacidad de la mayoría de los productores de mejorar la práctica de la ganadería los orilla a permanecer como proveedores de materia prima (becerros para engorda), utilizando de manera muy extensiva terrenos de muy bajo rendimiento .

La complicación de la estimación de la superficie ganadera

El sector ganadero es muy heterogéneo pues está conformado por productores de extracción ejidal al igual que por ganaderos que poseen grandes y modernas explotaciones ganaderas de donde obtienen altos rendimientos económicos. De manera general, se puede hablar de dos categorías: los grandes productores y los pequeños productores³⁰. Estos últimos conforman un subgrupo muy heterogéneo en donde se ubican tanto los productores de origen ejidal que poseen algunas pocas cabezas (menos de 20), hasta medianos productores que pueden reunir hatos de 100 a 150 cabezas

²⁹ De acuerdo a un informe estadístico de la Secretaría de Comercio y Finanzas (SECOFI), en el transcurso del sexenio anterior (1994-2000), la importación de carne de res se incrementó en un 500%. La mayor parte de estas importaciones provinieron de Estados Unidos (La Jornada 2 de mayo de 2000).

³⁰ Dentro de este amplio espectro, se encuentra una variedad de condiciones productivas en donde es difícil establecer límites precisos entre los diferentes niveles de explotación, hecho que incide en su delimitación cartográfica.

de ganado. Desde el punto de vista ambiental, la degradación ecológica provocada por cada uno de estos grupos tiene diferentes alcances; y desde la perspectiva cartográfica también es posible discutir la complejidad de la cuantificación de la extensión ocupada por cada nivel de explotación.

Se puede decir en términos generales, que los grandes productores ganaderos poseen extensiones de pastizales considerables (conformando el típico paisaje ganadero), mientras que el resto del sector se desarrolla en áreas de difícil delimitación, pues en su mayor parte son terrenos cubiertos por vegetación secundaria con diferentes niveles de degradación³¹.

Una de las características de este tipo de producción es el uso de áreas para el pastoreo que no son propiamente una superficie continua de pastizales cultivados, sino áreas de vegetación secundaria y de vegetación altamente degradada, lo que complica su cuantificación con los medios utilizados en este estudio. Con la escala y el nivel de resolución de los medios con que se obtuvieron los mapas utilizados, no es posible discernir con claridad el uso productivo de lo interpretado como vegetación secundaria, ya que las zonas cubiertas por esta clase de vegetación pueden ser utilizadas tanto en el sistema de la milpa tradicional como en la ganadería bovina³².

Otro aspecto importante que debe considerarse fueron las diferencias existentes entre los mapas utilizados en la cuantificación de la actividad ganadera en el período 1970-1995, diferencias que contribuyen al aumento de la complejidad dentro del análisis realizado. Fundamentalmente, los mapas utilizados en este estudio fueron creados a partir de metodologías distintas en las que se utilizaron diferentes medios y criterios de clasificación; que tuvieron consecuencias directas evidentes como la inconsistencia de la superficie del estado de Campeche en el período 70-80 o la existencia de más clases de actividad ganadera en el mapa de 1995 (lo cual obligó a la unión de dichas clases bajo un nuevo criterio).

La principal desventaja de estas condiciones de los datos, es la pérdida de precisión en la cuantificación de la superficie ganadera y el aumento de la incertidumbre en la validez de las cifras obtenidas. Sin embargo, considerando el carácter fluctuante de una actividad productiva como la ganadería bovina —sujeta a diversos factores que determinan su comportamiento—, el nivel de precisión del análisis cartográfico realizado en la escala regional permite ilustrar con la suficiente

³¹ Proporción de la superficie cubierta por vegetación secundaria y por pastizales cultivados.

³² Las extensiones de uso ganadero ubicadas en las áreas no ocupadas propiamente por pastizales continuos, son estimadas de manera aproximada a través del conocimiento en campo y de las estadísticas municipales disponibles.

claridad la dimensión y la dinámica de su expansión. La consulta de datos complementarios como los censos de las dependencias oficiales, permiten construir una perspectiva más sólida de la ganadería bovina inserta en el geosistema peninsular.

En contraste, si consideraríamos este nivel de detalle y precisión insuficiente si se pretendiera cuantificar la superficie vegetal desplazada por esta actividad productiva, o si se pretendiera diferenciar el tipo de vegetación afectada realmente, por ejemplo; pues como se mencionó anteriormente este tipo de cuantificaciones requieren de información muy detallada.

Este tipo de análisis se abordó con una mayor precisión en el estudio de caso de la reserva de Ría Lagartos, en donde se pudo cuantificar con precisión la superficie vegetal perdida; de manera que se hizo una aproximación extensiva a escala regional del comportamiento de la ganadería bovina y una proyección local precisa en donde la expansión de esta actividad se traduce concretamente en la eliminación del hábitat natural.

Superficie ocupada por la ganadería bovina en la Península de Yucatán y sus Estados

De acuerdo a los resultados obtenidos, en la década de los 70', la superficie ganadera en la península ocupaba el 2.7% de su extensión total, concentrándose claramente, desde esa década, en las zonas que en la actualidad constituyen las dos principales regiones de especialización ganadera bovina, ubicadas al noreste de Yucatán y al sur de Campeche.

En el período de los ochenta la superficie se incrementó poco menos del 1%. Esta estimación se ve influenciada directamente por la inconsistencia de los datos reportados para Campeche, en Yucatán el crecimiento es considerable, pues su superficie ganadera se duplicó. En el sur de Quintana Roo y Yucatán, se conformaron dos áreas ganaderas pequeñas, pero con la suficiente extensión para ser significativas y representadas en el mapa a escala peninsular.

En el tercer período que corresponde al año de 1995, las dos regiones especializadas de Campeche y Yucatán se fortalecen y extienden territorialmente en todas direcciones, consolidándose en ambas una zona central que concentra la presencia de los pastizales cultivados en un continuo. Las áreas que los circundan no presentan esta concentración de la actividad, y se observan distintos niveles de intensidad de uso.

La superficie total influenciada por la ganadería creció hasta alcanzar el 12% del territorio peninsular, pero si consideramos la estimación más rigurosa de esta superficie, como superficie de pastizales (estimación *a*), la ganadería alcanzó casi el 8%, lo que corresponde a casi 1,200,000 ha.

El estado de Campeche en particular, presenta una drástica disminución de aproximadamente 130,000 ha del primer al segundo período; explicable sólo por la poca validez de la fuente de 1970 para esta entidad, pues la estadística oficial confirma un crecimiento continuo en el número de cabezas y la superficie de pastizales cultivados del 70' al 80', esta revisión se detallará más adelante.

En el caso de Quintana Roo se registran superficies muy pequeñas, totalmente inconsistentes con la información estadística recopilada; pues el crecimiento del número de cabezas de ganado a lo largo de este período es considerablemente alto en el sur del estado. Esto podría explicarse por la utilización de áreas ganaderas no especializadas, en donde no se encontrarán superficies continuas de pastizales cultivados. Otra probable razón es que en gran parte de esta entidad la ganadería ha sido una actividad muy fluctuante y relacionada a políticas coyunturales de apoyo al sector.

La ganadería en el estado de Yucatán alcanza a cubrir una superficie correspondiente al 14% del territorio estatal en el año de 1995 (con un área de influencia de 20% del estado), constituyéndose como la entidad con mayor superficie con actividad ganadera.

Es importante comparar estas cifras con la información estadística proporcionada por dependencias oficiales como INEGI y SAGAR, pues nos ofrecen enfoques complementarios gracias a la distinta metodología utilizada para obtener la información, sustentada en un trabajo importante de verificación en campo.

Por ejemplo, en 1995 INEGI reporta una superficie de pastizales cultivados correspondiente al 10% de la Península, sin considerar el resto de la superficie ganadera ocupada por agostaderos naturales. Las dependencias oficiales reportan que en Yucatán el 46% de la superficie ganadera son pastizales cultivados (*Panicum maximum*, *Cynodon plectotachyus*, *Hyparrhenia rufa*, principalmente) y el resto áreas con vegetación secundaria. Basados en esto, la superficie real ocupada por el ganado bovino se eleva considerablemente comparada con los cálculos obtenidos de los mapas; pues Villegas *et al.* (2001) reporta para 1999 superficies ganaderas en Campeche de 1,500,000 ha, en Quintana Roo de 1,200,000 ha. y en Yucatán de 1,200,000 ha, lo que abarcaría casi 4 millones de

ha, es decir, el 26.6% del territorio peninsular, aumento no debido precisamente a un crecimiento neto de la actividad, sino a una diferencia de parámetros de estimación.

Estos cálculos coinciden con los datos que manejan las dependencias oficiales para Campeche y Yucatán, pues reportan hasta el 26% y el 30%, respectivamente, de la superficie total estatal utilizada por la ganadería bovina. Las principales razones para explicar la diferencia entre los datos de la superficie utilizada estarían basadas principalmente en el alcance de las fuentes de esta investigación; es decir, la escala de interpretación proporcionada por los mapas de uso de suelo no puede discernir las superficies ocupadas por vegetación secundaria incorporadas al sistema productivo pecuario, además de que no se especifica la superficie ganadera ubicada fuera de las áreas especializadas, que por ser una actividad desconcentrada y de pequeña escala, escapa al alcance de la resolución de trabajo. Por la que nuestro análisis refleja la extensión ocupada por las actividades ganaderas *formales* o más especializadas.

El Inventario Forestal Nacional en el año 2000 reportó para toda la Península una superficie ocupada por pastizales ganaderos de casi el 13%; a pesar de la escala de trabajo del análisis, estas estimaciones tampoco pueden considerar ese gran porcentaje de superficie ganadera ubicada en las áreas de vegetación secundaria, excepto en Yucatán en donde su cálculo duplica al de INEGI, reflejando quizá esta capacidad. A pesar de la diferencia de los períodos analizados (de 5 años), estas cifras de pastizales cultivados si corresponden bien con los datos estadísticos de INEGI y SAGAR.

Las diferencias entre las estimaciones de las distintas fuentes son comprensibles, si tomamos en cuenta las distintas metodologías, en los estados de Campeche y Yucatán; pero si analizamos Quintana Roo, observamos diferencias evidentes no explicadas por esta razón. Mientras que los mapas de uso de suelo no representan superficies considerables de uso ganadero del suelo, INEGI y el Inventario Forestal Nacional calculan superficies pecuarias importantes en esta entidad, y si revisamos el registro del crecimiento del número de cabezas se observa un crecimiento dramático de esta actividad en la pasada década, pues en 20 años multiplicó 16 veces su hato ganadero; reflejando una gran disparidad entre lo que reporta cada fuente.

Superficie ganadera municipal y regiones de especialización ganadera

El análisis del crecimiento ganadero en la escala municipal permite distinguir características territoriales específicas del proceso de ganaderización, detallando con precisión la situación, la tendencia de expansión de la ganadería y cada municipio en particular en las zonas de especialización. Se debe resaltar la importancia de la obtención del conocimiento en diferentes escalas de análisis, acorde con las necesidades en el estudio del paisaje en términos ecológicos (Innes y Koch 2001) y de las generadas en el actual proceso de mundialización³³.

En el estado de Campeche tres municipios concentran la actividad ganadera: Candelaria, Escárcega y Carmen (en este último se localiza una reserva de la biosfera), los cuales presentan porcentajes de crecimiento de hasta 500% en década y media. Estos municipios conforman el núcleo de esta zona especializada, la cual está directamente influenciada por el crecimiento ganadero ocurrido en el estado de Tabasco (Villafuerte 1993). Cabe señalar que el crecimiento ganadero en Tabasco eliminó casi la totalidad de las áreas de selvas tropicales del oriente del estado, reduciéndolas del 49% de la superficie estatal a sólo el 8% (Tudela 1990).

Esta zona de Campeche es una región de colonización reciente (década de los sesenta del siglo XX), es decir, que hace sólo 35-40 años eran territorios despoblados en donde se estableció una actividad agrícola incipiente sin posibilidades de desarrollo debido a las condiciones ecológicas y técnico-culturales de los colonizadores que fue sustituida casi de inmediato por una ganadería bovina que se expandió sobre áreas prácticamente naturales de selva tropical (Revel-Mouroz 1980).

La zona de especialización ganadera del estado de Yucatán se desarrolló originalmente en el municipio de Tizimín, el cual sigue concentrando la mayor actividad pecuaria en todo el estado. La expansión de la superficie ganadera se realizó sobre los municipios aledaños (Panabá, Sucilá, Dzilam González, Cenotillo, Buctzotz), formándose un núcleo de pastizales continuos, que abarca varios de éstos y que conforma una gran área en donde se presenta el típico paisaje ganadero. Muchos de estos municipios experimentaron crecimientos explosivos de la superficie ganadera entre los setentas y los ochentas, destacándose Tizimín, Buctzotz y Panabá. En otros municipios como Dzilam González, Dzilam Bravo y Río Lagartos su crecimiento importante fue posterior en el segundo período analizado.

³³ *"Think globally, act locally"* (piensa globalmente, actúa localmente).

Las regiones con menor concentración de potreros se distribuyen alrededor del núcleo de esta zona, y los municipios que la conforman actualmente se caracterizaban por poseer una producción agrícola importante, como sería el caso de Izamal y Temax, entre otros; evidenciando el desplazamiento progresivo de las actividades agrícolas tradicionales por las prácticas ganaderas, con las consecuencias sociales, económicas y culturales que esto conlleva. Por otro lado, Valladolid y Chemax, municipios tradicionalmente agrícolas, presentan un crecimiento de las superficies ganaderas en el último período, lo cual contrasta con la disminución importante en el número de cabezas reportado por los datos censales.

La región ganadera del oriente de Yucatán colinda con una zona importante en términos de conservación biológica, pues hacia el norte se localiza un conjunto de áreas protegidas entre las que se encuentra la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos; esta región en la actualidad está siendo sujeta a un proceso de protección especial dentro del proyecto internacional del Corredor Biológico Mesoamericano. La expansión hacia el norte de esta región ganadera supone una fuerte presión para los esfuerzos de conservación en la zona, la importancia que esto conlleva se discutirá con mayor detalle más adelante.

Hacia el sur la presión del crecimiento afecta de diferente manera el paisaje, pues la expansión de la ganadería bovina se ha distribuido en una región en la que la agricultura tradicional de la milpa maya ocupa una posición preponderante en las actividades económicas de la población. En los municipios localizados en esta zona la milpa tradicional ha cedido espacios importantes en donde la cría de ganado se ha ampliado. Este proceso de invasión ha sido similar en diferentes regiones del país como la han documentado diversos autores (Tudela 1980; Villafuerte 1993; Cochet 2001; Lazos 2001, entre otros) y ha sido posible documentarlo en la propia zona de estudio.

El avance de la ganadería supone el desplazamiento de cultivos básicos, el acaparamiento de tierras y la invasión progresiva de los pastos en terrenos originalmente ocupados por la milpa. Una vez desmontado el terreno para el cultivo y después de dos o tres cosechas, el terreno tiene que ser abandonado dentro del sistema de roza-tumba-quema; poco a poco, de manera natural, los pastos se establecen en el terreno y dejan el espacio susceptible de convertirse en potrero. Los campesinos mencionan como después es casi imposible volver a establecer la milpa debido a la falta de regeneración del suelo y a los nulos rendimientos económicos del cultivo, lo que provoca el abandono de la milpa en estas parcelas. Villafuerte (1993) menciona que en el período de la década

de los setenta a los ochenta, la ganadería creció sobre terrenos ejidales en los tres estados de la Península de 400,000 ha a 3 millones de hectáreas (tanto en zonas de vegetación natural como en terrenos de cultivo de milpa).

En Quintana Roo la cartografía utilizada no proporciona la información sobre la expansión de la ganadería, los datos estadísticos sobre el número de cabezas de 1999 (INEGI 1999) revelan que sólo en el municipio de Othón P. Blanco se concentraban más de cien mil cabezas de ganado bovino, registrándose este crecimiento en la última década como se había mencionado. Estas superficies ganaderas se distribuyen en las zonas accesibles gracias a la comunicación que existe entre las ciudades de Chetumal y Escárcega en Campeche, la cual atraviesa la selva tropical del sur de la región de Calakmul en ambos estados. Esto ha generado una fuerte presión de colonización en esta zona que aún posee amplias zonas boscosas de gran importancia para la conservación.

Fuera de las zonas ganaderas especializadas también se registró un crecimiento significativo de la superficie de pastizales, en municipios que no se caracterizaban por poseer una actividad pecuaria importante. Entre estos municipios se encuentran Calakmul en Campeche y Yaxcaba y Cacalchén en Yucatán; municipios tradicionalmente agrícolas que en el último período experimentaron un auge importante de la ganadería. El crecimiento pecuario en el municipio de Calakmul se desarrolla en un área contigua a la Reserva de la Biosfera del mismo nombre ejerciendo una presión sobre el interés conservacionista de la zona, mientras que en los otros dos municipios mencionados se puede deducir el desplazamiento de las actividades agrícolas tradicionales pues éstos se caracterizan por poseer una producción agrícola tradicional.

Ganadería bovina, vegetación y las áreas naturales protegidas en la Península de Yucatán

Como se ha mencionado, la expansión de la ganadería bovina provoca la destrucción del hábitat natural que deriva directamente en la pérdida de biodiversidad (genética, de especies y ecosistémica) (Primack *et al.* 2001). La evaluación del impacto del crecimiento de esta actividad productiva, en escala regional, se realizó en este estudio de acuerdo a lo que McIntyre y Hobbs (1999) recomiendan sobre los análisis preliminares de la degradación de los ecosistemas.

Estos autores indican que los mayores cambios estructurales en los ecosistemas se aprecian principalmente en la escala de la percepción humana, y esta evaluación es de utilidad en la etapa en la que se tiene poca información sobre el uso biótico de los recursos por los diferentes grupos de

organismos que conforman los ecosistemas. Porque el Paisaje, entendido en términos ecológicos³⁴, es una escala concebida por el ser humano (Bell 1993) en la que no necesariamente se concibe la experimentada por los demás organismos, de ahí que se necesiten clasificaciones diferenciales (Andrén 1994; McIntyre y Hobbs 1999).

Siguiendo esta línea, y para la evaluación de la pérdida de la biodiversidad en la escala de este estudio, fue necesario la descripción de las condiciones básicas de la región (McIntyre y Hobbs 1999; Innes y Koch 1998): descripción del hábitat base, análisis de los efectos humanos endógenos y exógenos y una descripción general del grado de perturbación del paisaje, en este caso, producido por la ganadería bovina.

Chiappy *et al.* (2000) describen las condiciones generales de perturbación del paisaje en la Península de Yucatán, mencionando que aproximadamente el 21% de su territorio está conformado por zonas poco y débilmente modificadas por el uso antropogénico, representadas en las áreas naturales protegidas. El 58% tiene una perturbación de parcial a moderada, en donde se ubica la vegetación secundaria, la agricultura nómada, el uso forestal doméstico y algunas zonas de pastoreo extensivo. Por último, el 13% de su superficie presenta una situación de alta perturbación representada por la frontera agropecuaria.

En este mismo estudio se detalla la situación por entidad de las áreas naturales conservadas, en donde Quintana Roo conserva el 78% de su vegetación natural y Campeche el 60% de su territorio. En este contexto se puede contextualizar el crecimiento ganadero analizado.

El crecimiento de la frontera pecuaria en Quintana Roo ha sido enorme en la última década, y a pesar de que representa una pequeña porción de su territorio, se establece en una zona importante para la conservación por la localización de selvas medianas en buenas condiciones.

En el estado de Campeche también se demuestra la conversión de grandes áreas de vegetación natural a la ganadería, siendo de importancia considerar que una de las cuatro áreas naturales protegidas más amenazadas en la Península se localiza en la colindancia de la región ganadera del sur de Campeche (específicamente en la región de Sabancuy y Palizada, al noreste y suroeste

³⁴ La siguiente es la definición de Mateo (1984 en Chiappy *et al.* 2001) del Paisaje: sistemas integrados por componentes naturales y complejos de diferentes rangos taxonómicos, formados bajo la influencia de los procesos naturales y de la actividad de la sociedad humana.

respectivamente). La Reserva de la Biosfera de Laguna de Términos posee un porcentaje de superficie ganadera pequeño en proporción a su superficie, sin embargo, este porcentaje representa una superficie aproximada de 20,000 ha cubiertas por potreros ganaderos, que en términos absolutos es bastante considerable. Esta zona de Campeche presenta mejores condiciones ecológicas para el desarrollo de pastizales ganaderos debido a su mayor humedad y precipitación, lo que amenaza la conservación de las selvas medianas subperennifolias y los pastizales naturales de esta región.

En la colindancia de la Reserva de la Biosfera de Calakmul también se registró un foco de crecimiento pecuario desarrollado en tiempos recientes, siendo esta zona una región en donde las fuertes presiones de la población asentada implica una seria amenaza para los esfuerzos de conservación biológica. Stedman-Edwards *et al.* (2001) describe las difíciles condiciones socioeconómicas de la población que depende en gran medida de los recursos naturales y realiza prácticas productivas muy destructivas debido principalmente a la falta de una tradición productiva local, pues se trata de una población emigrante.

El crecimiento hacia el sur de la zona ganadera de Yucatán ha desplazado parcialmente a la agricultura tradicional y su expansión hacia el norte ha alcanzado a las áreas naturales de la costa de Yucatán. La reserva estatal de Dzilam presenta el 17% de su superficie invadida por ganadería y la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos el 24%. En estas áreas protegidas la ganadería se distribuye sobre la selva baja caducifolia.

Las selvas bajas caducifolias de México se caracterizan por poseer una riqueza de especies endémicas importante (Dirzo 1992) y en especial las selvas bajas de Yucatán, pues en una franja de 10 a 15 km paralela a la costa norte se distribuye una selva baja caracterizada por poseer 45 especies endémicas (Espadas y Durán 2000). Por esta razón la reserva de Ría Lagartos resulta de enorme importancia en la conservación biológica, ya que 5 especies endémicas son exclusivas de ella y sólo el 4.4% de este tipo de vegetación está bajo algún régimen de protección (Dirzo 1992).

En este sentido, las reservas de Dzilam y Ría Lagartos juegan un papel esencial en la conservación de las selvas bajas caducifolias de Yucatán, considerando que la superficie ganadera del oriente de Yucatán colinda directamente con ellas.

Tasas de deforestación y fragmentación de la vegetación en el área de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos

El análisis de las condiciones locales en los alrededores de la Reserva de Ría Lagartos permite apreciar con mayor detalle las condiciones de la vegetación sometida a una fuerte presión por el uso humano y en especial por la presión ejercida por la ganadería bovina. El límite sur de la reserva colinda directamente con el límite de la expansión de la región ganadera del oriente de Yucatán, llegando incluso a ocupar superficie que ahora está protegida dentro de la reserva.

El impacto que ejerce el pastoreo del ganado sobre la vegetación, aparte del propio desplazamiento de ésta por los pastizales cultivados, ha sido documentado en varios tipos de vegetación, por ejemplo, en los bosques templados. Belsky y Blumenthal (1997) mencionan que el pastoreo del ganado provoca cambios en la composición de especies arbóreas, reduce la cantidad de herbáceas y de humus, compacta los suelos, los erosiona y genera eventualmente bosques más densos.

En bosques tropicales se ha documentado que el pastoreo reduce la capacidad reproductiva de los árboles pues elimina las plántulas e individuos jóvenes de especies arbóreas, además de que el pasto que invade las selvas compite por luz, agua y nutrientes; el establecimiento del pasto también provoca una mayor susceptibilidad de la vegetación a los incendios y al regenerarse más rápidamente los pastos se provoca una retroalimentación positiva que favorece la dominancia de los pastizales (Hughes *et al.* 1991; Blackmore y Vitousek 2000).

La actividad pecuaria en los alrededores de la reserva ha dejado un paisaje totalmente fragmentado, en el cual diversos parches de vegetación se distribuyen en una matriz de terrenos de uso agropecuario (ver mapas 13 y 15). La pérdida de la masa vegetal en esta zona de la reserva ha sido significativa, ya que la superficie cubierta de vegetación ocupaba poco menos del 50% en la zona 1 y el 68% en la zona 2 al inicio del período de estudio; de manera que ya existía una fuerte presión sobre estas tierras, principalmente por la ganadería.

En ambos sitios de estudio las tasas anuales de deforestación variaron desde 0.02% a 0.34% con una pérdida importante de la superficie vegetal. En la zona 1 la superficie de vegetación perdida a lo largo de todo el período (12 años) representó el 33.3% de la cobertura vegetal original. Esta zona está ubicada en las cercanías de las principales vías de comunicación de esta región, lo que podría ser una de las causas principales de la mayor pérdida de vegetación por el establecimiento de pastizales ya que el acceso es más sencillo comparado con la zona 2.

En contraste, en la zona 2 se estimaron tasas de deforestación menores, del orden de 0.016% anual; la superficie vegetal perdida a lo largo de 20 años fue de sólo el 2.5%. En esta zona se podría explicar este comportamiento por el tipo de actividades productivas realizadas localmente. Esta área se localiza justo en el límite de la zona de expansión de la región ganadera especializada del oriente de Yucatán, en un área donde se encuentran asentamientos ejidales. De esta manera se puede inferir que las actividades agrícolas siguen ocupando un lugar importante y que la práctica de la milpa permite un impacto menor en la vegetación remanente.

Si se observa el mapa de cambio de uso de suelo de esta zona, resulta evidente la apertura de espacios en la vegetación para su utilización productiva, sin embargo en los mapas de los siguientes períodos se observa que las áreas abiertas fueron abandonadas, lo que permitió su posterior regeneración. La interpretación fotográfica no permitió distinguir diferencias entre la vegetación regenerada y la que no fue modificada.

El balance entre las áreas abiertas y las que se dejaron descansar en la zona 2 resultó casi equitativo, y permite sugerir el menor impacto de la agricultura tradicional descrito anteriormente. La diferencia fundamental entre las dos zonas de estudio podría ser la condición de tenencia de la tierra, pues en la 1 predomina la tenencia privada de la tierra a través de los ranchos ganaderos.

Forman (1995) define a la condición fragmentada de un paisaje como una fase superior de una secuencia mucho mayor en el proceso de transformación de la tierra debido a causas naturales o al uso humano, mencionando que los mayores cambios ecológicos en un proceso de fragmentación ocurren en la primera mitad de la transformación.

Este proceso ha sido estudiado recientemente y se han documentado distintos efectos que este produce en los ecosistemas, desde los individuos hasta las dinámicas poblacionales y flujos del ecosistema (*vr. gr.* Robinson *et al.* 1992; Debinski y Holt 2000). Los distintos componentes de un ecosistema pueden responder de diferente manera a la fragmentación, y al parecer no se han detectado efectos significativos en las propiedades de comunidades como serían las propiedades del suelo, las tasas de sucesión vegetal y la diversidad local (Robinson *et al.* 1992).

Una característica esencial del proceso de fragmentación es el progresivo aumento del radio borde:interior de los parches de vegetación remanente (Young 2000), definiéndose un área hacia el interior de dichos parches en la que las condiciones ecológicas generales difieren significativamente de aquellas que se encuentran en las partes internas del parche.

En estas áreas es posible distinguir el denominado *efecto de borde*, el cual consiste en la modificación de las condiciones microclimáticas que provocan una respuesta en las especies expuestas a dicho efecto. Este borde de vegetación está expuesto a una mayor acción del viento y del sol, lo que modifica las condiciones normales de evapotranspiración y amplitud térmica, además de facilitar el acceso al ganado y al ser humano (Maas y Correa 2000; Skole y Tucker 1993).

La característica primordial de este efecto sería la modificación sustancial de las condiciones ambientales propias de la vegetación no expuesta, reduciendo netamente el área de vegetación con condiciones óptimas para el desarrollo "natural" de los organismos que la habitan. De tal manera que en el cálculo de un área de vegetación fragmentada se debería considerar el área que presentaría las condiciones de borde, teniendo en mente la consecuente reducción de la superficie que realmente mantiene condiciones ecológicas adecuadas para los diversos grupos de organismos.

Las diversas metodologías para calcular la distancia en que el efecto de borde tendría influencia en un parche de vegetación difieren dependiendo de diversos factores, los principales a considerar sería el tipo de organismo que se estudie y el tipo de vegetación en cuestión (ver Skole y Tucker 1993; Ferreira y Lawrence 1997; Benítez 1998; Rosemberg *et al.* 1999, entre otros). La distancia del efecto de borde ha variado en las investigaciones desde 60 m a 1 km (Debinski y Holt 2000), aquí se tomó una distancia de 100 m y de 300 m como una referencia para las posibilidades del impacto de borde en este tipo de vegetación en esta zona fragmentada.

En las condiciones de la fragmentación en que se encuentran las dos zonas de estudio, la superficie vegetal menos afectada puede reducirse hasta el 32.3% y 10.1% en la zona 1 durante el último período. En la zona 2 la reducción es mínima en el cálculo conservador, y esta puede ser de 68% en el escenario más drástico de 300 m de borde.

Los diferentes escenarios encontrados en las dos zonas estudiadas reflejan también las probables consecuencias ambientales que provocan dos usos de suelo radicalmente distintos. El fenómeno

regional del crecimiento ganadero se refleja diferencialmente en estos dos sitios; en la zona 1 se observa cómo el establecimiento permanente de la superficie ganadera crece progresivamente y desplaza mucha mayor vegetación natural que el tipo de actividades productivas localizadas en la zona 2. Esta zona se sitúa geográficamente en el margen de la región ganadera de Yucatán, en donde todavía se localiza una actividad agrícola importante que permitió equilibrar las áreas de vegetación abiertas para la explotación con las áreas en regeneración previamente utilizadas en la actividad agrícola.

CONCLUSIONES

1. La ganadería bovina en la Península de Yucatán se practica de manera extensiva y es la actividad pecuaria dominante en esta región, en términos de espacio utilizado; las condiciones productivas precarias con las que se realiza la ponen en una seria desventaja frente a la creciente competencia del mercado de importación de la carne. La incapacidad de competir en términos de productividad y rendimiento provocan que sus posibilidades de desarrollo se restrinjan inevitablemente a la continuación de una práctica extensiva que amenaza con seguir extendiéndose territorialmente.

La extensión ocupada actualmente por esta actividad representa una importante proporción de la Península (aproximadamente 1.8×10^6 ha, es decir, 11.9% de la superficie total de la región) que amenaza de manera importante zonas de interés conservacionista en términos biológicos y zonas de importancia socioeconómica de la que depende una gran población campesina. La perspectiva del continuo crecimiento territorial de la ganadería bovina representa una grave amenaza para la conservación de la enorme diversidad biológica regional, de la diversidad cultural e incluso de las perspectivas de sustento de un gran sector productivo.

El reto actual de la ganadería bovina en la Península y en el país es el de desarrollar una práctica productiva sustentable que sustituya a una actividad extensiva que evidencia un modelo de desarrollo claramente agotado.

2. La destrucción de los recursos biológicos es un grave problema que afecta sensiblemente a Latinoamérica, la cual presenta uno de los problemas de deforestación más grave de todo el mundo; el conocimiento de este proceso en diferentes escalas permite un estudio más fino de este fenómeno y provee de mejores recursos para su posible mitigación, el cual podría aportar soluciones para diferentes problemas ambientales como la concentración del carbono en la atmósfera, la pérdida de recursos genéticos y posiblemente el calentamiento global.

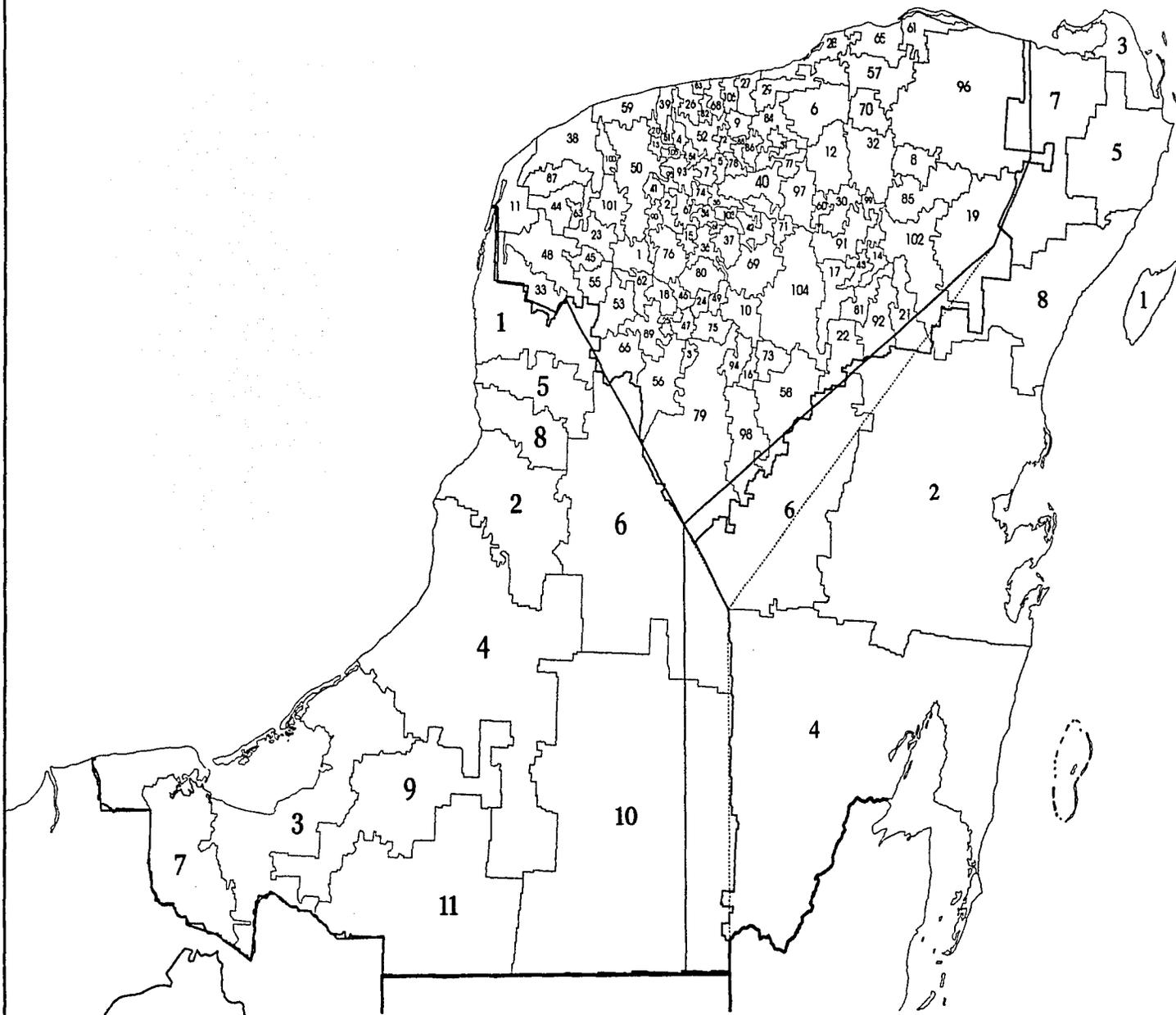
3. La evaluación de un fenómeno como la ganadería bovina en términos de su impacto ambiental requiere de un estudio general de su ubicación y desarrollo dentro de un paisaje que permita establecer las condiciones básicas de su situación; y que sugiera las pautas para la realización de estudios más específicos de donde pueda obtenerse información precisa de la

interacción entre los diferentes grupos de organismos y un fenómeno destructivo del medio ambiente como es la ganadería bovina.

La conexión entre diferentes escalas de análisis no es un proceso sencillo o que esté suficientemente esclarecido; pero es necesario este acercamiento para , en nuestro caso, intentar ubicar un fenómeno en su contexto socioeconómico y a la vez formular con mayor precisión su expresión en el ámbito particular de la Biología.

4. El concepto de medio ambiente involucra también los componentes sociales y económicos presentes en un ecosistema, los cuales deben ser abordados en el intento de comprender una realidad específica; lo cual implica un esfuerzo interdisciplinario. Con la premisa de que el cambio en los sistemas biológicos, natural o antropogénico, es la norma (Primack 1993), el asunto de la Conservación y Restauración de los ecosistemas naturales debe ser un proceso que se adecue a la crisis ambiental contemporánea, de la que es imposible abstraer la presión de las demandas de una población humana en continuo crecimiento.

5. La cuantificación de una actividad productiva como la ganadería bovina representa un tema de gran complejidad que requiere la utilización de distintos enfoques. Este estudio permitió apreciar la necesidad de complementar el análisis espacial con datos de tipo estadístico generados por dependencias oficiales, que permitan compensar las deficiencias de la mera información cartográfica. El carácter fluctuante de la ganadería, sujeto a condiciones ecológicas, socioeconómicas y políticas variables, requiere de un estudio amplio en el que se integren diversos criterios, en este caso particular, se utilizaron elementos y criterios de análisis tanto de la Geografía como de la Biología que permitieron un acercamiento básico más integral para tratar de comprender un proceso de degradación ecológica.



Anexo 1. División municipal de la Península de Yucatán.

Municipios de la Península de Yucatán

Campeche

1. Calkiní
2. Campeche
3. Carmen
4. Champotón
5. Hecelchakán
6. Hopelchén
7. Palizada
8. Tenabo
9. Escárcega
10. Calakmul
11. Candelaria

Quintana Roo

1. Cozumel
2. Felipe Carrillo Puerto
3. Isla Mujeres
4. Othón P. Blanco
5. Benito Juárez
6. José Ma. Morelos
7. Lázaro Cárdenas
8. Solidaridad
9. Cansahcab
10. Cantamayec
11. Celestún
12. Cenotillo
13. Conkal
14. Cuncunul
15. Cuzamá
16. Chacsinkín
17. Chankom
18. Chapab
19. Chemax
20. Chicxulub Pueblo
21. Chichimilá
22. Chikindzonot
23. Chocholá
24. Chumayel
25. Dzan
26. Dzemul
27. Dzidzantún
28. Dzilam de Bravo
29. Dzilam González
30. Dzitás
31. Dzoncauich
32. Espita
33. Halachó
34. Hocabá
35. Hoctún
36. Homún
37. Huhí
38. Hunucmá
39. Ixil
40. Izamal
41. Kanasín
42. Kantunil
43. Kaua
44. Kinchil
45. Kopomá
46. Mama
47. Maní
48. Maxcanú

Yucatán

49. Mayapan
50. Mérida
51. Mocochará
52. Motul
53. Muna
54. Muxupip
55. Opichén
56. Oxkutzcab
57. Panabá
58. Peto
59. Progreso
60. Quintana Roo
61. Río Lagartos
62. Sacalum
63. Samahil
64. Sanahcat
65. San Felipe
66. Santa Elena
67. Seyé
68. Sinanché
69. Sotuta
70. Suciilá
71. Sudzal
72. Suma
73. Tahdziú
74. Tahmek
75. Teabo
76. Tecoh
77. Tekal de Venegas
78. Tekantó
79. Tekax
80. Tekit
81. Tekom
82. Telchac Pueblo
83. Telchac Puerto
84. Temax
85. Temozón
86. Tepakán
87. Tetiz
88. Teya
89. Ticul
90. Timucuy
91. Tinúm
92. Tixcacalcupul
93. Tixcocob

94. Tixméhuac
95. Tixpéhuac
96. Tizimin
97. Tunkás
98. Tzucacab
99. Uayma
100. Ucú
101. Umán
102. Valladolid
103. Xocchel
104. Yaxcabá
105. Yaxkukul
106. Yobaín

Bibliografía citada.

- Alcérreca C., Bezaury J., Carranza J., Rodríguez H. (1999). Áreas naturales protegidas En: Alcérreca C. Áreas protegidas. *Atlas de procesos territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura UADY, México.
- Andrén H. (1994). Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71:355-366.
- Alcorn J. B. (1984) Development policy, forests and peasant farms: reflections on huastec-managed forests. Contributions to comercial production and resource conservation. *Economic botany*. Oct/Dec 38(4) pp 389-406
- Alcorn J. B. (1993). Indigenous people and conservation. *Conservation Biology*. 7:424-426
- Arias L. M. (1995). La cacería en Yaxcaba, Yucatán. En: Hernández, X.; Bello, E.; Levy, S. (comp.). *La milpa en Yucatán. Un sistema de producción agrícola tradicional*. Tomo 1. Colegio de Postgraduados, México.
- Bell S. (1993). Elements of visual design in the landscape. En: McIntyre S., Hobbs R. (1999). A framework for conceptualising human effect on landscapes and its relevance to management and research models. *Cons. Biol.* Vol. 13 (6) pp 1282-1292.
- Belsky A., Blumenthal D. (1997) Effects of livestock grazing on stand dynamics and soils in upland forest of the interior west. *Cons. Biol.* 11(2) pp 315-327.
- Benítez J. (1998). Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Cons. Biol.* Vol. 12 (2) pp 380-389.
- Blackmore M., Vitousek P. (2000). Cattle grazing, forest loss and fuel loading in a dry forest ecosystem at Pu'u Wa' aWa'a ranch, Hawai. *Biotropica* 32 (4)
- Burrough P. A. (1986). *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford. Clarendon Press.
- Chauvet M. (2001). Los nuevos retos de la ganadería. En: Hernández L. (comp.) *Historia ambiental de la ganadería en México*. Inst. de Ecología A. C.- Inst. de recherche pour le développement. México.
- Chiappy J., Gama L., Giddings L., Rico-Gray V., Velázquez A. (2000). Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la Península de Yucatán. *Investigaciones Geográficas, Bol. del Inst. de Geografía UNAM*. Vol. 42 pp 28-39.
- Chías B., L. (1999). El sistema de transporte peninsular. En: Alcérreca C. Áreas protegidas. *Atlas de procesos territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura UADY, México.
- Cochet H. (2001). Agricultura de tumba y quema, ganadería extensiva y degradación ambiental en la Sierra Madre del Sur (Sierra de Coalcomán, Michoacán). En: Hernández L. (comp.) *Historia ambiental de la ganadería en México*. Instituto de Ecología, A. C. – Institut de recherche pour le développement. México.

Colunga P., May F. (1992). El sistema milpero y sus recursos fitogenéticos. En: Zizumbo D., Rasmussen Ch., Arias C. M., Terán S. (ed.) (1992). *La modernización de la milpa en Yucatán. Utopía o realidad*. CICY/Danida. México.

CONABIO (1998). *La diversidad biológica de México. Estudio de país (1998)*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Córdoba J., García A. (1999). Mapa de la Península de Yucatán, en escala 1:1,200,000. Univ. Complutense/ Laboratorio de análisis cartográfico del CINVESTAV unid. Mérida. Yucatán, México.

De Alba J.; Tapia, C. (1959) Producción Ganadera. En: Beltrán E. (ed.). *Los recursos naturales del Sureste y su aprovechamiento*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A. C. México, D. F. Tomo III.

Debinski D., Holt R. (2000). A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology*. 4(2) pp 342-355.

Dirzo R. (1992). Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México. En: Sarukhán J. y Dirzo R. (eds.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. México, D. F.

Dirzo, R.; García, M. (1992). Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in Southeast Mexico. *Cons. Biol.* 6 (1)

Durán R., Trejo J. C., Ibarra G. (1998). Endemic phytotaxa of the Peninsula de Yucatán. *Harvard Papers in Botany*. 3(2) 265-316.

Durán R., Campos G., Trejo J. C., Simá P., May-Pat F., Juan-Qui M., (2000). Listado florístico de la Península de Yucatán. PNUD, CICY, FMAM. Mérida, Yucatán, México.

Durán R., Olmsted I. (1999). Vegetación de la Península de Yucatán. En: García A., Córdoba J., Alonzo O. (Dirección Científica) (1999). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán (FAUADY). Yucatán, México.

Duch J. (1991). *Fisiografía del estado de Yucatán. Su relación con la agricultura*. Univ. Aut. de Chapingo. México.

Ehrlich, P. (1988). The loss of biodiversity. Causes and consequences. En: Wilson E. (ed.). *Biodiversity*. Nat. Acad. Press. Washington D. C.

Espadas C., Durán R. (2000). Las áreas naturales protegidas en la conservación de las plantas endémicas de la Península de Yucatán. Memorias del IV Congreso de Áreas naturales protegidas, Mérida, Yucatán.

Eastmond A. (1999). El sector agropecuario en Yucatán. En: García A., Córdoba J., Alonzo O. (Dirección Científica). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán (FAUADY). Yucatán, México.

- Estrada H., (2000). *Caracterización y cartografía del recurso suelo del municipio de Hocabá, Yucatán*. Tesis de maestría. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, UADY. Mérida, Yucatán, México.
- Ferreira L., Laurance W. (1997). Effects of forest fragmentation on mortality and damage of selected trees in Central Amazonia. *Cons. Biol.* Vol. 11 (3) pp 797-801.
- Forman R. (1995). *Land mosaics. The Ecology of landscapes and regions*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Franco, C. A. (1989) *Ganadería y poder político: Estudio de caso en el municipio de Tizimin, Yucatán*. Tesis de Maestría. Universidad de Chapingo, México.
- García A., Córdoba J., Alonzo O. (Dirección Científica) (1999). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán (FAUADY). Yucatán, México.
- García E. (1973). Modificación al sistema de clasificación climática de Copen. Instituto de Geografía UNAM. México.
- González J. A., Granados J., Tun F., Olmsted I.(1999). Tipos de vegetación. En: Olmsted I. Vegetación. *Atlas de procesos territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura UADY. Yucatán, México.
- Gouche A. (1989) *The nature of the environment*. Basil Blackwell. E.U.
- Halfpter G., Gómez-Pompa A., Casco R., Leff E. (1976). Desarrollo del trópico mexicano. *Ciencia y Desarrollo*. No. 6, 17-21.
- Hernández L. (2001) (comp.). *Historia ambiental de la ganadería en México*. Institut de Recherche pour le développement, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.
- Hernández, X.; Bello, E.; Levy, S. (1995) (comp.). *La milpa en Yucatán. Un sistema de producción agrícola tradicional*. Tomo 1. Colegio de Postgraduados.
- Hughes R. F., Vitousek P. M., Tunison T. (1991). Alien grass invasion and fire in the seasonal submontane zone of Hawai'i. *Ecology* 72:743-746.
- Hurtubia J. (1980). Ecología y desarrollo: evolución y perspectivas del pensamiento ecológico. En: Sunkel O., Gligo N. (Comp.). *Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina*. Fondo de Cultura Económica. México.
- INEGI. *V Censo Agrícola-Ganadero 1970* (1975). Instituto de Estadística Geografía e Informática. México
- INEGI. *VI Censo Agrícola-Ganadero 1981* (1989). Instituto de Estadística Geografía e Informática. México
- INEGI. *VII Censo Agrícola-Ganadero 1991* (1994). Instituto de Estadística Geografía e Informática. México.

INEGI. Anuario estadístico del estado de Campeche 1999. Instituto de Estadística Geografía e Informática. México.

INEGI. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo 1999. Instituto de Estadística Geografía e Informática. México.

INEGI. Anuario estadístico del estado de Yucatán 1999. Instituto de Estadística Geografía e Informática. México.

INEGI. Anuario estadístico del estado de Campeche 2000. Instituto de Estadística Geografía e Informática. México.

INEGI. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo 2000. Instituto de Estadística Geografía e Informática. México.

INEGI. Anuario estadístico del estado de Yucatán 2000. Instituto de Estadística Geografía e Informática. México.

Innes J., Koch B. (1998) Forest Biodiversity and its assessment by remote sensing. *Global ecology and Biogeography letters*. (7) 397:419.

Jardel E. (1994). Las áreas protegidas en la práctica. Conferencia presentada en el Simposio Internacional de la Society for Conservation Biology y la Association for Tropical Biology. Guadalajara 1994. Dossier Conservación biológica en México. Instituto Manantlán de Ecología.

Kalesnik S. V. (1974). The subject, system and classification of the geographical sciences. En *Theoretical problems in physical and economic geography*. Vol. 1 Abramov L. S. (ed) G.K. May & Co. Boston MA.

Laurance W. F., Ferreira L. V., Rankin-de Merona J. M., Laurance S. G., Hutchings R. W., Lovejoy T. E. (1998). Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Cons. Biol.* 12:460-464

Lazos E. (2001). Ciclos y rupturas: dinámica ecológica de la ganadería en el sur de Veracruz. En: Hernández L.(comp.) *Historia ambiental de la ganadería en México*. Instituto de Ecología, A. C. – Institut de recherche pour le développement. México.

Leff E. (1990). Introducción a una visión global de los problemas ambientales de México. En: Leff, E. (coord.). *Medio ambiente y desarrollo en México*. Vol. I. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades UNAM. Miguel Ángel Porrúa.

Lesser J., Wiedie A. (1988). Region 25, Yucatan Peninsula. The Geology of North America. Vol O-2, Hydrogeology. The Geological Society of America.

Levy S., Hernández X., E. (1995). Aprovechamiento forestal tradicional de los hubchés en Yucatán. En: Hernández E., Bello E., Levy S. (comp.). *La milpa en Yucatán. Un sistema de producción agrícola tradicional*. Tomo 1. Colegio de Postgraduados, México.

Ludwig D.; Hilborn R.; Walters C. (1993) Uncertainty, resource exploitation and conservation lessons from history. *Ecological Applications*. 3(4). pp 547-549.

- Lugo A. (1988). Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. En Wilson E. (ed.) *Biodiversity*. Nat. Acad. Press. Washington D. C.
- Lugo J. (1999). El relieve de la Península de Yucatán. En: *Atlas de procesos territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura UADY. Yucatán, México.
- Lugo M., Aceves J. F., Espinosa R. (1992) Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. *Revista Instituto de Geología*, UNAM. 10 (2) pp 143-150.
- Maas J. F., Correa J. M. (2000). Análisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida "Los petenes" Campeche, México. *Investigaciones Geográficas, Bol. del Inst. de Geografía UNAM*. Vol. 43 pp 42-59.
- Martínez E., Sabido R., Salas E. (1999). Uso del suelo. En: García A., Córdoba J., Alonzo O. (Dirección Científica) (1999). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán (FAUADY). Yucatán, México.
- McIntyre S., Hobbs R. (1999). A framework for conceptualising human effect on landscapes and its relevance to management and research models. *Cons. Biol.* Vol. 13 (6) pp 1282-1292.
- McKnight T. (1984). *Physical Geography. A landscape appreciation*. Prentice Hall. New Jersey.
- Mendoza E. (1997). Análisis de la deforestación de la selva lacandona: patrones, magnitud y consecuencias. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Miranda F. (1959). Estudios acerca de la vegetación. En: Beltrán E. (ed.). *Los recursos naturales del Sureste y su aprovechamiento*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A. C. México, D. F. Tomo III.
- Miranda F., Hernández E. (1963). *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. Bol. Soc. Bot. Mex. 28:29-59
- Murphey R. (1982). *The scope of geography*. Methuen. N. York. 3a ed.
- NRF. National Research Council (1997). *Rediscovering Geography. New relevance for science and society*. National Academy Press. Washington D. C.
- Oldfield L.; Alcorn J. B. (1987). Conservation of traditional agroecosystems. *Bioscience*. 37 (3).
- Olmsted I., Durán R. (1986) Aspectos ecológicos de la selva baja inundable en la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an , en Quintana Roo. *Biotica* 11(3):151-179
- Orellana R. et al. (1999). Análisis climático. En: García A., Córdoba J., Alonzo O. (Dirección Científica) (1999). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán (FAUADY). Yucatán, México.
- Palacio J. L., Bocco G., Velázquez A., Mas J. F., Takaki F., Victoria A., Luna L., Gómez G., López J., Palma M., Trejo I., Peralta A., Prado J., Rodríguez A., Mayorga R., González F. (2000). La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Inv. Geográficas, Boletín del Inst. de Geografía*, UNAM. 43 pp 183-203.

- Perramond E. (2001). La ganadería sonorense y los cambios ecológicos: una propuesta. En: Hernández L. (comp.) *Historia ambiental de la ganadería en México*. Inst. de Ecología A. C.- Inst. de recherche pour le développement. México.
- Primack R. (1993). *Essentials in conservation biology*. Sunderland, Massachusetts. Sinauer.
- Primack R., Rozzi R., Feisinger P., Dirzo R., Massardo F. (2001). *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Quattrochi D., Pelletier R. (1991) Remote sensing for analysis of Landscapes, an introduction. En: Turner M., Gardner R. *Quantitative methods in Landscape Ecology*. Springer-Verlag. Berlín.
- Revel-Mouroz J. (1980). *Aprovechamiento y colonización del trópico mexicano. La vertiente del Golfo y del Caribe*. Fondo de Cultura Económica. México
- Robinson G., Holt R., Gaines M., Hamburg S., Johnson M., Fitch H., Martinko E. (1992). Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation. *Science* 257, 524-526.
- Rosenberg K., Lowe J., Dhondt A. (1999). Effects of forest fragmentation on breeding tanagers: a continental perspective. *Cons. Biol.* Vol. 13 (3) pp 568-583.
- Ruenes M. R., Jiménez J., Aké A. (1999). Recursos genéticos y regiones de especialización productiva. En: García A., Córdoba J., Alonzo O. (Dirección Científica) (1999). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán (FAUADY). Yucatán, México.
- Sabido R., Ortiz S., Martínez E., Xix G. (1999). Uso del suelo en Salas E., Uso del suelo. En: García A., Córdoba J., Alonzo O. (Dirección Científica) (1999). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán (FAUADY). Yucatán, México.
- Sales .G. (1996). *El sector agropecuario en el estado de Campeche*. Gob. del Estado de Campeche.
- Sarukhán J.; Soberón J., Larson-Guerra J. (1996) Biological conservation in a high beta-diversity country. En Di Castri F., Younés T. (eds) *Biodiversity Science and development: towards a new partnership*. CAB International.
- Savitsky B., Cacher T., (1998) (eds.) *GIS methodologies for developing conservation strategies*. Columbia University Press. Nueva York.
- Segura J. C. (1980). *Diagnóstico de la ganadería bovina del estado de Yucatán*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tabasco, México.
- SEMARNAP (2001). *Plan de manejo de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos*. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Skole D., Tucker (1993). Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1978 to 1988. *Science* 260, junio 1993.

Stedman-Edwards P., Tavera G., Boege E. (2001). Mexico: Calakmul Biosphere Reserve. En: Wood A., Stedman-Edwards P., Mang J. *The root causes of Biodiversity loss*. Earthscan Publications/WWF. London.

Toledo V. M. (1990). El proceso de ganaderización y la destrucción ecológica en México. En: Leff E. (coord) *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*. Vol. I. Miguel Ángel Porrúa y Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades UNAM. México.

Toledo V. M. (1999). Indigenous peoples and biodiversity. En: Levin S. et al (eds.). *Encyclopaedia of Biodiversity*. Academic Press (en revisión).

Toledo V. M.; Carabias, J.; Mapes, C.; Toledo, C. (1985). *Ecología y autosuficiencia alimentaria*. Siglo Veintiuno Editores. México.

Toledo V. M., Castillo A. (1999). La Ecología en Latinoamérica. Siete tesis para una ciencia pertinente en una región en crisis. *Interciencia* 24(3).

Trejo I. (en revisión). Características del medio físico de la selva baja caducifolia de México.

Tudela F. (1990). Recursos naturales y sociedad en el trópico tabasqueño. En: Leff, E.; Carabias, J. (coord.). *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*. Vol. I. Miguel Ángel Porrúa y Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades UNAM. México.

Turner M., Gardner R. (1991). *Quantitative methods in Landscape Ecology*. Springer-Verlag. Berlín.

Villafuerte D., García M. C., Meza S. (1993). *Ganaderización. Deforestación en el trópico mexicano y sus expresiones en el estado de Chiapas*. México D. F.
<http://www.ucr.edu/pril/peten/images/proaft/chiapas0.html>.

Villanueva M., E. (1990). La formación de las regiones en la agricultura (El caso de Yucatán). Maldonado Ed./INI/FCA-UADY/CEDRAC. Mérida, Yucatán, México.

Villegas G., Bolaños A., Olguín L. (2001). *La ganadería en México*. Instituto de Geografía/ Plaza Valdés Ed. México, D. F.

Wilson E. (1988) (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press. Washington D. C.

Xix G. (1999). Uso agrícola. En: Salas E. Uso de suelo. *Atlas de procesos territoriales de Yucatán*. Fac. de Arquitectura UADY, México.

Young T. (2000). Restoration ecology and conservation biology. *Biol. Cons.* 92 pp 73-83.