

Informe final* del Proyecto B033
Deforestación y fragmentación del hábitat: consecuencias ecológicas sobre la fauna de mamíferos de la selva tropical estacional

Responsable: M en C. Álvaro René Miranda García
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Ecología
Dirección: Departamento de Ecología Funcional y Aplicada
Laboratorio de Ecología de Mamíferos
Correo electrónico: ND
Teléfono/Fax: Tel: 5622 9042 Fax: 5622 9004
Fecha de inicio: Julio 15, 1994
Fecha de término: Marzo 31, 1998
Principales resultados: Base de datos, Cartografía, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Miranda, A. 1997. Deforestación y fragmentación del hábitat: consecuencias ecológicas sobre la fauna de mamíferos de la selva tropical estacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. B033.** México, D.F.

Resumen:

La deforestación y fragmentación del hábitat son consideradas entre las principales causas de la pérdida de biodiversidad. Diferentes eventos guían a la deforestación y la fragmentación dando por resultado diversos patrones en el paisaje, sin que hasta el momento podamos determinar sus efectos y consecuencias sobre la conservación de las especies y los procesos ecológicos y evolutivos. Este estudio determina la magnitud de los cambios espacio-temporales de la deforestación y la fragmentación en la selva tropical estacional del occidente de México. Analiza las consecuencias del proceso centrado en los efectos sobre la estructura y composición de especies de mamíferos terrestres (no voladores), en los efectos poblacionales y demográficos para el grupo de los roedores y en la contribución de este sensible grupo al proceso ecológico de la remoción de semillas, uno de los más importantes que los roedores juegan en este tipo de selvas. Puesto que la mayor parte de las áreas naturales que se conservarán en el futuro, serán áreas fragmentadas, este tipo de estudios serán de mucho valor para evitar y revertir la pérdida de las especies de sus procesos ecológicos y evolutivos. Esto resulta de particular valor para la selva tropical estacional en el occidente de México, donde la deforestación y la fragmentación son más frecuentes cada día y donde muchos mamíferos son endémicos o se encuentran en algún riesgo de extinción.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

DEFORESTACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT: CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS SOBRE LA FAUNA DE MAMÍFEROS DE LA SELVA TROPICAL ESTACIONAL EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO

INFORME FINAL/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/FBI OOB033194 ALVARO MIRANDA/Instituto de Ecología/Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCCION

Este documento constituye el informe final de actividades acordado en el convenio FB 100/B033/94 entre la CONABIO y la UNAM para el proyecto denominado: DEFORESTACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT: CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS SOBRE LA FAUNA DE MAMÍFEROS DE LA SELVA TROPICAL ESTACIONAL.

El informe presenta el análisis de los resultados generados por el estudio y su estructura, como ha sido costumbre, en secciones que corresponden a los apartados contenidos en el proyecto del convenio *específico*.

El primer capítulo muestra los resultados obtenidos sobre el estudio del proceso histórico de la deforestación y la fragmentación de la selva tropical estacional en el occidente de México. Desde una perspectiva regional se analiza el proceso para toda la costa de Jalisco y a escala local se analiza una ventana sobre la región de Chamela-Cuixmala-Tenacatita.

La segunda sección contiene los resultados más relevantes sobre las implicaciones que tiene la deforestación y la fragmentación del hábitat en la comunidad de mamíferos terrestres (no voladores) que habita la selva tropical estacional de esta región. El sistema de estudio utilizado para este propósito es representativo de las condiciones reales de transformación del *paisaje* en la zona.

El tercer apartado muestra los resultados del estudio diseñado para determinar los efectos en la dinámica y ecología de poblaciones de pequeños mamíferos cuando viven en condiciones de deforestación y fragmentación de la selva.

El último punto de este informe es una breve síntesis de los datos integrados a la base de datos sobre la historia natural de los mamíferos en la región, generada con la información recopilada y producida durante todo el estudio.

La información cartográfica sobre el proceso histórico de deforestación y fragmentación se entrega también en diversos formatos magnéticos para su evaluación. De igual manera se entrega la base de datos elaborada en el sistema de administración de bases de datos relacionales para Windows de Microsoft Access.

transformación del paisaje, lo cual propicia la aparición de procesos como el de la fragmentación.

El propósito de este estudio es proveer los elementos cartográficos y el análisis cuantitativo para entender el proceso histórico reciente de la deforestación y la fragmentación del hábitat en la Costa de Jalisco. La primera parte del trabajo es un diagnóstico a escala regional que monitorea el proceso sobre los datos obtenidos para 1973, 1980, 1986 y 1992. La segunda parte es un diagnóstico a escala local que presenta con mayor detalle el proceso, diferenciando entre los principales tipos de vegetación con datos de 1973 y 1989. Se incluye un análisis espacial de la distribución de fragmentos de selva y de las áreas deforestadas. Este estudio es el marco de referencia local para la realización de los estudios que examinan los efectos de la deforestación y la fragmentación del hábitat, sobre algunos componentes de la biodiversidad. La presencia de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixtlan dentro del área de estudio, permite las comparaciones con áreas de selva no perturbadas y valorar su importancia como área de conservación en el contexto local y regional.

1.2 ARFA DE ESTUDIO

La región de estudio comprende la costa de Jalisco en el occidente de México localizada entre los 19° 00' 00" N y 20° 30' 00" N de latitud y entre 104° 00' 00" W y 105° 45' 00" W de longitud. (Fig.1). Cubre una extensión de casi 300 km de costa y un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 500 m de altitud en promedio sobre la vertiente Pacífica del la Sierra Madre del Sur. La fisiografía dominante son los lomeríos y las pequeñas cañadas que confluyen en arroyos estacionales, interrumpidos por las planicies aluviales de los ríos con caudal de agua permanente. La geología estructural de la costa de Jalisco consiste en cadenas montañosas orogénicas, compuestas principalmente por rocas volcánicas que se depositaron sobre un basamento metamórfico. Esta área es tectónicamente muy activa por la cercanía a la costa de un punto tectónico triple. Los suelos dominantes son los de composición arenosa, neutros, con poca materia orgánica en los lomeríos y elevaciones bajas. En las planicies aluviales los suelos son más profundos y fértiles, en su mayoría con buen drenaje (Bullock 1988).

El clima es tropical, con una marcada estacionalidad entre la época de lluvias (julio-octubre) y la de secas (noviembre junio). La temperatura media anual está alrededor de los 24 °C, la mínima alrededor de los 18 °C. La precipitación total anual es de 750 mm en promedio pero puede oscilar entre los 600 y 1,000 mm. En verano (julio-septiembre) los vientos vienen con las depresiones tropicales, son de intensidad variable hasta huracanes. (Bullock 1988).

Diversidad Biológica

La complejidad fisiográfica, climática y geológica determinan que esta región posea gran heterogeneidad ambiental y un complejo mosaico de paisajes que la hacen ser una de las más ricas e interesantes del neotrópico por su componente endémico de biodiversidad (Ceballos 1995).

Se han descrito al menos 8 tipos de vegetación, de los cuales sobresalen la selva baja caducifolia y la selva mediana subperennifolia o vegetación de arroyo como los más importantes por su extensión. Se ha detectado la presencia de más de 1,300 especies de

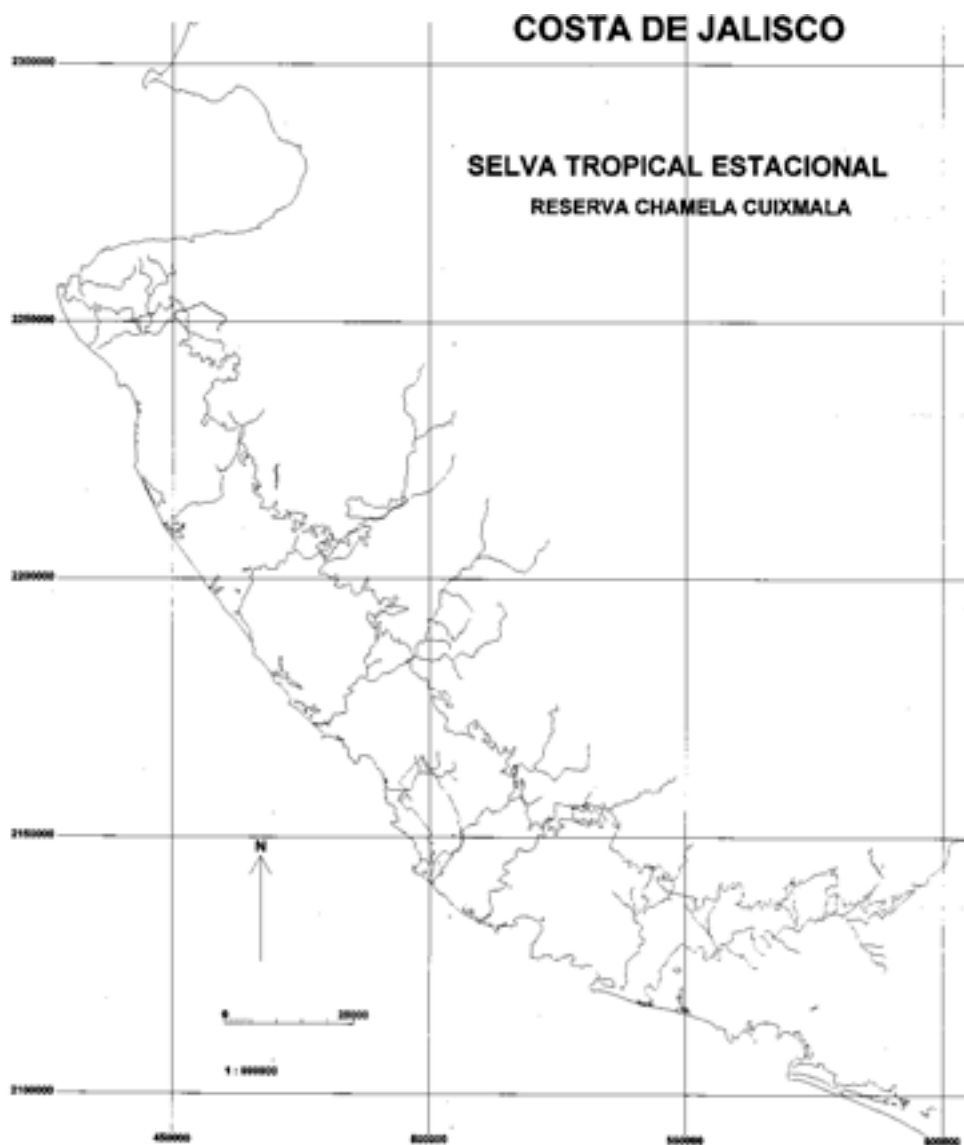


Figura 1. Mapa de la distribución de la selva tropical estacional en la costa de Jalisco.

1.4 DEFORESTACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT: PROCESO HISTÓRICO RECIENTE SOBRE LA SELVA TROPICAL ESTACIONAL EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO

1.1.INTRODUCCION

El proceso de deforestación y la consecuente degradación del medio ambiente conducen a la pérdida de la diversidad biológica, uno de los problemas más agobiantes a los que se enfrenta la sociedad contemporánea en su conjunto (Ehrlich 1988; Ehrlich y Ehrlich 1981). Este proceso continúa produciéndose de manera intensa en muchas regiones del mundo, particularmente en las zonas tropicales y sus consecuencias sobre el mantenimiento de la biodiversidad son muy poco conocidas (Myers 1988).

En México la deforestación se está tornando de proporciones alarmantes. Las aproximaciones hechas para la década de los ochenta, a partir de estadísticas gubernamentales, muestran que solo entre el 23 y el 32% (44.2 a 81.8 millones de ha) de la superficie del país mantiene una cubierta de bosques cerrados y las estimaciones sobre la magnitud de la deforestación oscilaron entre 365,000 y 1,500,000 ha por año para este mismo periodo (Cairns *et al.* 1995).

Comparando entre los distintos tipos de bosque, se ha demostrado que las selvas estacionales son las más afectadas por la cantidad de hectáreas (ca. 300,000) que se desmontan al año y las segundas, después de las selvas húmedas, por la tasa o velocidad (1.9 %/año) a la que esta ocurre (Maser *et al.* 1992).

Estos estudios puntuales son importantes para visualizar la magnitud del fenómeno, pero limitados para valorar el problema en su contexto dinámico, por lo que es necesario realizar estudios secuenciales que permitan reconstruir el proceso histórico y sobre todo predecir, los cambios espaciales y temporales de la deforestación y la fragmentación.

Diferentes factores guían la transformación del paisaje, originando diversos patrones de fragmentación en el mismo. Hasta ahora las investigaciones al respecto no han progresado lo suficiente para distinguir entre los tipos de fragmentación existentes y determinar sus consecuencias sobre la diversidad biológica.

La selva estacional es uno de los hábitats ampliamente distribuidos en el país, pero a la vez uno de los más intensamente perturbados. Las selvas estacionales representan también uno de los hábitats más ricos en especies y de mucho valor por la proporción de especies endémicas que ahí habitan (Dirzo 1992, Ceballos y García 1995). Con relación a otras regiones del país, donde la selva estacional ha prácticamente desaparecido, la Costa de Jalisco ha sido considerada tradicionalmente, como un área virgen, como una de las extensiones de selva estacional más grandes y mejor conservadas en Mesoamérica, sin que hasta el momento se conozca en términos cuantitativos la realidad de dicha aseveración (Ceballos 1995).

En los años cuarenta el gobierno decidió promover el desarrollo de esta región, lo cual propició el inicio de la colonización de la costa. Es hasta la década de los setenta cuando las obras de infraestructura, como carreteras y presas, permiten la intensificación en la explotación de los recursos y con ello el incremento de la deforestación y la

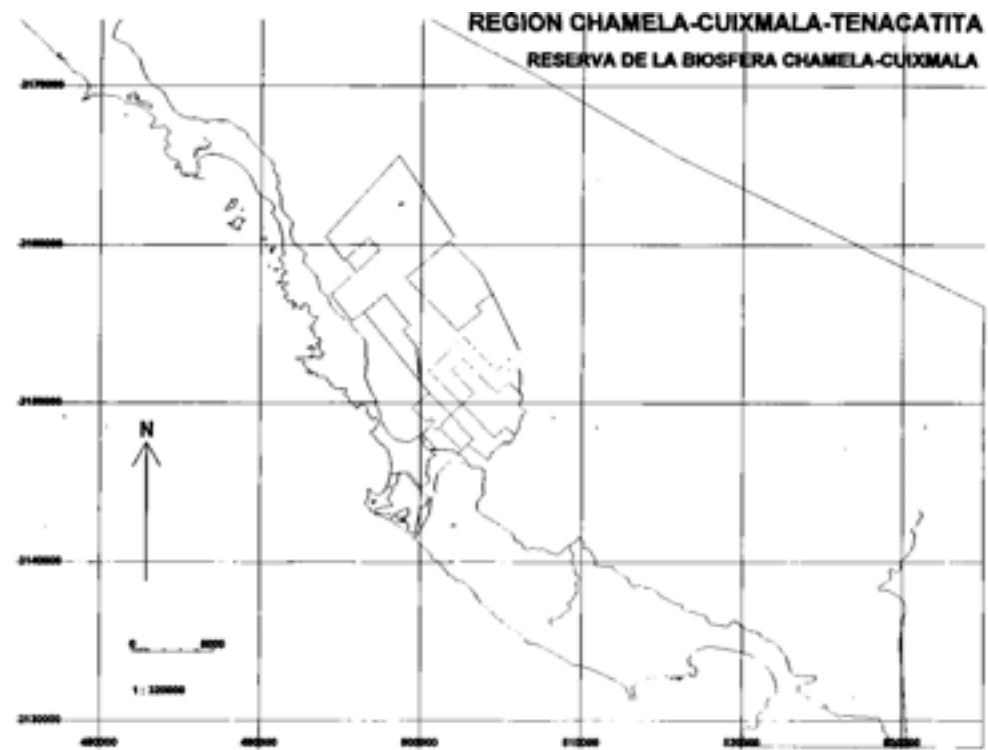


Figura 2. Mapa de la región de Chamela-Cuixmala-Tenacatita y polígono de la Reserva de la Biosfera de Charnela-Cuixmala.

plantas (Lott 1993). El componente faunístico está representado hasta ahora por 76 especies de peces, 85 de anfibios y reptiles, 270 a 430 de aves, 82 de mamíferos terrestres, y un número aún no determinado, pero que sobrepasa varios miles, de invertebrados.

El medio socioeconómico

Estudios arqueológicos indican una antigüedad de ocupación humana de por lo menos 4,000 años. Su presencia fue extensa pero de baja densidad, cultivando solamente en terreno aluvial, y experimentado una disminución drástica de la población posterior a 1524 (Bullock 1988). Hacia 1940 se inicia la recolonización de la costa que ahora ocupa parte de 5 municipios donde la densidad poblacional es baja 8.4 hab/km² en relación con los 56.2 hab/km² de promedio para todo el estado (según datos del censo de INEGI 1980).

El proceso de colonización más reciente ha sido facilitado por la apertura de la carretera costera, pavimentada en 1972 y por la construcción de la presa Cajón de Peña con la infraestructura para el desarrollo de un distrito de riego de más de 30,000 ha (JICA 1996).

La agricultura intensiva está limitada en extensión por la falta de agua y ha dejado de ser la actividad preponderante, dejando su lugar a la ganadería extensiva que se realiza en pastizales inducidos, propiciando el desmonte extensivo de lomeríos por métodos tradicionales como la "tumba y quema" o más modernos como el desmonte con maquinaria pesada.

La ganadería representa la actividad que mayor superficie de terreno ocupa, aunque no necesariamente la que más ingresos produce. Las actividades turística, aunque poco desarrollada por el momento, se asienta en la franja costera utilizando e impactando las áreas de humedales, por la extracción de agua dulce, la perturbación o eliminación de los ecosistemas y la modificación del paisaje.

1.3 MÉTODOS

Este trabajo analiza el proceso de deforestación y fragmentación en la Costa de Jalisco, México a dos escalas espaciales y temporales, con objetivos y métodos diferentes. El primero es a escala regional para determinar los cambios de la cobertura vegetal en general en cuatro secuencias temporales, desde 1973 hasta 1992. El segundo a escala local para evaluar el proceso diferenciando entre los tipos de vegetación dominante en la región.

DATOS

Imágenes

Se monitoreó el proceso histórico de la deforestación y fragmentación del hábitat en la costa de Jalisco con imágenes de satélite Landsat Multi Spectral Scanner (MSS) y fotografías aéreas. Se utilizaron este tipo de imágenes por sus ventajas en cuanto a la gran cobertura de terreno que proporcionan, la disponibilidad de un banco de imágenes que permite la selección de secuencias temporales, la versatilidad de formatos para procesar y su costo en el mercado.

A pesar de las numerosas imágenes tomadas desde el lanzamiento de los satélites Landsat en 1972 y que están almacenadas en varios centros de distribución, un escaso número de ellas permiten completar secuencias temporales para la región cumpliendo con los requerimientos de calidad para este tipo de análisis. Se utilizaron 19 imágenes de

satélite y fotografías aéreas de dos vuelos, correspondientes a la época de secas cuya cobertura de nubes fue siempre menor al 10% (ver referencias al final del trabajo).

Las imágenes MSS (1973(2), 1980(3), 1986(3), 1992(3)) tienen una resolución espacial (pixel) de 80x80m y cuatro bandas de frecuencia del espectro visible, pero solo se utilizó la banda 4 que da el mayor contraste entre diferentes usos del suelo.

Las fotografías aéreas son de 1973 y 1989 a escala 1/150,000 y 1/75,000 respectivamente, pancromáticas blanco y negro, tomadas en la época de secas.

Observaciones de campo

Antes, durante y posterior al procesado de las imágenes se realizaron prospecciones en el campo. Las observaciones se realizaron entre 1994 y 1997, además de la experiencia de trabajar en el área desde 1982. Estas fueron de varios tipos: i) recorridos sobre el área y ubicación de puntos sobre el con GPS (sistema de posicionamiento geográfico) para determinar los tipos de cobertura presente. ii) determinación de puntos de interés sobre la imagen, su localización en el terreno con GPS para la determinación del tipo de cobertura y iii) reconocimientos aéreos sobre la región apoyados con GPS para verificar la cobertura en áreas de difícil acceso por tierra.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Escala Regional

El análisis de la evolución de la cobertura forestal se realizó a escala regional sobre un área de ca. de 4,000km² centrados en la franja de vegetación de aproximadamente 200 km a lo largo de la costa y 20 km de ancho en promedio que cubre desde el nivel del mar hasta los 500 msnm y donde se desarrolla como vegetación dominante la selva tropical estacional (Fig. 1). Las imágenes fueron procesadas para dar una simple tricotomía separando como: i) "selva" a las áreas con vegetación original y acahuals (bosques secundarios) en regeneración con estructura densa y componente arbóreo heterogéneo, ii) "deforestado" las áreas altamente perturbadas y sin cobertura forestal original (campos agrícolas, suelos desnudos, zonas urbanizadas, pastizales, huertas, acahuals en regeneración sin estructura arbórea), iii) lagunas, esteros y otros cuerpos de agua.

La interpretación se hizo de forma manual sobre la impresión ampliada de las imágenes a escala 1/250,000, auxiliada con fotografía aérea y verificaciones de campo. La ampliación se realizó con los negativos producidos por Landsat por métodos fotomecánicos para asegurar su correcta ampliación y corregir su posible distorsión. La resolución de esta escala no permite identificar áreas menores a 4 píxeles por lo que éstas fueron excluidas para el estudio regional. Este método puede considerarse de poca resolución, pero resulta poco dependiente de la tecnología y sobre todo muy accesible en términos económicos.

Los mapas analógicos producidos fueron digitalizados y transformados a formato digital primero en sistema vectorial y posteriormente a sistema rasterizado. El manejo computarizado de la información se hizo a través del sistema de información geográfica (SIG) ILWIS v 1.41 desarrollado por el ITC (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences) de Holanda.

La tasas de deforestación fueron calculadas con el mismo procedimiento utilizado por Dirzo y García (1992),

$$r = 1 - \frac{(1 - A_1 - A_2)t}{A_1} \quad (a)$$

donde: A_1 es el área inicial, A_2 el área final y t el tiempo transcurrido.

El patrón de perturbación del paisaje fue analizado al cuantificar el número y la superficie ocupada por las áreas deforestadas y los remanentes de vegetación original.

Escala Local

El interés del estudio a escala local es analizar con mayor precisión la distribución espacial de la deforestación y su efecto diferencial sobre los principales tipos de vegetación, aunado a ello analizamos la distribución espacial de los remanentes de selva y la matriz transformada que conforman en conjunto los elementos que describen la ecología del paisaje natural y perturbado.

Una ventana de aproximadamente 1,500 km² (75 km de costa por 20 km de ancho promedio), localizada en la mitad sur de la costa fue analizada con fotografía aérea para 1973 y 1989 (Fig. 2). La interpretación de las imágenes se realizó de forma manual, utilizando para ello un lente estereoscópico. La foto interpretación fue corregida al integrarse al SIG con al menos 5 puntos por foto, referenciados geográficamente a la cartografía topográfica de INEGI escala 1/50,000. Cuatro clases fueron diferenciadas: i) cobertura forestal de "selva baja caducifolia", ii) cobertura forestal de "selva mediana" subperennifolia en sus variantes de arroyo y mezclado con palmar, iii) "deforestado", en los mismos términos del estudio previo, áreas altamente perturbadas y sin cobertura forestal original (campos agrícolas, suelos desnudos, zonas urbanizadas, pastizales, huertas, acahuals en regeneración sin estructura arbórea) y iv) lagunas, esteros y otros cuerpos de agua.

Los mapas analógicos fueron transformados a formato digital por el mismo procedimiento descrito en el estudio previo. La interpretación fue verificada con puntos de validación referenciados con GPS obtenidos, en recorridos sobre el terreno y a través de reconocimientos aéreos.

Las áreas deforestadas y fragmentadas, fueron contadas y medida su superficie, con estos datos se generó el patrón de fragmentación y la distribución de frecuencias para describir la estructura del paisaje. Para el cálculo de la tasa de deforestación por tipo de selva se utilizó el mismo método utilizado anteriormente a partir de la fórmula formula (a).

1.4 RESULTADOS

Monitoreo de la deforestación y fragmentación del hábitat a escala regional

Los mapas generados a partir de las imágenes Landsat MSS ilustran gráficamente la evolución del paisaje de la región y muestran intensos cambios en la cobertura de la vegetación original para convertirse en áreas deforestadas (Figs. 3,4,5,6). Es posible percibir a la deforestación como un proceso continuo, variable en el espacio y en el tiempo, y de claro efecto acumulativo.

Cambios hasta 1973

Hasta este momento el proceso de deforestación se presenta de forma incipiente, con áreas relativamente pequeñas y restringidas a las llanuras aluviales de los ríos de caudal permanente (Fig 3). La integridad de la cobertura forestal se mantiene como un continuo y las zonas de perturbación se presentan de forma aislada en su mayoría como franjas angostas. Si consideramos que el proceso de colonización más importante en la región se inició a partir de 1940, el avance de la deforestación durante estos primeros 30 años equivale al 8% de la superficie total y ocurrió de forma lenta en comparación con los últimos 20 años analizados.

Cambios entre 1973 y 1980

Durante este período de siete años el impacto de la deforestación es superior al experimentado en los 30 años anteriores (Fig 4). Se transformó el 9.5% de la superficie con vegetación original y se acumuló el 17% de la superficie total como áreas deforestadas (Tabla 1). Dos factores son importantes de destacar: i) la magnitud del proceso y ii) la velocidad a la cual este ocurre. El patrón de perturbación del paisaje se vuelve diferente al producirse la ruptura en la continuidad de la masa forestal y favorecer la fragmentación, además de iniciarse un nuevo e intenso proceso de deforestación a través de la creación de numerosas áreas (intrusiones) de tamaño variable dispersas en la matriz de vegetación original (Tabla 2).

Este pulso en la deforestación coincide con la realización de dos grandes obras de infraestructura en la región: i) la apertura de la carretera costera que cruza a todo lo largo la región y ii) la construcción y puesta en marcha de la presa Cajón de Peña para alimentar el complejo y extenso sistema de canales de riego del distrito de Tomatlán con capacidad para irrigar más de 30,000 ha.

Cambios entre 1980 y 1986

Para el período entre 1980 y 1986 el ritmo de la deforestación se reduce, con relación al período anterior, con la pérdida del 4.7% de la superficie forestal, para acumular una pérdida total del 20% de la superficie original (Fig. 5) (Tabla 1). Sin embargo los efectos de la deforestación se reflejan en la expansión de las áreas ya existentes y se intensifica el proceso de fragmentación en las áreas con mayor perturbación, manteniendo constante el número de intrusiones sobre la matriz de selva (Tabla 2).

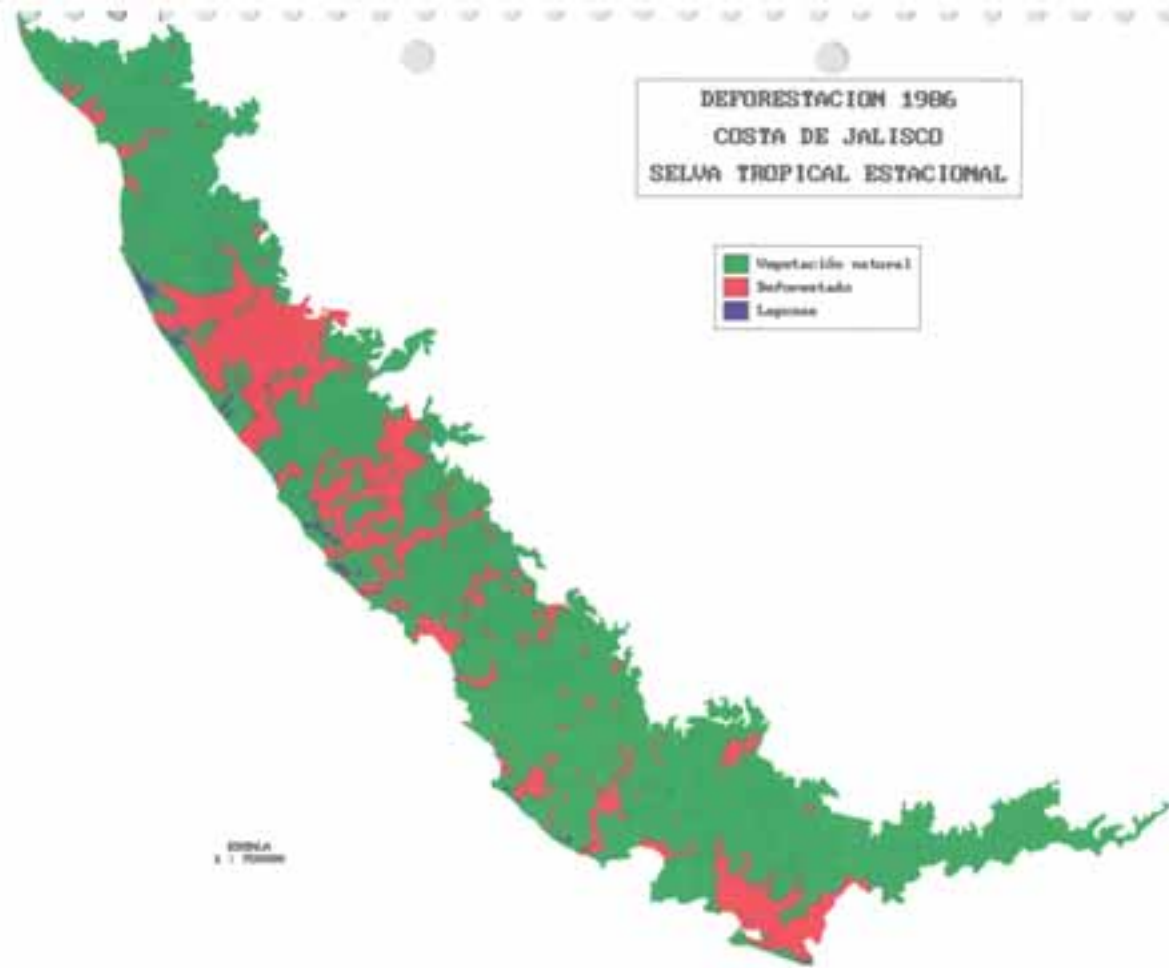
Cambios entre 1986 y 1992

La deforestación como resultado de estos últimos 6 años se coloca en niveles sin precedente para la región (Fig. 6). Se desmonta más del 12% de las áreas existentes y el total acumulado por la deforestación alcanza el 30% de la superficie original (Tabla 1). Por una parte, la presencia de nuevos focos de desmonte en el interior de la matriz natural, y por otro, la reducción en el número y extensión de los fragmentos de selva, es lo más significativo en cuanto a la transformación del paisaje (Tabla 2).



Figura 3. Mapa de la cobertura *de la selva* tropical estacional y deforestación en la costa de Jalisco en 1973.

DEFORESTACION 1986
COSTA DE JALISCO
SELVA TROPICAL ESTACIONAL



ESCALA
1 : 100000

AÑO	AREA ESTIMADA Km ²	ÁREA PERDIDA Km ²	ÁREA PERDIDA POR AÑO Km ²	% PERDIDO	% PERDIDO ACUMULA DO	TASA DEFORESTACI ÓN (%AÑO)
SELVA ORIGINAL (1950)	3896,7					
		323.3	14.7	8.3	8.3	0.39
1973	3573.4					
		340.7	48.7	9.51	7.8	1.42
1980	3232.7					
		152.7	25.4	4.7	22.6	0.80
1986	3080.0					
		388.4	64.7	12.6	35.2	2.22
1992	2691.6					

Tabla 2. Patrón de fragmentación y efectos de borde de la selva tropical estacional en la Costa de Jalisco, México

AÑO	FRAGMENTOS DE SELVA	AREA DE SELVA Km ²	FRAGMENTOS DEFORESTADOS	AREA DEFORESTADA Km ²	EFECTO DE BORDE	
					SELVA Km	DEFORES T Km
SELVA ORIGIN 1950	1	3 896.7	0	0		
1973	7	3 573.4	51	323.3	1895.3	868.2
1980	26	3232.7	82	664.0	2 334.9	1397.1
1986	40	3080.0	82	816.7	2476.4	1564.0
1992	28	2691.6	92	1205.1	2302.8	1792.2

lo

Monitoréo de la deforestación y fragmentación del hábitat a escala local

El patrón de deforestación de la ventana a escala local para los años 1973 y 1989 muestra un intenso proceso de conversión de la vegetación original en áreas deforestadas equivalente al 19.6% de la superficie (Figs. 7 y S). Analizando el efecto diferencial sobre cada tipo de selva observamos que la selva baja contribuyó con la mayor proporción del área desmontada alrededor del 17% y la selva mediana con el 2.5%. Sin embargo en relación al área que cubría en 1973, la selva baja perdió para 1989 el 19.4% mientras que la selva mediana perdió el 21.2% de su superficie en el mismo tiempo (Tabla 3). Es importante señalar que el impacto de la deforestación sobre la selva mediana es más intenso pues se deforesta más rápido, 1.48 % anual, y su distribución está más restringida. Si consideramos que la mayor parte de la *deforestación* anterior a 1973 ocurrió sobre áreas que tenían como cobertura original la selva_ mediana podemos estimar que este tipo de vegetación ha visto reducida su distribución en más del 50% por los *efectos* de la deforestación.

Análisis espacial de la transformación del paisaje a escala local

El proceso de transformación del paisaje está determinado por la manera en que la deforestación se ha desarrollado en la zona. Dentro de este proceso que es continuo se pueden diferenciar cinco tipos de paisaje o etapas las cuales se encuentran en constante proceso de cambio y cuya proporción cambia en el espacio y en el tiempo.

- i) donde lo que domina el paisaje es la condición original con su cobertura de selva baja caducifolia con sus interdigitaciones de selva mediana.
- ii) el inicio de la perturbación de la condición natural, donde lo que domina el paisaje son las intrusiones de pequeños desmontes bien localizados, que generalmente se producen en las zonas con vegetación de selva mediana (por sus cualidades de calidad de suelo, humedad, disponibilidad de agua), pero que con el tiempo van incrementado su tamaño hasta, en algunos casos, conectarse entre ellos.
- iii) un estado avanzado de perturbación donde la dominancia en el paisaje de la matriz natural o de la matriz transformada no es clara.
- iv) donde el paisaje empieza a ser dominado por la matriz transformada pero en cuyo interior se pueden encontrar remanentes o fragmentos aislados de vegetación original de tamaño variable.
- v) el dominio total del paisaje por el ambiente transformado.

El estado actual (1989) del proceso de transformación del paisaje, puede ser resumido analizando la frecuencia de tamaños de las áreas de los dos principales elementos que lo conforman, la matriz natural con vegetación original y la matriz transformada por las actividades humanas (Tabla 4).

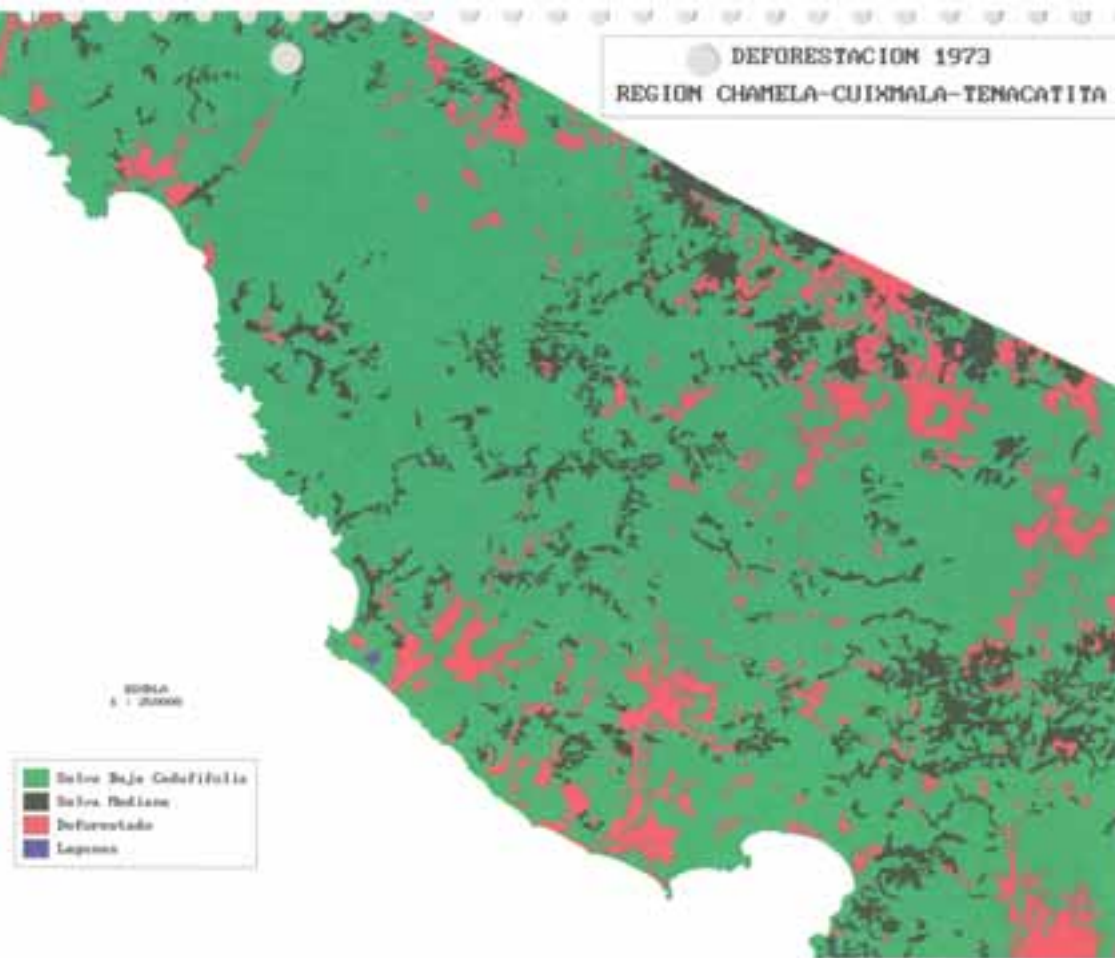


Figura 7. Mapa de la cobertura de selva baja, selva mediana y deforestación en la región de Chamela-Cuixmala-Tenacatita en 1973.

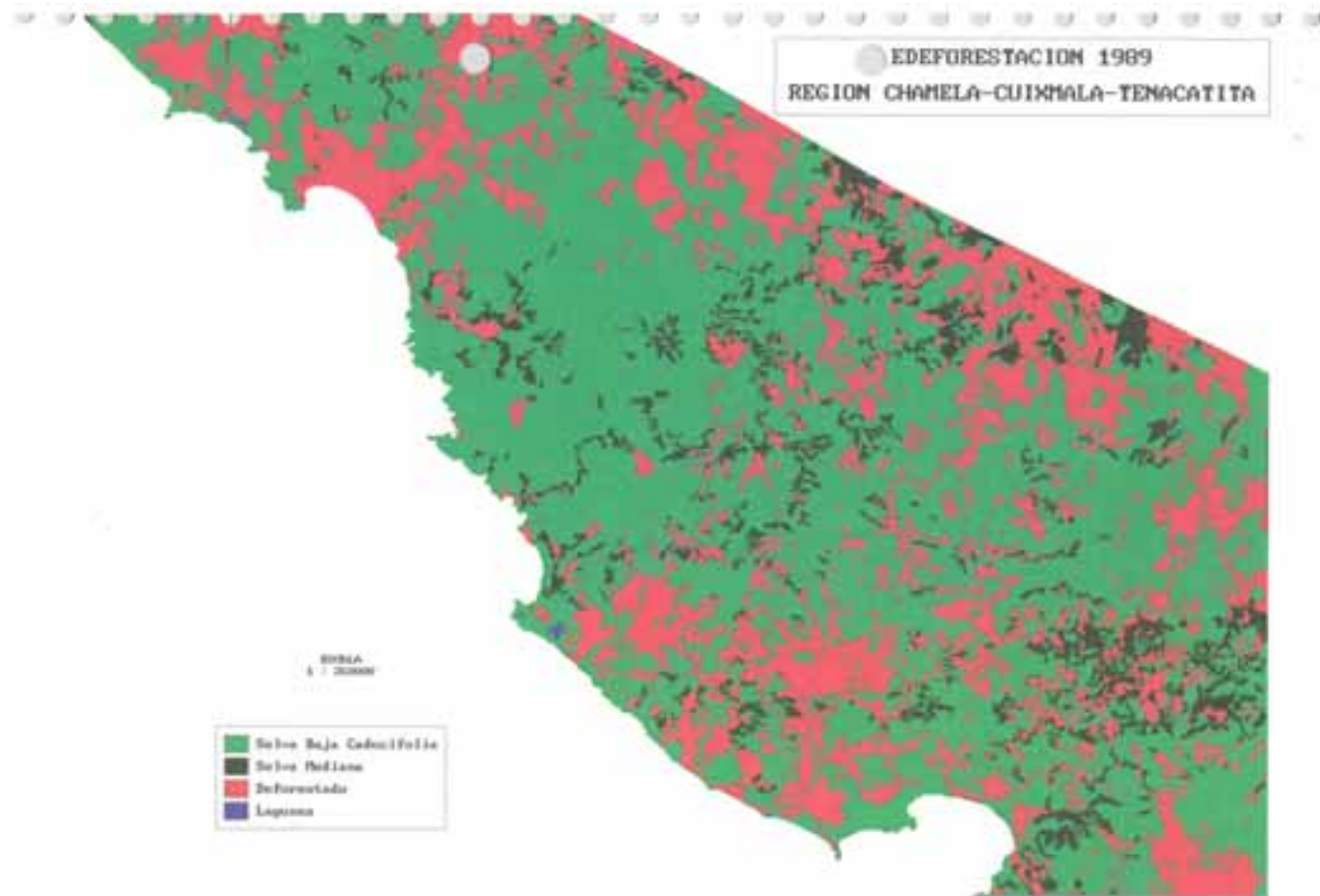


Figura S. Mapa de la cobertura de selva baja, selva mediana y deforestación en la región de Chamela-Cuixmala-Tenacatita en 1989.

Tabla 3. Extensión original, área perdida y tasas de deforestación por tipo de la selva en la región de Chamela-Cuixmala-Tenacatita, Jalisco, México.

TIPO AÑO	AREA ESTIMADA Km ²	AREA PERDIDA Km ²	AFEA PERDIDA POR AÑO Km ²	% PERDIDO	TASA DEFORESTA %AÑO
SELVA ALTA 1973	1307.1	186.5	11.6	14.3	0.96
1989	1120.6				
SELVA BAJA 1973	1153.2	153.9	9.6	13.3	0.89
1989	999.3				
SELVA MEDIANA 1973	153.9	32.6	2.0	21.2	1.48
1989	121.3				

Tabla 4. Distribución de tamaños de fragmentos de selva y de intrusiones a escala local en 1989.

CLASES DE TAMAÑO (ha)	NUMERO DE FRAGMENTOS	AREA TOTAL (ha)	NUMERO DE INTRUSIONES	AREA TOTAL (ha)
0-10	22	101.90	417	1 534.63
10 - 20	4	50.22	125	1734.59
20 - 30	7	166.34	47	1127.56
30 - 40	3	94.13	25	848.32
40 - 50	2	90.56	22	967.61
50 - 60	3	160.19	17	942.48
60 - 70	2	130.43	7	445.95
70 - 80	0	0	9	691.61
80 - 90	0	0	8	672.85
90-100	0	0	6	571.21
100	4	111	51	25 521.37
		265.58		
Total	47	112	734	35 057.18

2.0 DEFORESTACIÓN Y FRAGMENTACIÓN EN LA SELVA TROPICAL ESTACIONAL DE LA COSTA DE JALISCO: CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS SOBRE LA COMUNIDAD DE MAMÍFEROS TERRESTRES

2.1 INTRODUCCIÓN

La alteración del hábitat provocada por las actividades humanas es la mayor amenaza a la que se enfrenta la biodiversidad (Ehrlich y Ehrlich 1981, Myers 1990). La deforestación y la fragmentación son las formas más visibles de alteración del hábitat y su efecto más común se hace evidente a través de la extinción local de especies (Burgess y Sharpe 1981, Noss 1983). Esta puede variar desde no tener consecuencias aparentes hasta tener efectos catastróficos, dependiendo de la naturaleza de la perturbación y de las especies involucradas (Norse *et al.* 1986). Algunos de los efectos son muy evidentes, pero otros pueden ser muy sutiles, producirse de forma indirecta o causar un efecto en cadena.

Diferentes eventos guían al proceso de deforestación para producir la fragmentación, dando por resultado que puedan crearse diversos patrones de fragmentación del paisaje. Hasta el momento las investigaciones al respecto no han progresado lo suficiente para distinguir entre los tipos de fragmentación existentes y determinar sus consecuencias sobre la diversidad biológica.

Dado que la fragmentación es un proceso complejo que involucra muchas variables, es prácticamente imposible encontrar dos paisajes que muestren idénticas trayectorias de cambio. Cada paisaje en un momento dado tiene su propia estructura única, sin embargo los paisajes de una región dada, sujetos a la misma clase de procesos de desarrollo o explotación de recursos pueden tener patrones muy parecidos y producir efectos muy similares.

El proceso de fragmentación típicamente se inicia con la apertura de un claro (gap), intrusión o perforación sobre la matriz natural del paisaje cuyos efectos en los patrones de composición y abundancia de especies pueden ser poco afectados. Pero las perturbaciones pueden crecer en tamaño y/o ser más numerosas empezando a dominar sobre la matriz natural, hasta que finalmente el paisaje se transforma en una matriz dominada por un paisaje de hábitats antropogénicos y cuyos resultados sobre los patrones de composición y abundancia de las especies pueden ser modificados drásticamente.

Es un hecho que la mayor parte de los ambientes naturales estarán sufriendo en mayor o menor grado de los efectos de la deforestación y la fragmentación, por lo que se requiere profundizar en el conocimiento básico de sus efectos al mantenimiento y conservación de la biodiversidad.

El propósito de este estudio es determinar los efectos que el proceso de deforestación y fragmentación, presente en la región de Chamela-Cuixmala, tienen sobre la fauna de mamíferos de la selva tropical estacional que vive bajo estas condiciones. Los efectos se evaluaron a través de los cambios en la estructura (medida como riqueza y diversidad) y composición de especies de la comunidad de mamíferos terrestres (no voladores) que habitan en intrusiones y fragmentos de diferente tamaño.

2.2 ARFA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la región conocida como Chamela-Cuixmala, donde se localiza la Reserva de la Biosfera del mismo nombre. Se ubica entre los 19° 15' 00" N y 19° 45' 00" N de latitud y entre 104° 40' 00" W y 105° 20' 00" W de longitud (Figs. 2). La fisiografía de la zonas está dominada por lomeríos y pequeñas cañadas que confluyen en arroyos estacionales, interrumpidos por la planicie aluvial del Río Cuitzmala con caudal de agua permanente.

El clima es tropical, con una marcada estacionalidad entre la época de lluvias (julio-octubre) y la de secas (noviembre junio). La temperatura media anual está alrededor de los 24 °C, la mínima alrededor de los 18 °C. La precipitación total anual es de 750 mm en promedio pero puede oscilar entre los 600 y 1000 mm (Bullock 1988).

Diversidad Biológica

Se han descrito al menos 8 tipos de vegetación, de los cuales sobresalen la selva baja caducifolia y la selva mediana subperennifolia o selva de arroyo como los más importantes por su extensión. Se ha detectado la presencia de más de 1,120 especies de plantas (Lott 1993). El componente faunístico está representado hasta ahora por 76 especies de peces, 85 de anfibios y reptiles, 270 de aves, 72 de mamíferos terrestres, y un número aún no determinado, pero que sobrepasa varios miles, de invertebrados (Ceballos y García 1995).

De las 72 especies de mamíferos registradas en el área el 47% pertenecen al Orden Chiroptera, 23% a Rodentia, 22% a Carnivora, 3% a Didelphimorphia y Artiodactyla, con 1 % Insectívora, Xenarthra y Lagomorpha. Las especies de hábitos terrestres representan el 53% incluyendo a los trepadores, arborícolas y de hábitos hipógeos. En cuanto a su relación trófica los insectívoros (murciélagos y musarañas) representan el 27%, los frugívoros el 18%, carnívoros el 14%, seguidos por herbívoros y omnívoros con 11 % respectivamente, granívoros con 10%, nectarívoros 7% y hematófagos 2%. Su actividad es predominantemente nocturna y solo unas pocas especies están activas durante el día. Quince especies son endémicas a México y 20 se encuentran en alguna categoría de riesgo a la extinción (Ceballos y Miranda 1986)

El medio socioeconómico

Existe evidencia de ocupación prehispánica en la región. Su presencia fue extensa pero de baja densidad, cultivando solamente en terreno aluvial, y experimentado una disminución drástica de la población posterior a 1524 (Bullock 1988).

Hacia 1940 se inicia la recolonización de la región, pero no fue hasta 1960 en que se establecen los primeros ejidos sobre la margen sur del Río Cuitzmala. La margen norte permanece prácticamente intacta con excepción de la llanura aluvial y del algunas intrusiones de pasto bien localizadas.

El proceso de colonización y desmonte de tierras ha sido facilitado por la apertura de la carretera costera, pavimentada en 1972. La agricultura intensiva está limitada en extensión por la falta de agua y ha dejado de ser la actividad preponderante, dejando su lugar a la ganadería extensiva que se realiza en pastizales inducidos, propiciando el desmonte extensivo de lomeríos por métodos tradicionales como la "tumba y quema" o más modernos como el desmonte con maquinaria pesada. La ganadería representa la actividad

que mayor superficie de terreno ocupa, aunque no necesariamente la que más ingresos produce. La actividad turística, aunque poco desarrollada por el momento, se asienta en la franja costera utilizando e impactando las áreas de humedales, por la extracción de agua dulce, la perturbación o eliminación de los ecosistemas y la modificación del paisaje.

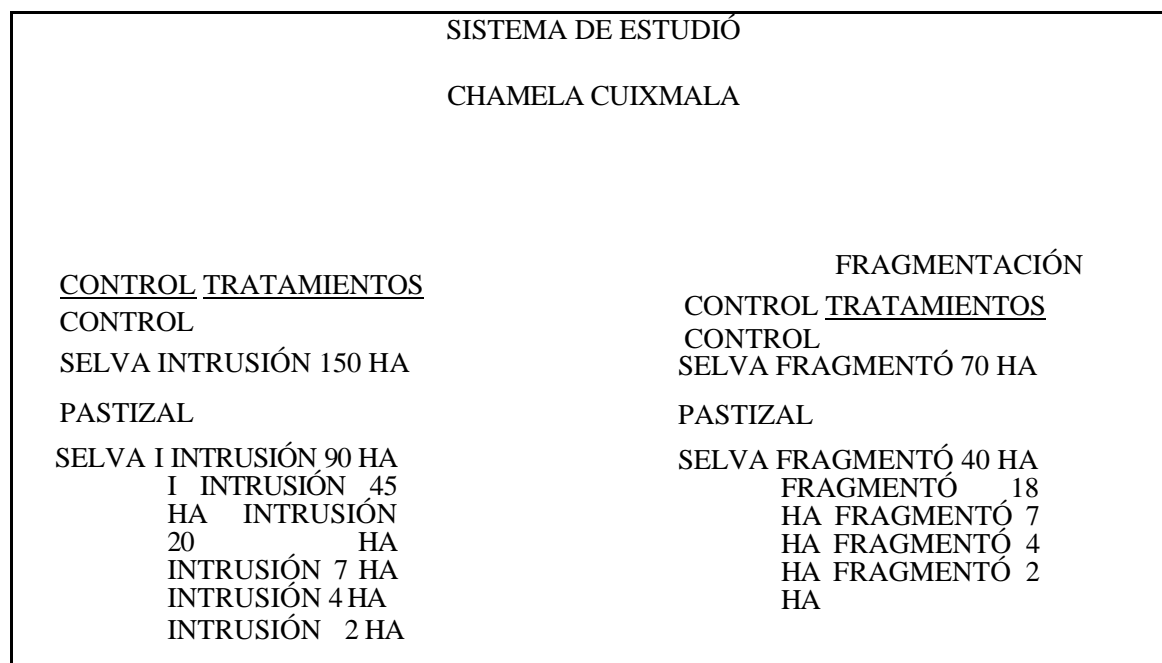
2.3 SISTEMA DE ESTUDIO

Con el estudio previo sobre los patrones de deforestación y fragmentación se pudo determinar que los dos elementos más importantes de la transformación del paisaje a la escala local son las intrusiones y los fragmentos. El proceso intrusivo modifica la matriz natural de selva con la inserción, introducción, de perturbaciones, inducción de pastizales, de diverso tipo y tamaño variable. La fragmentación se produce con la expansión de la perturbación sobre la matriz natural, produciendo la pérdida de continuidad de ésta y el aislamiento de remanentes de selva de tamaño variable.

La frecuencia de los tamaños de las intrusiones y los fragmentos mostraron una clara dominancia hacia tamaños pequeños (Tabla 4), menores de 100 ha, por lo que el diseño de muestreo para el estudio de los efectos se centra en áreas que representan las condiciones reales de transformación del paisaje (Fig 9).

Bajo este esquema, se estudiaron los componentes del proceso intrusivo y del efecto de insularización a través del análisis de sitios con diferente intensidad (tamaño de parche). Los análisis contemplan la comparación entre los componentes de forma general y por métodos estadísticos de regresión para cada componente, considerando el tamaño del parche como la variable independiente.

Figura 9. Esquema que ilustra el sistema de estudio. Tanto los controles *de selva* como el



tratamiento del pastizal, son los mismos en ambas condiciones.

2.4 MÉTODOS

Los métodos presentados a continuación fueron aplicados de igual manera a cada uno de los tratamientos y controles propuestos en el diseño.

En el centro de cada uno de los sitios de muestreo seleccionados se colocó un cuadrante de 60x60 m equivalente a 0.49 ha de superficie efectiva de muestreo con un arreglo reticular de 7 líneas con 7 estaciones separadas cada 10 metros. Sobre esta retícula se colocaron dos tipos de trampas para cuantificar de forma comparativa a la fauna de mamíferos. Estas funcionan como métodos de muestreo complementarios.

Pequeños mamíferos

Se utilizaron trampas de aluminio Sherman (8x8x23cm) para la captura, marcaje y liberación de las especies de pequeños mamíferos. Las trampas fueron colocadas en cada *sesión sobre el suelo* y protegidas *por una* cubierta de madera para resguardarlas de la insolación y el pisoteo, la cual permaneció en el lugar de forma permanente durante todo el estudio.

El programa de trampeo consistió en el muestreo alternado de dos grupos de 5 y uno de 6 sitios de muestreo durante *tres* noches consecutivas por cada mes, de forma ininterrumpida desde mayo de 1995 hasta julio de 1996 para las intrusiones y desde julio de 1995 hasta julio de 1996 para los fragmentos. Los días de *muestreo se* centraron alrededor de la luna nueva para minimizar los efectos negativos de la luz lunar sobre la actividad de los mamíferos. Las trampas fueron cebadas cada día con una mezcla estándar de hojuelas de avena secas, crema de cacahuate y esencia de vainilla.

La revisión de trampas se realizó durante las primeras horas del día y los animales capturados fueron procesados y liberados en el mismo lugar. A cada animal se le identificó hasta especie, se marcó individualmente, además se AÑOtó su sexo, peso, medidas corporales como longitud total, cola y pata trasera. También se determinó su condición reproductiva y se hicieron observaciones individuales.

Mamíferos mediAÑOs y grandes

Se utilizaron trampas de tierra fina acondicionadas para detectar la presencia de los mamíferos y determinar con ello la frecuencia de ocurrencia de cada especie. Las trampas se colocaron en el mismo arreglo que las trampas Sherman descrito con anterioridad. Cada trampa consiste de una capa de tierra cernida fina (5-10 mm) de 50 x 50 cm colocada sobre la superficie del suelo libre de hierba, hojarasca y piedras. La tierra utilizada para todos los sitios fue extraída del mismo banco y consistió de una mezcla de arena, arcilla y limo que permitía dar una textura fina y favorecía la impresión de huellas sin perder su forma.

El programa y los días de trampeo fueron los mismo que se utilizaron para los pequeños mamíferos. Los datos de los meses de agosto y septiembre no fueron considerados para el análisis pues los eventos de lluvia hicieron muy heterogénea la calidad de los datos entre los sitios.

La revisión de las trampas de tierra se realizó de forma simultánea a la de las trampas Sherman, identificando por cada cuadro la o las especies presentes (con excepción de ratones y zorrillos que fueron determinados como grupo). En algunas ocasiones, cuando las huellas no fueron muy claras sobre la superficie de tierra, se hicieron moldes de yeso

que ayudaron a determinar su identidad. Concluida la revisión de cada cuadro se borraron las huellas para su registro al día siguiente.

Análisis de datos

Los datos del trapeo de pequeños mamíferos y del registro de huellas son utilizados para determinar la riqueza de especies y su posible relación con el tamaño del área. Métodos de regresión son utilizados para establecer si existe dicha relación.

La diversidad es calculada con el índice de Shannon-Wiener: $H' = -E(\pi(\log \pi))$ siendo π la frecuencia de aparición de cada una de las i especies en la muestra.

2.5 RESULTADOS

Trapeo de pequeños mamíferos

Se marcaron individualmente 1,432 pequeños mamíferos de 8 especies. Se capturaron un total de 4,571 individuos con un esfuerzo de muestreo equivalente a 32,487 trampas-noche. El éxito de las capturas correspondió al 14% del total de trampas colocadas (Tabla 5).

Trapeo de huellas para mamíferos mediAÑOs a grandes

Se analizan un total de 24,990 trampas-noche para registro de huellas. Se determinaron un total de 22,381 registros de huellas de las cuales 8,882 corresponden a 26 sp de mamíferos nativos 1,535 a 5 especies de mamíferos introducidos y las 11,964 restantes a otros vertebrados (aves y reptiles). La eficiencia de captura de las trampas de arena alcanzó casi el 90 % en general y 35% para los mamíferos nativos en particular (Tabla 5).

RIQUEZA DE ESPECIES

El número de especies detectadas a través del trapeo directo fue de 8 y por el método indirecto o de huellas de 17 especies para un registro de 23 especies en total. Estas especies representan a 6 órdenes, 13 familias y 25 géneros de mamíferos nativos. La lista de especies por cada sitio, así como el método de su registro se presenta en la tabla 6.

Las especies detectadas en las intrusiones y pastizal continuo fueron 18 y las especies registradas en los fragmentos y la selva continua de 21 especies.

Tabla 5. Esfuerzo de trapeo por tipo de método. Trampas-noche son el número de trampas colocadas cada noche de muestreo sumadas por las tres noches de muestreo de cada mes y multiplicadas por el número de meses muestreados para todos los sitios. M/T=Mamíferos pequeños a grandes; M!P= Solo mamíferos pequeños; MIG=Solo mamíferos mediAÑOs y grandes.

TIPO TRAMPA	TRAMPAS NOCHE	INDIVIDUOS		REGISTROS		
		MARCADOS	TOTAL	MIT	M/P	MIG
Sherrnan	32 487	1 432	4 571	4 571	4 571	
Huellas	24 990		22 381	8 882	4 559	4 323
Total	58 477		26 952	13 453	9 130	4 323

Tabla 6. Lista de especies y método con el cual fueron registradas en el estudio. * identificadas como grupo.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CAPTURADO SHERMAN	DETECTADO HUELLAS
ORDEN DIDELPHIMORPHIA			
Familia Didelphidae			
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	0	1
<i>Marmosa canescens</i>	Tlacuach n	1	1
ORDEN Xenarthra			
Familia Dasypodidae			
<i>Desypus novemcinctus</i>	Armadillo	0	1
ORDEN CARNIVORA			
Familia Canidae			
<i>Canis latrans</i>	Covote	0	1
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	0	1
Familia Procyonidae			
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	0	1
<i>Nasua narica</i>	Tejon	0	1
Familia Mustelidae			
<i>Spilogale pygmaea</i>	Zorrillo pigmeo	0	1*
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	0	1*
<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo	0	1*
Familia Felidae			
<i>Puma concolor</i>	Puma	0	1
<i>Panthera onca</i>	Jaguar, Tigre	0	1
<i>Leopardus pardalis</i>	Windure,	0	1
<i>Leopardus wiedii</i>	Mojocuan,	0	1
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Oncilla,	0	1
ORDEN ARTIODACTYLA			
Familia Tayassuidae			
<i>Tayassu tajacu</i>	Jabai n. Pecar	0	1
Familia Cervidae			
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado	0	1
ORDEN RODENTIA			
Familia Heteromyidae			
<i>Liomys pictus</i>	Raton espinoso	1	1*
Familia Muridae			
<i>Oryzomys couesi</i>	Rata	1	1*
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Raton	1	1*
<i>Osgoodomys banderanus</i>	Raton	1	1*
<i>Baiomys musculus</i>	Raton	1	1*
<i>Sigmodon mascotensis</i>	Rata	1	1*
<i>Xenomys nelsoni</i>	Rata arbor cola	1	..
ORDEN LAGOMORPHA			
Familia Leporidae			
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	0	1
Total			17

La riqueza de especies no fue diferente entre la matriz natural y la transformada, el resultado de la prueba de Mann-Whitney para comparar la riqueza de entre ambas condiciones resultó no ser significativa.

Las especies compartidas entre condiciones fueron 16, las exclusivas a las zonas de selva 5 y las exclusivas a las deforestadas 2 (Tabla 7).

Riqueza de especies y el efecto de la fragmentación

La relación negativa esperada entre el tamaño del área deforestada y la riqueza de especies resultó no ser significativa. Se ajustaron otros modelos no lineales pero ninguno mostró relación que fuera significativa estadísticamente.

En el caso de la fragmentación la relación lineal positiva esperada entre tamaño del área y el número de especies tampoco se presentó. En este caso ninguno de los modelos lineales o polinomiales probados indicó relación.

DIVERSIDAD

La diversidad global encontrada en la matriz natural y la transformada se comparó por medio del índice de diversidad de Shannon-Wiener, utilizando como p_i la frecuencia con la que apareció cada especie en los diferentes sitios de muestreo.

La diversidad de la matriz natural fue de 1.21 y la de la matriz transformada de 1.19. Las diferencias entre ambos índices resultaron no ser significativas cuando se sometieron a una prueba de t para comparar entre dos índices $(t_{0.05(2)143} - 198; 0.05 < p < 0.10)$ (Zar 1984).

Tabla 7. Frecuencia de ocurrencia de las especies en cada una de las condiciones estudiadas. I=intrusión, F=fragmento, C=control, Sb=selva baja, Sm=selva mediana, P=pastizal continuo. Los números representan el tamaño en ha.

Especie/Sitio	112	11	11	11	11	11	11150	C/	C/Sb	CI	Sm	F1	F/	F17	F118	F140	F170
		4	7	20	45	90		P				2	4				
Didelphis	0.44	0.33	0.64	0.08	0.03	0.04	0.28	0.03	0.12	0.61	0.20	0.48	0.70	0.55	0.41	0.4	
Dasypus	0.31	0.22	0.17	0.03	0.08	0.04	0.28	0.03	0	0.03	0.23	0.11	0.15	0.15	0	8	
Canis	0	0	0	0.03	0.08	0.11	0	0.19	0	0	0	0.04	0.04	0	0	0.1	
Urocyon	0.06	0.06	0.03	0.22	0	0	0.77	0.03	0.45	0.03	0	0.41	0.15	0.04	0.07	9	
Procyon	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nasua	0.33	0	0.11	0	0	0.26	0.06	0.03	0.06	0.06	0.06	0.22	0.30	0.67	0.67	0.0	
Puma	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
Panthera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0	
Leopardus p.	0.03	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0.04	0	0.3	
Leopardus w.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	7	
Herpailurus	0.19	0.17	0.11	0	0	0	0.08	0.03	0.03	0.06	0	0	0	0	0	0	
Tayassu	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0.09	0	0.17	0.07	0.26	0.04	0.15	0	
Odocoileus	0.08	0	0.03	0	0	0	0.22	0	0.06	0.18	0	0	0	0.15	0.04	0	
Sylvilagus	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zorrillos	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	
Ratones	0.89	0.14	0.11	0.17	0.03	0.07	0.06	0.39	0.03	0	0	0	0.15	0.07	0	0	
Promedio	0.15	0.11	0.13	0.05	0.07	0.17	0.11	0.06	0.10	0.13	0.08	0.12	0.12	0.13	0.10	0.1	

Diversidad de especies y el efecto de la deforestación y fragmentación

Los índices de diversidad de cada sitio fueron sometidos a análisis de regresión para establecer la posible relación entre el tamaño del área.

En el caso de las intrusiones donde se esperaba una relación negativa entre el tamaño y la diversidad esta no se dio con ninguno de los modelos aplicados.

En la fragmentación de la selva, donde la relación entre tamaño del fragmento y la diversidad esperamos que fuera positiva, tampoco encontramos dicha relación.

COMPOSICION DE ESPECIES

La respuesta de la mayor parte de las especies al proceso de deforestación y fragmentación es muy heterogéneo, sin embargo podemos distinguir algunas tendencias cuando separamos el efecto individual o por grupo *de las especies* (Tabla 7).

Un primer grupo de especies que podemos llamar generalistas, a las que poco afecta la transformación del paisaje, al menos en cuanto a su presencia. En este grupo se puede incluir a los armadillos, tlacuaches, zorras, tejones y zorrillos. Todos de tamaño mediAÑO y de hábitos generalistas.

Un segundo grupo caracterizado por su poca o nula tolerancia a la perturbación, en la que se incluye a la mayor parte de los felinos con excepción del jaguarundi que parece tolerar más la perturbación. Los felinos prefieren las selva bien conservada y ocasionalmente penetran a los ambientes poco perturbados. Los fragmentos del selva no mostraron la presencia de este grupo con excepción de una ocasión en que un ocelote fue detectado en un fragmento de tamaño medio. El venado cola blanca podría incluirse en este grupo pero con un comportamiento algo diferentes. Ellos prefieren los lugares con cobertura arbórea y densa como la selva continua, siendo ocasional encontrarlos en los fragmentos grandes o incursionando en las pequeñas intrusiones,.

El tercer grupo, donde podemos incluir a las especies con marcada preferencia por hábitat de cobertura forestal, sin importar su grado de perturbación, como el caso de los jabalíes. Otros como los coyotes prefieren las zonas abiertas y pocas veces penetran a la selva, haciéndolo en sitios donde el acceso es fácil.

Entre los pequeños mamíferos tenemos especies que dependen casi exclusivamente de los ambientes transformados para vivir; este es el caso de las ratas *Sigmodon* y *Oryzomys*, de los ratones *Baiomys* y *Reithrodontomys*. En muy contadas ocasiones se ha detectado la presencia de estas especies en la selva y cuando lo hacen es en los fragmentos pequeños.

Otro grupo de pequeños mamíferos está integrado por las especies dependientes de la selva como los ratones *del género Osgoodomys* y la ratas *Xenomys*, estas especies no toleran los ambientes deforestados.

Un tercer grupo está compuesto por especies como *Liomys* y *Marmosa que* toleran ciertas condiciones de perturbación. En el caso de *Liomys*, una especie típica de la selva puede llegar a penetrar en intrusiones de pequeño tamaño. Cuando el área perturbada es mayor la especie desaparece. Para *Marmosa* la tolerancia a los ambiente perturbados es mayor aunque si tiene preferencia por los sitios de selva.

3.0 DEFORESTACIÓN Y FRAGMENTACIÓN EN LA SELVA TROPICAL ESTACIONAL DE LA COSTA DE JALISCO: CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS SOBRE LA DINAMICA POBLACIONAL DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS

3.1 INTRODUCCIÓN

La descontrolada eliminación y consecuente fragmentación de las grandes extensiones de hábitats naturales, puede estar produciendo alteraciones de magnitud y consecuencias poco valoradas. La pérdida o alteración de los patrones naturales de la distribución y abundancia de las especies, así como de los procesos ecológicos y evolutivos en las que estas participan son algunas de ellas.

Se ha sugerido que estos efectos pueden ser vistos a diferentes niveles de la organización biológica, desde cambios en las frecuencias génicas dentro de las poblaciones hasta la modificación de los procesos ecosistémicos (Saunders *et al.* 1991).

A nivel de especie existen esencialmente tres opciones para persistir en ambientes fragmentados. Primero, cuando las especies pueden sobrevivir o prosperar también en la matriz de hábitats transformados por el hombre. Segundo, cuando mantienen poblaciones viables porque sus requerimientos de historia de vida están satisfechos en el fragmento. Tercero, cuando son altamente móviles (Meffe y Carroll 1994).

Sin embargo, la mayor parte de las especies que logran sobrevivir en los fragmentos están sujetas a las nuevas condiciones y restricciones que produce vivir en un ambiente aislado y donde los mecanismos de regulación poblacional tendrán que ajustarse a ellas. Reconocer de que manera estos mecanismos son afectados y como se ajustan es necesario para enfrentar el problema de la viabilidad de las poblaciones a largo plazo.

Este estudio analiza los efectos que el proceso de deforestación y fragmentación documentado para la región de Chamela-Cuixmala tienen sobre la dinámica de poblaciones de pequeños mamíferos. Se analizan los posibles cambios en variables demográficas como densidad poblacional, biomasa, proporción de sexos, estructura de edades y movimientos de las especies con relación al tipo y tamaño del parche en que viven.

3.2 AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la región conocida como Chamela-Cuixmala, donde se localiza la Reserva de la Biosfera del mismo nombre. Se ubica entre los 19° 15' 00" N y 19° 45' 00" N de latitud y entre 104° 40' 00" W y 105° 20' 00" W de longitud (Fig. 2). La fisiografía de la zona está dominada por lomeríos y pequeñas cañadas que confluyen en arroyos estacionales, interrumpidos por la planicie aluvial del Río Cuixmala con caudal de agua permanente.

El clima es tropical, con una marcada estacionalidad entre la época de lluvias (julio-octubre) y la de secas (noviembre-junio). La temperatura media anual está alrededor de los 24 °C, la mínima alrededor de los 18 °C. La precipitación total anual es de 750 mm en promedio pero puede oscilar entre los 600 y 1000 mm (Bullock 1988).

El medio ambiente natural

Se han descrito al 8 tipos de vegetación, de los cuales sobresalen la selva baja caducifolia y la selva mediana subperennifolia o vegetación de arroyo como los más importantes por su extensión. Se ha detectado la presencia de más de 1,120 especies de plantas (Lott 1993). El componente faunístico está representado hasta ahora por 76 especies de peces, 85 de anfibios y reptiles, 270 de aves, 72 de mamíferos terrestres, y un número aún no determinado, pero que sobrepasa varios miles, de invertebrados.

De las 72 especies de mamíferos registradas en la zona 33 son voladores y 39 terrestres. Entre los terrestres, los pequeños mamíferos son 15 especies, representando a los órdenes Didelphimorphia (1 sp), Insectivora (1 sp), y Rodentia (13 spp). Su actividad es predominantemente nocturna y solo unas pocas especies están activas durante el día. Nueve especies son endémicas a México y 4 se encuentran en alguna categoría de riesgo a la extinción (Ceballos y Miranda 1986)

El medio ambiente transformado

Existe evidencia de ocupación prehispánica en la región. Su presencia fue extensa pero de baja densidad, cultivando solamente en terreno aluvial, y experimentado una disminución drástica de la población posterior a 1524 (Bullock 1988).

Hacia 1940 se inicia la recolonización de la región, pero no fue hasta 1960 en que se establecen los primeros ejidos sobre la margen sur del Río Cuitzmala. La margen norte permanece prácticamente intacta con excepción de la llanura aluvial y del algunas intrusiones de pasto bien localizadas.

El proceso de colonización y desmonte de tierras ha sido facilitado por la apertura de la carretera costera, pavimentada en 1972. La agricultura intensiva está limitada en extensión por la falta de agua y ha dejado de ser la actividad preponderante *dejando su lugar* a la ganadería extensiva que se realiza en pastizales inducidos propiciando el desmonte extensivo de lomerios por métodos tradicionales como la "tumba y quema" o más modernos como el desmonte con maquinaria pesada. La ganadería representa la actividad que mayor superficie de terreno ocupa, aunque no necesariamente la que más ingresos *produce*. *Las actividad* turística, aunque poco desarrollada por el momento, se asienta en la franja costera utilizando e impactando las áreas de humedales, por la extracción de agua dulce, la perturbación o eliminación de los ecosistemas y la modificación del paisaje.

3.3 SISTEMA DE ESTUDIO

A partir del estudio previo sobre los patrones de deforestación y fragmentación se pudo determinar que los dos elementos más importantes de la transformación del paisaje a la escala local son las intrusiones y los fragmentos. El proceso intrusivo modifica la matriz natural de selva con la inserción, introducción, de perturbaciones, inducción de cultivos y pastizales, de diverso tipo y tamaño variable. La fragmentación se produce con la expansión de la perturbación sobre la matriz natural, produciendo la pérdida de continuidad de ésta y el aislamiento de remanentes de selva de tamaño variable.

La frecuencia de los tamaños de las intrusiones y los fragmentos mostraron una clara dominancia hacia tamaños pequeños (Tabla 4), menores de 100 ha, por lo que el diseño de muestreo para el estudio de los efectos se centra en áreas que representan las condiciones reales de transformación del paisaje (Fig 9).

Bajo este esquema, se estudiaron los componentes del proceso intrusivo y del efecto de insularización a través del análisis de sitios con diferente intensidad (tamaño de parche). Los análisis contemplan la comparación entre los componentes de forma general y por métodos estadísticos de regresión para cada componente, considerando el tamaño del parche como la variable independiente. Las variables de respuesta o dependientes incluyen la densidad poblacional, biomasa, proporción de sexos, estructura de edades, persistencia y movimientos.

3.4 MÉTODOS

Los métodos presentados a continuación fueron aplicados de igual manera a cada uno de los 16 sitios de estudio entre tratamientos y controles propuestos en el diseño.

En el centro de cada uno de los sitios de muestreo seleccionados se colocó un cuadrante de 60x60 m, equivalente a 0.49 ha de superficie efectiva de muestreo, con un arreglo reticular de 7 líneas con 7 estaciones separadas cada 10 metros. Se utilizaron trampas Sherman (8x8x23 cm) para la captura, marcaje y liberación de las especies de pequeños mamíferos. Las trampas fueron colocadas en cada sesión sobre el suelo y protegidas por una cubierta de madera resguardándolas de la insolación y el pisoteo, la cual permaneció en el lugar de forma permanente durante todo el estudio.

El programa de trampeo consistió en el muestreo alternado de dos grupos de 5 y uno de 6 sitios de muestreo durante tres noches consecutivas por cada mes, de forma ininterrumpida desde mayo de 1995 hasta julio de 1996 para las intrusiones y desde julio de 1995 hasta julio de 1996 para los fragmentos. Los días de muestreo se centraron alrededor de la luna nueva para minimizar los efectos negativos de la luz lunar sobre la actividad de los mamíferos. Las trampas fueron cebadas cada día con una mezcla estándar de hojuelas de avena secas, crema de cacahuete y esencia de vainilla.

La revisión de trampas se realizó durante las primeras horas del día y los animales capturados fueron procesados y liberados en el mismo lugar. A cada animal se le identificó hasta especie, se marcó individualmente, además se AÑOtó su sexo, peso, medidas corporales como longitud total, cola y pata trasera. También se determinó su condición reproductiva y se hicieron observaciones individuales.

3.5 RESULTADOS

Las especies capturadas representan a dos órdenes, tres familias, ocho géneros y las siguientes ocho especies: *Marmosa canescens*, *Lionrys pictus*, *Oryzomys couesi*, *Baiomys musculus*, *Osgoodomys banderanus*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Sigmodon mascotensis* y *Xenomys nelsoni*.

Se realizaron un total de 4,571 capturas con un esfuerzo de muestreo equivalente a 32,487 trampas-noche. Se marcaron individualmente 1,432 individuos de las 8 especies. El éxito de las capturas correspondió al 14 % del total de trampas colocadas.

En las intrusiones de pasto o área deforestadas incluyendo el pastizal continuo se realizaron 3,485 capturas de 1,105 individuos con un esfuerzo de 17,199 trampas noche. El éxito de trampeo fue de 20 %.

En las áreas de selva continua y fragmentada se hicieron 1,086 capturas de 327 individuos en 15,288 trampas noche de esfuerzo de muestreo. El éxito en el trampeo fue de 7% .

COMPOSICION DE ESPECIES

La abundancia de las especies en las condiciones estudiadas varió en forma muy amplia. Considerando el número de individuos marcados *Sigmodon* fue la especie más común seguida por *Liomys*, *Baiomys*, *Oryzomys*, *Reithrodontomys*, *Osgoodomys*, *Marmosa* y *Xenomys*.

En cuanto a su preferencia de hábitat *Sigmodon*, *Baiomys*, *Oryzomys* y *Reithrodontomys* prefirieron las áreas perturbadas cubiertas con pastizal. Por otra parte *Osgoodomys*, *Marmosa* y *Xenomys* prefirieron el ambiente de la selva con su cobertura arbórea. Para el caso de *Liomys* su abundancia en la selva es mayor pero puede ocupar o incursionar con intensidad los pastizales pequeños y desaparece en los pastizales grandes (Tabla 8).

Tabla 8. Respuesta de las especies de pequeños mamíferos al trampeo. La respuesta se mide en términos de los individuos marcados y el número de sitios con presencia para las condiciones de *desforestación*, fragmentación y en total.

ESPECIE	TOTAL		INTRUSIONES		FRAGMENTOS	
	Individuos	Sitios	Individuos	Sitios	Individuos	Sitios
<i>Sigmodon</i>	653	9	650	7	3	2
<i>Liomys</i>	443	12	191	4	252	8
<i>Baiomys</i>	132	8	127	6	5	2
<i>aryzomys</i>	82	6	77	5	5	1
<i>Reithrodontomys</i>	58	7	57	6	1	1
<i>Osgoodomys</i>	42	3	0	0	42	3
<i>Marmosa</i>	17	7	3	2	14	5
<i>Xenomys</i>	5	1	0	0	5	1

DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad poblacional fue calculada sobre la base del área efectiva de muestreo (0.5 ha) que consideré como el área muestreada por el cuadrante de las trampas más su área de influencia. En todos los análisis se utilizará la densidad del área efectiva de muestreo para transformarla y expresarla en número de individuos por hectárea calculada por el método de enumeración directa para estimar el mínimo número de individuos conocidos vivos (Krebs 1966).

El promedio de la densidad poblacional en la matriz transformada fue de 43 indlha (DS= 43.3) con un rango de 0 a 89 ind/ha entre el sitio menos poblado y el más poblado. La mayores densidades en general ocurrieron en la época de secas y disminuyeron durante la época de lluvias. La especie más abundante fue *Sigmodon* con fluctuaciones de 0 hasta 53 indlha. *Liomys* sobre esta matriz alcanzó densidades entre 0 y 24 indlha.

En las diferentes condiciones de la matriz natural, la densidad promedio fue de 17 indlha (DS=16.7) con fluctuaciones de 1.6 hasta 47 indlha en promedio entre los sitios con menor y mayor densidad. En este caso también las densidades más altas se alcanzaron en general durante la época de secas y disminuyeron en la época de lluvias. La especie con

densidades más altas en la matriz natural fue *Liomys* con densidades entre los sitios que variaron de 1.7 a 36 ind/ha.

Densidad poblacional y deforestación

La densidad promedio total no mostró ninguna relación significativa con el tamaño del área desmontada. Sin embargo, las intrusiones pequeñas mantuvieron densidades más altas (de hasta 88 ind/ha) en general que las intrusiones de tamaño grande donde se observó gran variación. El área de pastizal continuo utilizado como el control de la matriz transformada mostró valores de densidad cero consistentemente a lo largo del estudio (Fig. 10)

La respuesta individual de las especies tampoco mostró relación entre su densidad y el tamaño del parche donde habitan. La rata *Sigmodon* fue la especie más frecuente y abundante con densidades que oscilaron entre 2.3 y 53 ind/ha. Su abundancia podría estar relacionadas con otras variables como la intensidad de uso o la estructura de la vegetación en el pastizal. El ratón *Baiomys* fue otra de las especies comunes con densidades que oscilaron entre 1 y 14 ind/ha, encontrándose las más altas en los sitios de tamaño pequeño, En el caso del ratón espinoso *Liomys* su presencia de dio en las intrusiones pequeñas con densidades moderadas que oscilaron entre 10 y 24 ind/ha, desapareciendo casi por completo en los pastizales extensos (Fig. 10).

Densidad poblacional y fragmentación

En el caso de la matriz natural fragmentada tampoco pareció haber una relación significativa entre el tamaño del fragmento de selva con la densidad total promedio. El establecimiento de especies típicas de zonas abiertas dentro de los fragmentos más pequeños incrementa la densidad total de esos sitios.

Por otra parte si consideramos únicamente el comportamiento en la densidad de *Liomys*, la especie típica de la selva, tampoco encontramos la relación positiva significativa entre tamaño del fragmento y la densidad poblacional, si bien es cierto que se aprecia una tendencia hacia ello (Fig. 11).

La respuesta de otras especies es más difícil de percibir debido a la baja densidad con la que ocurren normalmente. Especies como *Marmosa* parece no afectarles la intensidad de la fragmentación pues se le ven en todas las condiciones siempre con densidades bajas. *Xenomys* es una especie muy sensible pues y solo fue registrada en el sitio de selva continua.

Especies como *Baiomys*, *Oryzomys*, *Reithrodontomys* o *Sigmodon*, típicas de ambientes abiertos aparecieron solo en los fragmentos pequeños como individuos establecidos con densidades muy bajas o solo utilizaron estos ambientes como refugio o sitio de paso en sus movimientos hacia otras áreas.

BIOMASA

La biomasa promedio mensual de pequeños mamíferos para todos los cuadrantes y todas las especies combinadas fue de 2,004 g/ha. Como es de esperarse, la biomasa mostró diferencias espaciales y estacionales relacionadas con la

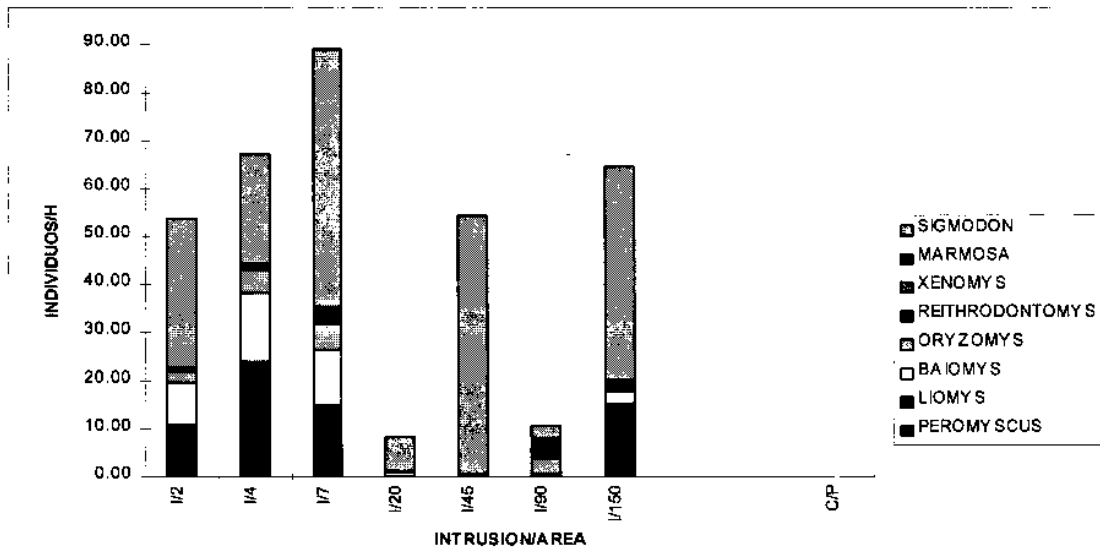


Figura 10. Densidad poblacional de pequeños mamíferos en pastizales de diferente tamaño.

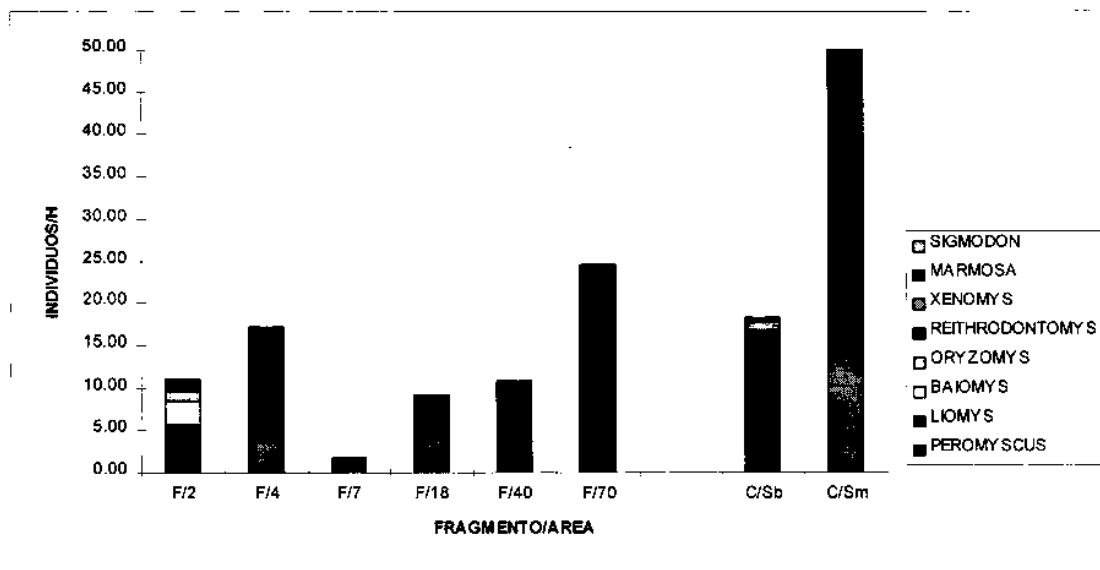


Figura 11. Densidad poblacional de pequeños mamíferos en fragmentos de selva de diferente tamaño.

El patrón de distribución de la biomasa promedio mensual fue muy contrastante entre la matriz de hábitat producida por la deforestación (3,130 g/ha) y la matriz de selva producida por la fragmentación (737 g/ha).

La razón de contraste se debe en buena parte a las marcadas diferencias en la densidad poblacional de ambas condiciones, pero también contribuye en buena proporción que la especie dominante en la matriz de pastos es la rata *Sigmodon*, la de mayor talla de las especies presentes.

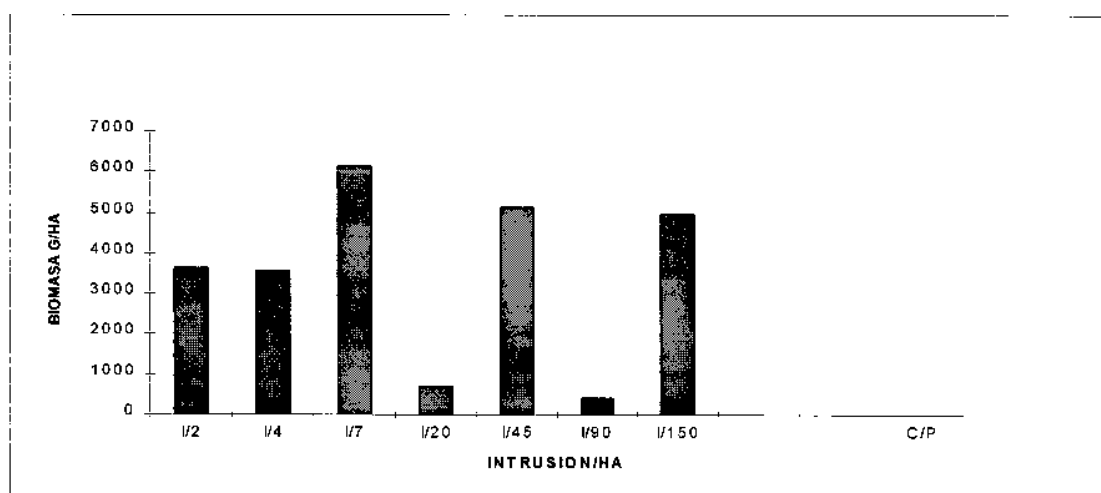
Biomasa y deforestación

La fluctuación de la biomasa promedio mensual entre las diferentes condiciones de la matriz deforestada fue muy amplia con sitios desde 400g/ha hasta sitios que alcanzaron más de 6,000 glha (Fig 12).

Tampoco existe relación entre la biomasa promedio mensual del sitio con el tamaño de su área. Se probaron varios modelos de regresión y ninguno logró explicar la variación existente ni ser significativo.

Es evidente que los sitios con mayor biomasa correspondieron a los sitios con la mayor densidad de la especie *Sigmodon mascotensis*.

Figura 12. Biomasa por hectárea de pequeños mamíferos en pastizales de diferente tamaño



Biomasa y fragmentación

En el caso de los fragmentos de selva, la variación en la fluctuación de la biomasa promedio mensual fue menor que la presentada por los sitios deforestados oscilando entre 73 glha y 1,023 glha (Fig. 13).

No encontramos relación entre la biomasa total promedio por mes con el tamaño del fragmento. Aunque pareció haber una relación lineal entre las dos variables esta no resultó ser significativa estadísticamente hablando.

Al analizar la contribución de cada especie a la biomasa total encontramos que *Liomys*, la especie más común y abundante dentro de los fragmentos de selva, si mostró una relación lineal positiva entre su biomasa promedio mensual y el tamaño del fragmento donde habita ($r^2=0.72$, $p=0.03$).

PROPOR.CION DE SEXOS

La proporción de sexos de todas las especies y sitios en conjunto mostró una relación en promedio de 1.05:1 (machos a hembras en todos los casos). La variación entre sitios en parte está explicada por las fluctuaciones de la densidad en los diferentes sitios.

Los fragmentos de selva se comportaron de forma muy parecida a la del promedio de todos los sitios en conjunto, el valor de la relación fue de 1.07:1

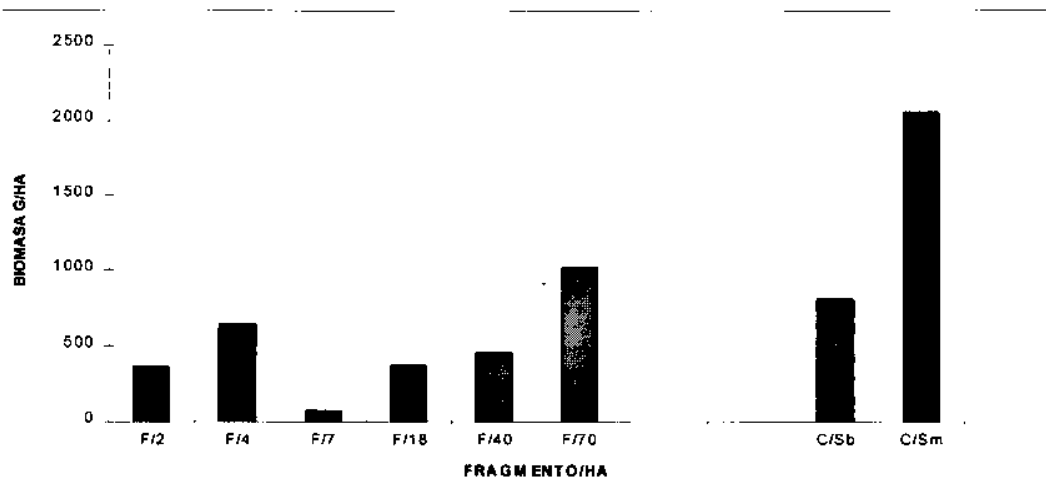


Figura 13. Biomasa por hectárea de pequeños mamíferos en fragmentos de selva de diferente tamaño.

En los sitios estudiados con intrusiones de pasto el promedio de la relación entre sexos fue ligeramente superior hacia los machos 1.27:1 en comparación con todo el conjunto de sitios.

Proporción de sexos y deforestación

La relación de sexos entre los sitios con efectos de deforestación no mostraron relación con el tamaño de su área. No obstante se puede apreciar que los sitios de tamaño pequeño tendieron a mostrar una mayor presencia de machos que hembras (entre 1.5 y 1.8 por hembra). Caso contrario para las áreas de mayor tamaño, donde las hembras tendieron a ser más abundantes que los machos, con excepción de un sitio (Fig. 14).

La proporción de sexos de la especie dominante en estas condiciones mostró la misma tendencia de dominancia de los machos en las áreas pequeñas y de las hembras en las áreas grandes.

Proporción de sexos y fragmentación

En el sistema de selva fragmentado las respuesta en la proporción de sexos tampoco mostró relación alguna con el tamaño del área. La dominancia de los machos fluctuó entre 1 y 2.1 machos por hembra en la mitad de los sitios. La otra mitad de los sitios la proporción fue dominada por las hembras con una relación que varió entre 0.2 y 0.9 machos por hembra (Fig. 15).

En este caso, la proporción de sexos de *Liomys*, dominante del [sistema. no](#) mostró ninguna tendencia con relación al tamaño del área y sus valores fluctuaron indistintamente, con relación al tamaño, entre 0.2 y 2.36 machos por cada hembra. Un punto interesante de resaltar con relación a *Liomys* es que la presencia de machos fue considerablemente mayor (1.8 hasta 2.7: 1) en las áreas de intrusiones pequeñas donde se le registró, en comparación con la mayor parte de los fragmentos de selva.

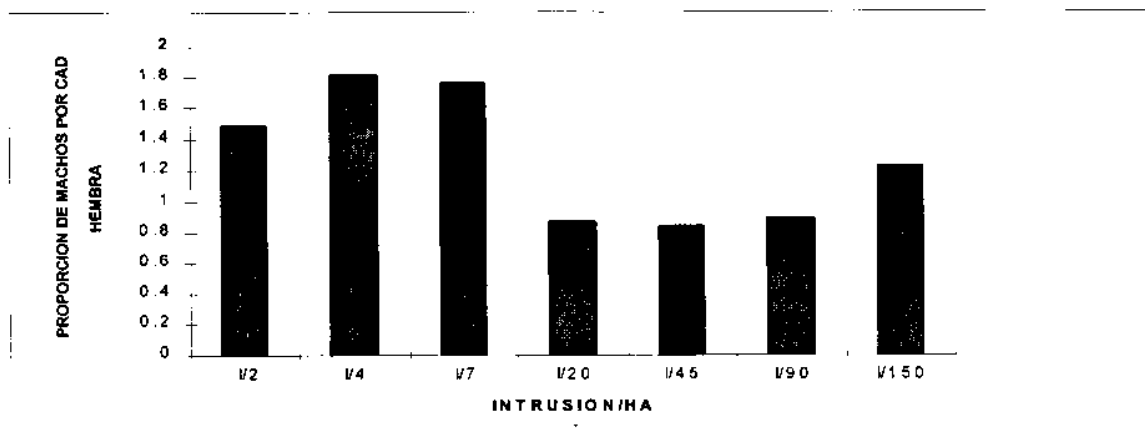


Figura 14. Proporción de sexos (machos por cada hembra) de pequeños mamíferos en pastizales de diferente tamaño.

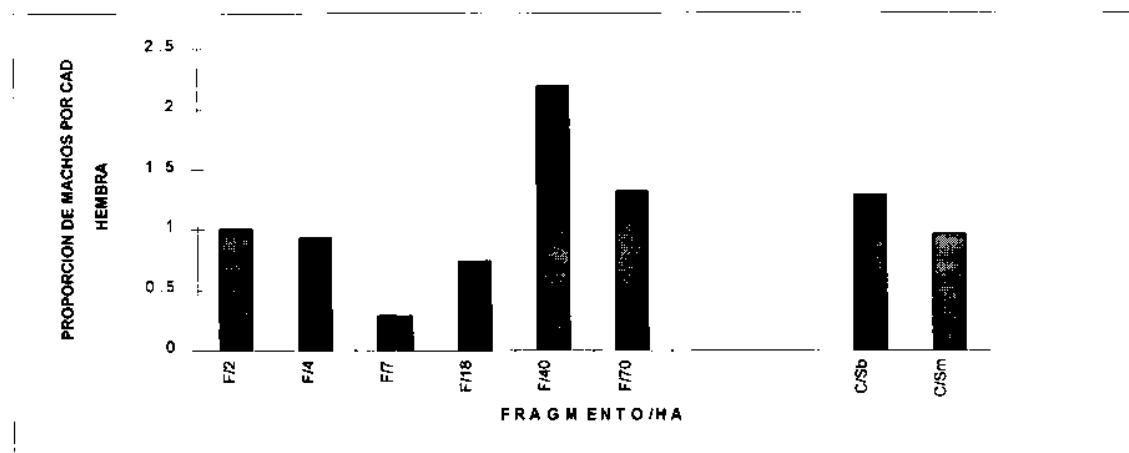


Figura 15. Proporción de sexos (machos por cada hembra) de pequeños mamíferos en fragmentos de selva de diferente tamaño.

ESTRUCTURA DE EDADES

Para el estudio de la estructura de edades se agruparon los individuos en tres clases de edad de acuerdo a su masa corporal específica: juvenil, subadulto y adulto. La definición de las clases para cada especie fue basada en los pesos de todas las capturas y de la determinación de la edad con base en las observaciones de campo y el desarrollo postnatal.

El promedio de todas las especies en todos los sitios de muestreo indica que los adultos fue la clase dominante con el 60% de los individuos, seguida por los subadultos con el 31% y los juveniles con solo el 9%. Las diferencias en la estructura de edades de las poblaciones que viven en la matriz deforestada no fueron significativas con respecto al patrón global, pero mostraron algunas diferencias con la matriz natural fragmentada, donde los juveniles representan el 5%, los subadultos el 15% y los adultos el 80% de la población.

Estructura de edades y deforestación

Para probar la posible relación entre la estructura de edades y el tamaño del área se probó por separado la proporción de cada una de las tres clases de edad. Ninguna de ellas mostró relación significativa con el tamaño del área. Los adultos fueron más abundantes en todos los sitios con excepción de una intrusión de tamaño medio donde los subadultos resultó la clase más abundante (Fig. 16).

Estructura de edades y fragmentación

La estructura de edades y el tamaño de los fragmentos tampoco resultó estar relacionado. La dominancia de adultos es mucho más marcada que en las áreas deforestadas, los subadultos fueron los siguientes en dominancia pero también se aprecia una reducción al compararse con sitios deforestados. La dominancia de los adultos parece sugerir que la estructura de edades está sesgada hacia los adultos en los sitios de selva (Fig. 17). Este patrón es consistente cuando se analiza por separado la contribución de *Liomys pictus*, donde los adultos dominaron por mucho a las otras clases de edad.

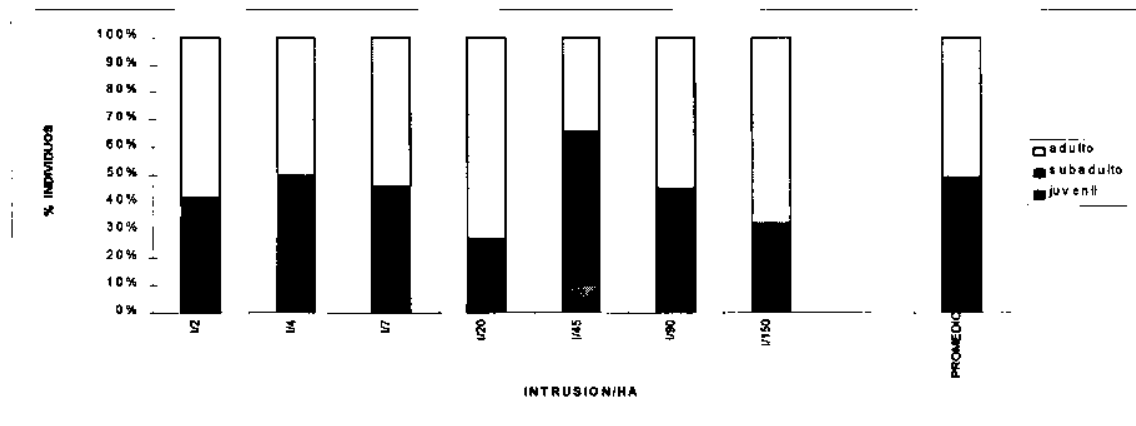


Figura 16. Estructura de edades de pequeños mamíferos en pastizales de diferente tamaño.

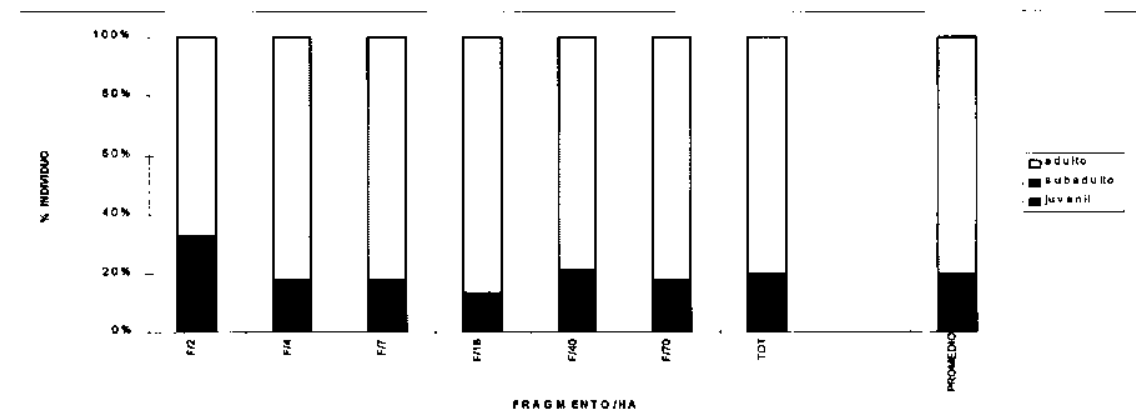


Figura 17. Estructura de edades de pequeños mamíferos en fragmentos de selva de diferente tamaño.

PERSISTENCIA

La sobrevivencia en poblaciones naturales es muy difícil de evaluar debido a que los individuos pueden desaparecer por mortalidad o dispersión, haciendo casi imposible establecer la causa de su desaparición.

En este estudio utilizamos la persistencia de las especies como un indicador de la supervivencia. La persistencia es calculada como el intervalo en semanas transcurrido entre la primera y la última captura de cada individuo.

El promedio de la persistencia de todos los individuos y especies presente en el estudio fue de 6.1 semanas.

Las poblaciones de pequeños mamíferos que viven en la matriz transformada tuvieron un persistencia de 4.8 semanas en promedio, menor al de las especies que viven en la matriz natural donde el promedio de persistencia fue de 7.2 semanas.

La persistencia entre las especies fue muy variable, *Liomys*, *Osgoodomys* y *Marmosa* registraron valores superiores a 7 semanas. Especies como *Sigmodon*, *Oryzomys*, o *Reithrodontomys* oscilaron alrededor de las 3 semanas en promedio.

Persistencia y deforestación

No hay ninguna relación entre la persistencia con el tamaño del área deforestada. El único patrón consistente es que en promedio la persistencia es mayor en las áreas de menor tamaño comparadas con las grandes (Fig. 18).

La persistencia de *Sigmodon*, la más abundante en estas condiciones, *Oryzomys* y *Reithrodontomys* resultaron ser más baja en comparación con las especies que habitan la matriz de selva como *Liomys*, *Marmosa* u *Osgoodomys*.

Persistencia y fragmentación

Tampoco en esta condición se encontró relación entre la persistencia y el tamaño de los fragmentos de selva. El único patrón observado es que la persistencia fue en promedio mayor a la de la matriz transformada. La persistencia de las especies que viven en estas condiciones fue mayor, la mayoría sobrepasando las 7 semanas en promedio (Fig. 19).

El caso de *Xenomys* hay que considerarlos con reserva ya que la especie es de hábitos arborícolas y su captura en el suelo tiene un marcado componente estacional.

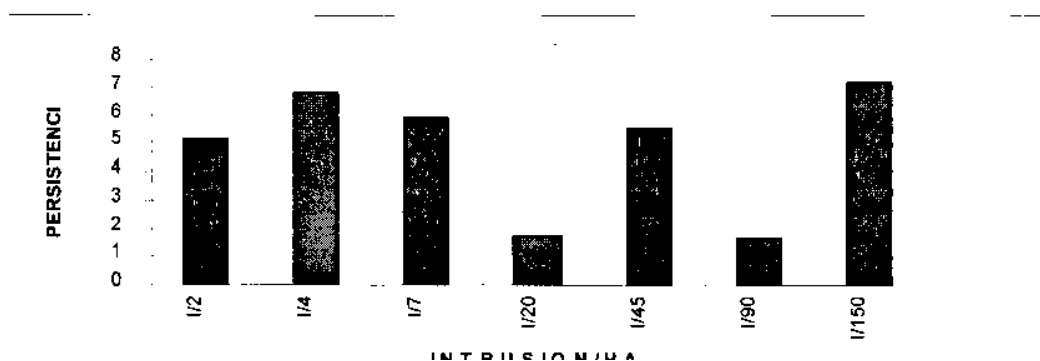


Figura. 18. Persistencia de pequeños mamíferos en pastizales de diferente tamaño.

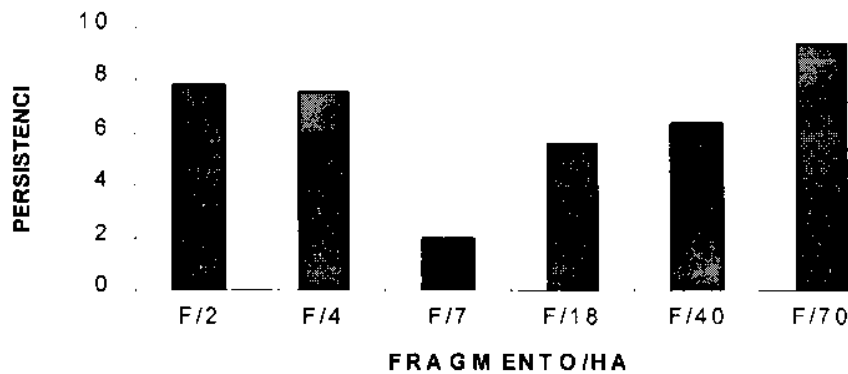


Figura 19. Persistencia de pequeños mamíferos en fragmentos de diferente tamaño.

MOVIMIENTOS

Los movimientos fueron calculados con los datos aportados por todos los individuos capturados más de una vez. Se presentan resultados de tres tipos de movimientos: i) movimientos a lo largo de su vida, representado por el promedio de las distancias entre la primera y la última captura, ii) movimiento largos, obtenido con la mayor distancia de movimiento registrada, y iii) movimientos a gran escala, representados por los movimientos entre sitios de muestreo.

El promedio de distancia a lo largo de su vida para todos los individuos estudiados fue de 20.4 m. Para los que viven en la matriz deforestada el promedio fue de 20.06 m y para la matriz de selva fue de 21.53 m. La diferencia entre ambas no fue significativa. El mismo patrón se dio para los movimientos largos.

No se observó ningún movimiento a gran escala de individuos entre las dos matrices, ni entre las intrusiones o los fragmentos.

Las especies no mostraron tendencias en el promedio de la distancia de sus movimientos, pero se observa que las especies más abundantes tienden a moverse menos que las especies poco abundantes.

Movimientos y deforestación

De nuevo no se encontró relación entre los movimientos con relación al tamaño del área deforestada (Fig. 20). La respuesta es muy parecida entre los diferentes sitios con excepción de uno de tamaño medio que sobrepasó a todos con un promedio de 34m producido por el movimiento de un individuo de *Marmosa* que se movió en una sola ocasión más de 60m.

Movimientos y fragmentación

Los fragmentos de selva si mostraron relación estadísticamente significativa con el tamaño del área ($r^2=0.80$, $p=0.01$) para los movimientos a lo largo de la vida. La relación fue negativa, lo que significa que los animales se mueven menos cuando el fragmento de selva es mayor (Fig. 21).

Liomys fue la única especie que mostró relación de ese mismo comportamiento de forma significativa ($r^2=0.79$ $p= 0.01$).

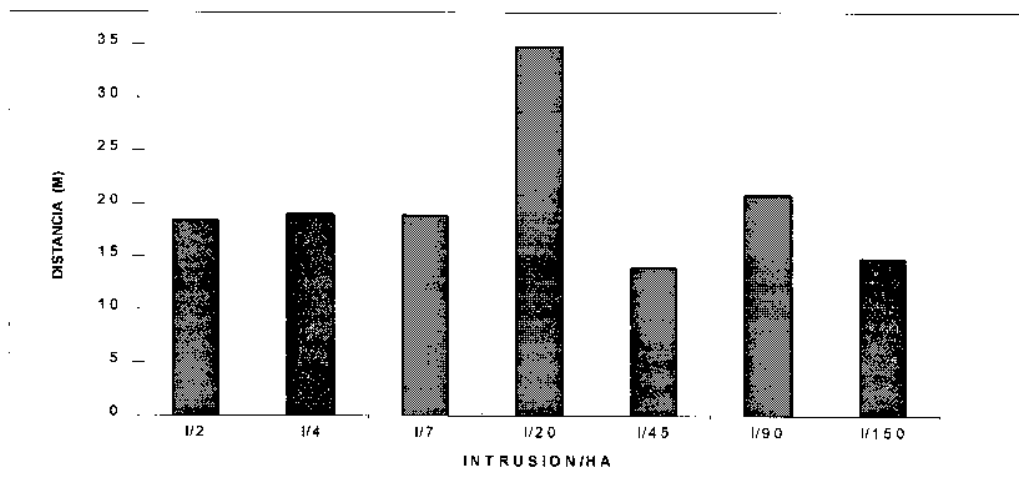


Figura 20. Movimiento promedio de pequeños mamíferos en pastizales de diferente tamaño.

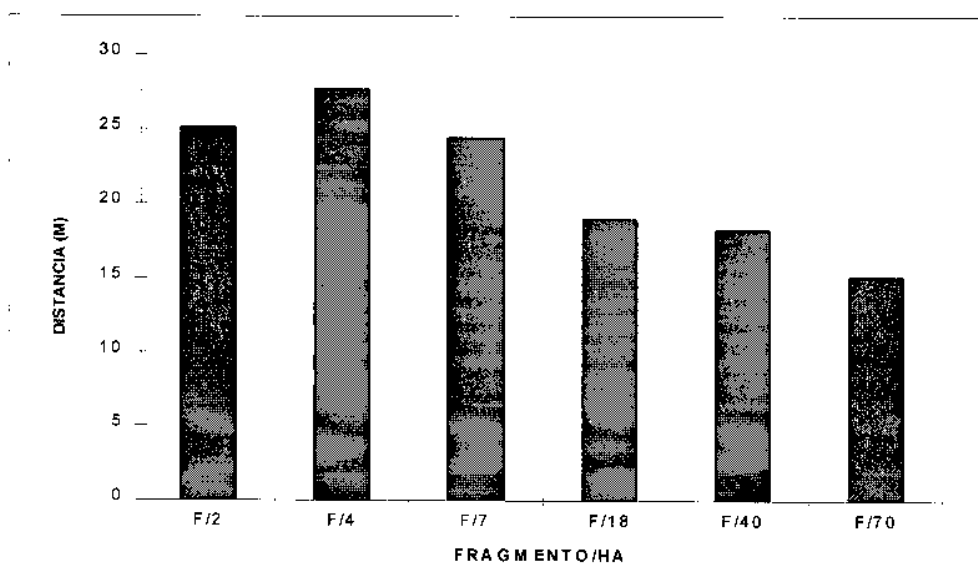


Figura 21 Movimiento promedio de pequeños mamíferos en fragmentos de selva de diferente tamaño

4.1 INTRODUCCIÓN

La propuesta original de crear una base de datos con información de la historia natural para algunos grupos de organismos, se relaciona con la necesidad de contar con información pocas veces conocida y menos sistematizada de los aspectos más sobresalientes sobre sus hábitos, utilización de recursos, estado de conservación y usos que se da a esas especies en ese lugar en particular.

El conocimiento sistemático sobre la historia natural de las especies de una región es herramienta fundamental para su aplicación en los proyectos o programas de uso, manejo y conservación específicos, que además pueda ser contrastada con el conocimiento generado en otras regiones.

El propósito de crear esta base con datos de historia natural de mamíferos de la región de Chamela-Cuixmala tiene como propósitos principales: i) explorar las posibilidades de crear y operar este tipo de bases, ii) sistematizar la información que sobre este tema se ha producido con años de estudio o se está generando en proyectos nuevos sobre este grupo y que pocas veces es aprovechada. Observaciones casuales o sistemáticas sobre variados aspectos de su historia natural serán los elementos que provean de información a dicha base de datos.

La base quedó integrada con información de las observaciones sistemáticas, observaciones casuales, recopilación de la literatura de estudios exclusivos de la zona y conocimiento de los habitantes locales sobre historia natural de las especies.

La información es exclusivamente local y relevante a temas como:

Especie: nombre científico, subespecie, nombres comunes en la región Ubicación:

con coordenadas geográficas

Hábitat: Tipo de vegetación

Hábitos: Terrestre, volador, arborícola, entre otros.

Actividad: Diurna, nocturna o crepuscular

Dieta: Insectívora, frugívora, carnívora, etc.

Reproducción: meses de actividad, meses de inactividad, tamaño de camada. tipo de ciclo.

Organización social: solitarios, parejas, grupos (número)

Usos: Caza comercial, deportiva, de subsistencia. Comercio, ceremonial, ritual, mascotas, plaga, etc.

La base se implementó sobre el sistema de administración de bases de datos relacionales para Windows, denominado Microsoft Access, V. 2.0. Está integrada por 17 tablas que contienen la información de los diferentes temas pero con sus identificadores que permiten la relación entre todas ellas.

En su etapa final, la base quedó integrada con un total 2,025 registros de la entidad ESPECIMEN correspondientes a 70 especies, todos ellos referenciados geográficamente a nivel de latitud y longitud.

Se integraron todas las acciones esperadas presentadas en el último informe de avances y que consistían básicamente en:

- 1) Proporcionar información correspondiente al autor y año de la descripción de la especie, creando los campos correspondientes. Estos fueron integrados a la tabla Nombre.
- 2) Proporcionar la referencia completa del sistema de clasificación seguido.
Wilson D.E. y D. M. Reeder 1993. Mammal Species of the World. A taxonomic and geographic referente 2a de Smithsonian Institution Press. Washington
- 3) Proporcionar la información geográfica pendiente sobre las localidades. En total se presentan datos de 100 localidades todas ellas referenciadas geográficamente a nivel de latitud y longitud.

La base es entregada en dos archivos magnéticos en un disco de 3.5 de alta densidad. Los archivos se presentan con el nombre que se le asignó originalmente y están compactados en un solo archivo llamado DATOS.ZIP:

DATOS.MDB	1 081344
DATOS.LDB	64

La base se entrega en 17 entidades que se detallan a continuación

Table Name	registros	campos	
CitaBibliografica	1	2	
Especimen	2025	12	
Estado	1	3	
Habitat1		2	
Municipio	124	3	
Nombre	70	7	dos
Nombre Comun	48	2	
OrganizacionSocial	6	2	
Re; CitaEspecimen	68	2	
Rel EspecimenOrgSocial	2048	3	
Rel EspecimenSitioHabitat	2045	4	
Rel NombreComun Nombre	70	2	
Rel NombreUso	18	2	
RelRel Nom NombComunSitio	198	3	
Sitio	100	10	
SubRelRelUsoNomSitio	12	3	
Uso	102		

REFERENCIAS

- Bullock, S.H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Charnela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77:5-17.
- Burgess, R.L. y D.M. Sharpe (eds.). 1981. *Forest Island Dynamics in Man-Dominated Landscapes*. Springer-Verlag, New York.
- Cairns, M.A., R. Dirzo y F. Zadroga. 1995. Forests of Mexico. *Journal of Forestry*. Julio 1995 pp. 21-24.
- Ceballos, G. 1995. Vertebrate diversity, ecology, and conservation in neotropical dry forests. pp. 195-220 en: S. Bullock, H. Mooney y E. Medina (eds). *Seasonal dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Ceballos G. y A. García. 1995. Conserving Neotropical Biodiversity: The role of dry forests in western Mexico. *Conservation Biology* 9:1349-1352.
- Ceballos G. y A. Miranda. 1986. *Los Mamíferos de Charnela. Manual de Campo*. Instituto de Biología, UNAM. 450pp.
- Dirzo, R. 1992. Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México, en: Sarukhán, J. y R. Dirzo (Comp.) *México ante los retos de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Dirzo, R. y C. García. 1992. Rates of Deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical Area in Southeast Mexico. *Conservation Biology* 6:84-90.
- Ehrlich, P. 1988. The loss of biodiversity. Causes and consequences. pp. 21-27, in: Wilson, E.O. (Ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Ehrlich, P. & A. Ehrlich. 1981. *Extinction. The causes and consequences of disappearance of species*. Ballantine Books, New York.
- INEGI. 1980. *X Censo general de población y vivienda 1980*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- JICA 1996. *Estudio del plan maestro para el desarrollo integral del sector agropecuario en la costa de Jalisco*. Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
- Krebs, C.J. 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecological Monographs* 36:239-273.
- Masera, O., M. Ordoñez y R. Dirzo. 1992. Carbon emissions from deforestation in Mexico: current situation and long-term scenarios. *Global Environmental Change*. en prensa.
- Myers, N. 1988. Tropical forests and their species: going, going...?. pp. 28-35. in: Wilson, E.O. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Myers, N. 1990. The biodiversity challenge: Expanded hot-spots analysis. *The Environmentalist* 10:243-256
- Noss, R. F. 1983. A regional landscape approach to maintain diversity. *BioScience* 33:700-706.
- Saunders, D.A., R.J. Hobbs y C.R. Magules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5:18-32.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistics*. Prentice Hall, Englewoods Cliffs.

DOCUMENTOS

Imágenes Landsat
MSS

LM8120416574500
LM8122216572500
LM8129316520500
LM83153716480XO
LM83076316391XO
LM83150016421 XO
LM83079816330XO
LM84359016301XO
LM 843 5 8316241 XO
LM85078016493XO
LM85044416545XO
LM85075716442XO
LM83022316464XO
LM85302016474XO
LM84360616305XO
LM84357416293XO
LM84356716233XO
LM83081716375XO
LM82255716381XO

Fotografías Aéreas

INEGI/SINFA 1973 B/N 1/50 000
INEGI/SINFA 1989 B/N 1/75 000

Mapas

INEGI Topográfico y de Uso del Suelo 1/50 000
E13 A29
E13 B31
E13 B21
INEGI Topográfico y de Uso del Suelo 1/250
000
F13-11
E13-2-5

Se entregan dos discos de 3.5 HD 1.44Mb

FORMATOS

Conversión de ILWIS VECTORIAL a:

Intergraph-SIF: convertido a Intergraph ASCII Standard Interchange Format (extensión .SIF).

AutoCAD-DXF: convertido a AutoCAD Drawing Exchange Format files (extensión

DXF) Arc/Info-LIN: convertido a Arc/Info (extensión, LIN)

Conversión de ILWIS RASTER a:

TIFF: convertido a formato Tag Interchange File (extensión. TIF)

Windows bitmap: convertido a formato Microsoft Windows bitmap (extensión. BMP)

SISTEMA DE PROYECCION

Proyección UTM Elipsoide:

Sphere Zona UTM: 13

GEOREFERENCIACION

Se entregan mapas georeferenciados en el documento escrito.

REFERENCIAS

Presentadas en el documento del informe bajo **en el** apartado DOCUMENTOS

SIMBOLOGIA

Cada mapa contiene la simbología para su correcta interpretación

DOCUMENTACION DE MAPAS, ARCHIVOS Y MEDIO MAGNETICO

Mapas impresos

Figura 1. Mapa de la distribución de la selva tropical estacional en la costa de Jalisco

Figura 2. Mapa de la región de Chamela-Cuixmala-Tenacatita en la costa de Jalisco

Figura 3. Mapa de la cobertura de selva tropical estacional y deforestación en la costa de Jalisco en 1973

Figura 4. Mapa de la cobertura de selva tropical estacional y deforestación en la costa de Jalisco en 1980

Figura 5. Mapa de la *cobertura* de selva tropical estacional y deforestación en la costa de Jalisco en 1986

Figura 6. Mapa de la *cobertura de selva tropical estacional* y deforestación en la costa de Jalisco en 1992

Figura 7. Mapa de la cobertura de selva baja, selva mediana y deforestación de la región de Chamela-Cuixmala-Tenacatita en 1973

Figura 8. Mapa de la cobertura de selva baja, selva mediana y deforestación de la región de Chamela-Cuixmala-Tenacatita en 1989

MEDIO MAGNETICO

Disco 1 1.44Mb Sistema DOS copy 6.0 EMPACADO con PKZIP v.2.04

ARCHIVOS

B033PCX.ZIP	dcj73pcx.pcx	Fig. 3 dcj80pcx.pcx Fig. 4 dcj86pcx.pcx Fig. 5 dcj92pcx.pcx Fig. 6 dch73pcx.pcx Fig. 7 dch89pcx.pcx Fig. 8
B033BMP.ZIP	dcj73bmp.bmp	Fig. 3 dcj80bmp.bmp Fig. 4 dcj86bmp.bmp Fig. 5 dcj92bmp.bmp Fig. 6 dch73bmp.bmp Fig. 7 dch89bmp.bmp Fig. 8
B033DXF.ZIP	dcj73dxf.dxf	Fig. 3 dcj80dxf.dxf Fig. 4 dcj86dxf.dxf Fig. 5 dcj92dxf.dxf Fig. 6 dch73dxf.dxf Fig. 7 dch89dxf.dxf Fig. 8
B033PCXZIP	dcj73pcx.pcx	Fig. 3 dcj80pcx.pcx Fig. 4 dcj86pcx.pcx Fig. 5 dcj92pcx.pcx Fig. 6 dch73pcx.pcx Fig. 7 dch89pcx.pcx Fig. 8
B033TIF.ZIP	dcj73tif.tif	Fig. 3 <i>dcj80tif.tif</i> Fig. 4 dcj86tif.tif Fig. 5 dcj92tif.tif Fig. 6 dch73tif.tif Fig. 7 dch89tif.tif Fig. 8

PKZIP.EXE

PKUNZIP.EXE

Disco 2 1.44Mb Sistema DOS copy 6.0 EMPACADO con PKZIP v.2.04

B033LIN.ZIP	dcj73arc.lin	Fig. 3	
		dcj80arc.lin	Fig. 4
		dcj86arc.lin	Fig. 5
		dcj92arc.lin	Fig. 6
		dch73arc.lin	Fig. 7
		dch89arc.lin	Fig. 8

B033SIF.ZIP	dcj73.sif	Fig. 3	
		dcj80.sif	Fig. 4
		dcj86.sif	Fig. 5
		dcj92.sif	Fig. 6
		dch73.sif	Fig. 7
		dch89.sif	Fig. 8

PKZIP.EXE
PKUNZIP.EXE

DATOS:ZIP	datos.mdb	Base de datos sobre historia natural
	datos.lbd	Base de datos sobre historia natural

DEFORESTACION Y FRAGMENTACION DEL HABITAT: CONSECUENCIAS ECOLOGICAS SOBRE LA FAUNA DE MAMIFEROS DE LA SELVA TROPICAL ESTACIONAL EN EL OCCIDENTE DE MEXICO

INFORME FINAL/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
ALVARO MIRANDA/Instituto de Ecología/Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN EJECUTIVO

La deforestación y fragmentación del hábitat son consideradas entre las principales causas de la pérdida de biodiversidad. Diferentes eventos guían a la deforestación y la fragmentación dando por resultado diversos patrones en el paisaje, sin que hasta el momento podamos determinar sus efectos y consecuencias sobre la conservación de las especies y los procesos ecológicos y evolutivos.

Este estudio determina la magnitud de los cambios espacio-temporales de la deforestación y la fragmentación en la selva tropical estacional del occidente de México. Analiza las consecuencias del proceso centrado en los efectos sobre la estructura y composición de especies de mamíferos terrestres (no voladores), en los efectos poblacionales y demográficos para el grupo de los roedores y en la contribución de este sensible grupo al proceso ecológico de la remoción de semillas, uno de los más importantes que los roedores juegan en este tipo de selvas.

Puesto que la mayor parte de las áreas naturales que se conservarán en el futuro, serán áreas fragmentadas, este tipo de estudios serán de mucho valor para evitar y revertir la pérdida de las especies y de sus procesos ecológicos y evolutivos. Esto resulta de particular valor para la selva tropical estacional en el occidente de México, donde la deforestación y la fragmentación son más frecuentes cada día y donde muchos mamíferos son endémicos o se encuentran en algún riesgo de extinción.

Los resultados del estudio muestran que el proceso de deforestación ha sido intenso en la región en los últimos 25 años. En este tiempo se ha perdido la vegetación natural de casi un tercio de los aproximadamente 4,000 km² que existían originalmente. La tasa a la cual este fenómeno ocurre oscila entre 0.39 y 2.22 % de la superficie que queda cada año. Este proceso de deforestación ha creado un mosaico muy complejo de fragmentación en el paisaje, de donde podemos distinguir dos grandes patrones en este proceso continuo. La fragmentación de tipo intrusivo representada por perturbaciones, generalmente pastizales inducidos de gran variedad de tamaños (<100 ha), completamente rodeados por la matriz natural de vegetación, predomina en la región. Por otra parte la fragmentación envolvente, islas de vegetación natural de diferentes tamaños (<100 ha) rodeadas de hábitats perturbados.

La respuesta de los mamíferos terrestres a este espectro de fragmentación fue evaluada a través del monitoreo mensual, con técnicas de trampeo y conteo de huellas, en 16 sitios de diferente tamaño de las dos variantes existentes de fragmentación. Se realizó un esfuerzo de captura equivalente a poco más de 58,000 trampas-noche. Se registraron alrededor de 8,800 huellas de mamíferos de 15 especies en las poco menos de 25,000 trampas-noche para huellas que fueron colocadas y se realizaron más de 4,500 capturas de 1,432 individuos de 8 especies de pequeños mamíferos con trampas Sherman en poco más de 32,000 trampas noche.

Todos los resultados presentados son preliminares y deben considerarse como tales. A nivel de la comunidad de mamíferos terrestres los parámetros de riqueza y diversidad de especies no mostraron ninguna relación con el tamaño del área tanto de fragmentos como de intrusiones. Se distinguen tres grupos de especies en respuesta a transformación del paisaje: i) generalistas que

pueden tolerar vivir en casi todas las condiciones, ii) especialistas de selva que no toleran la perturbación y iii) especialistas de pasto o invasores que no se establecen en la selva.

A nivel de poblaciones de pequeños mamíferos la densidad de las especies es muy heterogénea. Las especies que viven en la matriz transformada tienden a tener mayor densidad que las especies que viven en la selva. Sin embargo, las intrusiones de pasto pequeñas mostraron densidades mayores a las de área grande. La biomasa también fue muy fluctuante entre las diferentes condiciones y no se estableció relación alguna con el tamaño de la intrusión o fragmento. Solo una especie (*Liomys pictus*) mostró relación positiva y significativa entre su biomasa promedio mensual y el tamaño del fragmento de selva. No se encontró tampoco relación del tamaño del área con relación a variables como proporción de sexos, estructura de edades y persistencia. Se encontró relación negativa entre los movimientos a largo plazo y el tamaño de la isla de selva.

El estudio experimental sobre el efecto en la remoción de semillas fue analizado de forma preliminar y parece producirse de forma más intensa en las intrusiones que en los remanentes de selva. Los pastizales más pequeños tuvieron mayor remoción que los grandes y por el contrario los fragmentos de selva pequeños tuvieron menos remoción que los grandes.

En los próximos meses terminarán todos los trabajos análisis estadístico de los resultados y se producirán las primeras publicaciones de nivel especializado y popular. El proyecto contribuye directamente a la conservación con información real de la situación local y regional, asesorando y dictaminando sobre los programas de ordenamiento ecológico de la región, que buscan regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

ECOLOGICAL CONSEQUENCES FOR THE MAMMALIAN FAUNA OF A TROPICAL SEASONAL FOREST IN WESTERN MEXICO

FINAL REPORT/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
ALVARO MIRANDA /Instituto de Ecología/Universidad Nacional Autónoma de México

EXECUTIVE SUMMARY

The processes of deforestation and habitat fragmentation are considered one of the principle causes of biodiversity loss. Different events guide deforestation and fragmentation resulting in diverse patterns in the landscape, however little is understood of the consequences of habitat fragmentation for species conservation, and its impact on ecological and evolutionary processes.

This study will determine the magnitude of spacio-temporal changes due to deforestation and fragmentation in the tropical seasonal forest of western Mexico. The analysis will be centred on evaluating the effects of the process of habitat fragmentation on the structure and species composition of the terrestrial mammal (non-flying) community. In particular, the study will examine the effects on the population dynamics and demography of rodent species, and the contribution of this sensitive group to the ecological process of seed removal, one of the most important roles played by rodents in this type of forest.

Given that most of the natural areas conserved in the future will be fragmented, this type of study will be of great value in avoiding and reversing the loss of species and their ecological and evolutionary processes. The study will be of particular value for the seasonal tropical forest of western Mexico where many species are endemic or considered at risk of extinction.

The results of the study demonstrate that the process of deforestation has been intense in the region over the last 25 years. During this time, almost one third of the natural vegetation has been lost from the 3,000 km² which originally existed. The rate of this deforestation varies between 0.39 and 2.22 % of the surface area which remains each year. The process of deforestation has created a complex mosaic of fragmentation in the landscape, from which we can distinguish the overall patterns of this continuous process. Intrusive fragmentation is represented by disruptions in the landscape of introduced grasslands of various sizes (<100 ha), completely surrounded by a matrix of natural vegetation which predominates in the region. On the other hand, enveloping fragmentation is represented by islands of natural vegetation of various sizes (<100 ha) surrounded by disturbed habitats.

The response of terrestrial mammals to this spectrum of fragmentation was evaluated by monthly censuses using trapping and counting of tracks at 16 study sites which represent different sized parcels of the two types of fragmentation. The total capture effort realized during the study is equivalent to a little more than 58,000 trap-nights. During approximately 25,000 trap-nights established to register tracks, about 8,000 tracks were recorded from 15 species of mammal. In 32,000 trap-nights using Sherman small mammal traps, more than 4,500 captures were made of 1,432 individuals from 8 species.

Results are preliminary and should be considered as such. At the community level, there was no relationship between the richness and species diversity of terrestrial mammals and the size of fragments or intrusions. Three groups of species could be distinguished by their response to transformation of the landscape: i) generalist that could live in all conditions, ii) forest specialists that don't tolerate disturbance and iii) specialists of grass or invaders that don't settle in the forest.

At the small mammal population level, species density is very heterogeneous. Species living in a transformed matrix tend to have a higher density than species living in the forest.

However, small grass intrusions showed higher densities of individuals than large grass intrusions. Biomass also fluctuated between the various conditions and didn't demonstrate any relationship with the size of intrusion or fragment. *Liomys pictus* alone showed a positive and significant relationship between biomass and forest fragment size. No relationship was found between area size and the sex ratio, age structure and persistence variables of small mammal populations. There was a negative relationship between the long term movements of small mammals and island forest size.

Preliminary analysis of the experimental study on the seed removal indicates that the effect was more intense in the grass intrusions than in the forest remnants. Smaller grassland had higher seed removal rates than larger grass intrusions, and conversely small forest fragments had lower seed removal rates than large fragments.

Statistical analysis of the data and production of the first scientific and general interest publications will be completed during the ensuing months. The project is contributing directly to conservation by advising and directing the program for ecological ordenance in the region, which seeks to regulate and promote land-use practices in accordance with the aims of environmental protection and the sustainable use of natural resources.

INTRODUCCION

Este documento constituye el informe final de actividades acordado en el convenio específico entre la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Alvaro Miranda del Instituto de Ecología de la UNAM para el proyecto denominado: DEFORESTACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT: CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS SOBRE LA FAUNA DE MAMÍFEROS DE LA SELVA TROPICAL ESTACIONAL EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO.

Los resultados y figuras de este informe forman parte del proyecto de tesis doctoral que estoy desarrollando. Por lo cual toda la información es original y debe ser considerada como de acceso restringido en tanto no sean publicada.

El informe presenta el análisis de los resultados generados por el estudio y se estructura, como ha sido costumbre en informes previos, en secciones que corresponden a los apartados contenidos en el proyecto específico.

El primer capítulo muestra los resultados obtenidos sobre el estudio del proceso histórico de la deforestación y la fragmentación de la selva tropical estacional en el occidente de México. Desde una perspectiva regional se analiza el proceso para toda la costa de Jalisco y a escala local se analiza una ventana sobre la región de Chamela-Cuixmala-Tenacatita.

La segunda sección contiene los resultados más relevantes sobre las implicaciones que tiene la deforestación y la fragmentación del hábitat en la comunidad de mamíferos terrestres (no voladores) que habita la selva tropical estacional de esta región. El sistema de estudio utilizado para este propósito es representativo de las condiciones reales de transformación del paisaje en la zona.

El tercer apartado muestra los resultados del estudio diseñado para determinar los efectos en la dinámica y ecología de poblaciones de pequeños mamíferos cuando viven en condiciones de deforestación y fragmentación de la selva.

El último punto de este informe es una breve síntesis del estudio sobre los efectos en la remoción de semillas bajo diferentes condiciones de deforestación y fragmentación comparándolos con las áreas de selva continua.

Cada sección se ha desarrollado de forma independiente en el formato de un artículo científico, presentando una breve introducción al tema de estudio, el objetivo de estudio, la metodología específica y los resultados encontrados.

4.0 DEFORESTACION Y FRAGMENTACION EN LA SELVA TROPICAL ESTACIONAL: CONSECUENCIAS SOBRE EL PROCESO ECOLOGICO DE LA REMOCION DE SEMILLAS

4.1 INTRODUCCION

El proceso de transformación del paisaje natural por el hombre conduce a la pérdida y/o fragmentación de la vegetación en parches de tamaño variable. Esto es patente en una amplia gama de ambientes incluyendo a la selva tropical estacional (ver capítulos anteriores). Los efectos de esta transformación se han asociado a cambios en numerosos procesos ecológicos que involucran a las plantas y los animales que ahí viven. Particularmente las especies que habitan en estas condiciones pueden incrementarse, reducirse o mantenerse como consecuencia de i) cambios directos en las condiciones en la estructura física del hábitat (Lovejoy *et al.* 1986) ii) los llamados efectos de borde (Saunders 1991) como la competencia con las especies invasoras (Janzen 1983) o el incremento de la depredación o el parasitismo (Wilcove 1985, Small y Hunter 1988), iii) alteraciones en los procesos demográficos intrínsecos que incrementan las probabilidades de extinción de poblaciones pequeñas (Mac Arthur y Wilson 1967, Shaffer 1981, Gilpin y Soulé 1986, Pulliam 1988), iv) procesos de dispersión dependientes de la escala (Kareiva 1990, Dooak *et al.* 1992, Dunning *et al.* 1992), v) incremento de la depresión endogámica (Wright 1968, Menges 1991). Si la fragmentación tiene efectos en ciertos animales y plantas participantes en interacciones mutualistas los efectos podrían producirse en cascada con implicaciones sobre numerosas especies más (Gilbert 1980, Howe 1984, Terborgh 1986, Powell y Powell 1987, Dirzo y Miranda 1991).

Los animales en general y los mamíferos en particular participan y contribuyen de distinta manera sobre las diferentes etapas del ciclo de vida de la plantas vasculares: polinización de flores; predispersión, dispersión, posdispersión y depredación de semillas; establecimiento, crecimiento, maduración y depredación de plántulas y juveniles. ¿Cómo puede afectar la deforestación y la fragmentación del hábitat la naturaleza de estas interacciones entre las plantas y los animales?. Estos drásticos cambios sobre el paisaje es posible que afecten las interacciones entre plantas y animales en estados críticos de sus historias de vida, afectando por consecuencia la demografía y el reclutamiento de las plantas (Janzen 1974, 1983, Kevan 1975, Howe 1984, Dirzo y Miranda 1990, 1991). Estos sutiles impactos de los cambios en el hábitat sobre las interacciones entre plantas y animales pueden ser amplificadas con efectos a largo plazo sobre la integridad de reservas y otros paisajes manejados (Dirzo y Miranda 1990, 1991, Redford 1992).

La selva tropical estacional en México posee un flora altamente diversa que interactúa intensamente con una fauna muy variada de dispersores y consumidores de semillas (Dirzo y Dominguez 1995, Ceballos 1989, Mendoza 1997). Los insectos, aves y roedores han demostrado ser los grupos más importantes en los ambientes secos que participan en el proceso de granivoría (Brown *et al.* 1975, 1979, Mendoza 1997). Las semillas forman parte importante si no exclusiva de la alimentación de estos grupos, que se han especializado en su búsqueda, recolección y consumo. Para muchas especies de plantas las semillas representan el único estadio capaz de ser dispersado y de propiciar su

propagación, por lo que cualquier alteración de la dinámica natural podría tener efectos sobre su estabilidad.

El propósito de este estudio es determinar la posible alteración de las tasas de remoción de semillas (posdispersión) por efectos de la deforestación y la fragmentación con relación a las zonas de selva continua. Se analizan estos patrones y su posible relación con cambios en la estructura de la vegetación presente en las diferentes condiciones de alteración. A través de la adición controlada de semillas se determinarán las tasas de remoción. Se determinará el efecto entre las especies de semillas y por medio de diferentes exclusiones se separará el efecto de los diferentes grupos de animales que participan.

4.2 AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la región conocida como Chamela-Cuixmala, donde se localiza la Reserva de la Biosfera del mismo nombre. Se ubica entre los 19° 15' 00" N y 19° 45' 00" N de latitud y entre 104° 40' 00" W y 105° 20' 00" W de longitud (Fig. 2). La fisiografía de la zonas está dominada por lomeríos y pequeñas cañadas que confluyen en arroyos estacionales, interrumpidos por la planicie aluvial del Río Cuitzmala con caudal de agua permanente.

El clima es tropical, con una marcada estacionalidad entre la época de lluvias (julio-octubre) y la de secas (noviembre-junio). La temperatura media anual está alrededor de los 24 °C, la mínima alrededor de los 18 °C. La precipitación total anual es de 750 mm en promedio pero puede oscilar entre los 600 y 1000 mm (Bullock 1988).

El medio ambiente natural

Se han descrito al 8 tipos de vegetación, de los cuales sobresalen la selva baja caducifolia y la selva mediana subperennifolia o vegetación de arroyo como los más importantes por su extensión. Se ha detectado la presencia de más de 1,120 especies de plantas (Lott 1993). El componente faunístico está representado hasta ahora por 76 especies de peces, 85 de anfibios y reptiles, 270 de aves, 72 de mamíferos terrestres, y un número aún no determinado, pero que sobrepasa varios miles, de invertebrados.

De las 72 especies de mamíferos registradas en la zona 33 son voladores y 39 terrestres. Entre los terrestres 7 especies son granívoras, 8 omnívoras y 8 herbívoras con capacidad de consumir semillas (Ceballos y Miranda 1986). Entre las aves tenemos un grupo importante de especies granívoras del sotobosque que consumen semillas y entre los reptiles no hay especies con esta capacidad, con excepción de iguanas o tortugas terrestres que lo podrían hacer de forma muy limitada.

El medio ambiente transformado

Existe evidencia de ocupación prehispánica en la región. Su presencia fue extensa pero de baja densidad, cultivando solamente en terreno aluvial, y experimentado una disminución drástica de la población posterior a 1524 (Bullock 1988).

Hacia 1940 se inicia la recolonización de la región, pero no fue hasta 1960 en que se establecen los primeros ejidos sobre la margen sur del Río Cuitzmala. La margen norte permanece prácticamente intacta con excepción de la llanura aluvial y del algunas intrusiones de pasto bien localizadas.

El proceso de colonización y desmonte de tierras ha sido facilitado por la apertura de la carretera costera, pavimentada en 1972. La agricultura intensiva está limitada en extensión por la falta de agua y ha dejado de ser la actividad preponderante dejando su lugar a la ganadería extensiva que se realiza en pastizales inducidos propiciando el desmonte extensivo de lomeríos por métodos tradicionales como la "tumba y quema" o más modernos como el desmonte con maquinaria pesada. La ganadería representa la actividad que mayor superficie de terreno ocupa, aunque no necesariamente la que más ingresos produce. Las actividad turística, aunque poco desarrollada por el momento, se asienta en la franja costera utilizando e impactando las áreas de humedales, por la extracción de agua dulce, la perturbación o eliminación de los ecosistemas y la modificación del paisaje.

4.3 SISTEMA DE ESTUDIO

A partir del estudio previo sobre los patrones de deforestación y fragmentación se pudo determinar que los dos elementos más importantes de la transformación del paisaje a la escala local son las intrusiones y los fragmentos. El proceso intrusivo modifica la matriz natural de selva con la inserción, introducción, de perturbaciones, inducción de cultivos y pastizales, de diverso tipo y tamaño variable. La fragmentación se produce con la expansión de la perturbación sobre la matriz natural, produciendo la pérdida de continuidad de ésta y el aislamiento de remanentes de selva de tamaño variable.

La frecuencia de los tamaños de las intrusiones y los fragmentos mostraron una clara dominancia hacia tamaños pequeños (Tabla 4), menores de 100 ha, por lo que el diseño de muestreo para el estudio de los efectos se centra en áreas que representan las condiciones reales de transformación del paisaje (Fig 9).

Bajo este esquema, se estudiaron los componentes del proceso intrusivo y del efecto de insularización a través del análisis de sitios con diferente intensidad (tamaño de parche). Los análisis contemplan la comparación entre los componentes de forma general y por métodos estadísticos de regresión para cada componente, considerando el tamaño del parche como la variable independiente. Las variables de respuesta o dependientes incluyen la tasa de remoción de semillas promedio y total para todas las especies en conjunto.

4.3 METODOS

Selección de especies de semillas

Se utilizaron once especies diferentes de semillas que fueron seleccionadas bajo los siguientes criterios

- i) ser nativas de la región
- ii) ser comunes y abundantes
- iii) por su rango de pesos y tamaños que cubre la mayor parte del gradiente existente

Las once especies utilizadas son especies que viven comunmente en la selva tropical estacional y representan 5 familias y 11 géneros. El rango de tamaño varió entre 2 y 15 mm y el peso entre 0.01 y 3 gr.

Las semillas fueron obtenidas de por lo menos 5 individuos diferentes de cada especie. La colecta se hizo cuando las semillas ya eran maduras y se tomaron directamente del árbol poco antes de la dispersión o del suelo poco despues de su caída. Se seleccionaron semillas sanas sin daño aparente. Se almacenaron en frascos y se mantuvieron en condiciones frescas y secas hasta su utilización en el experimento.

Diseño experimental

De la gran variedad de métodos utilizados para evaluar la remoción de semillas en el campo se utilizó el de la adición controlada de semillas sobre platos con diferente tipo de exclusión para determinar el efecto diferencial en el consumo por los diferentes grupos de animales.

-Exclusión de vertebrados: Reptiles, aves y mamíferos fueron excluidos de las semillas por medio de un cilindro de malla metálica de 40-50 cm de diámetro y altura, cerrado por arriba. El tamaño de abertura de la malla fue de 0.7 a 1.0 cm, suficiente para permitir solo el acceso de los invertebrados (p. ej. hormigas).

-Exclusión de vertebrados medianos y grandes. Un cilindro de malla similar al anterior pero con la malla de abertura de entre 3 y 5 cm, permitió excluir a vertebrados consumidores de semillas excepto a las aves y mamíferos pequeños e invertebrados.

-Sin exclusión. Libre acceso a todos los organismos consumidores de semillas.

-Control de lluvia de semillas. Caja de petri vacía en la que se cuantificó el acceso de propágulos vía lluvia como control de un posible acceso hacia los tratamientos experimentales.

Para el diseño experimental se tomaron las sugerencias de Hulme (1990) quien realizó una revisión detallada de este tipo de estudios.

El diseño está definido de la siguiente forma:

EXPERIMENTOS DE REMOCION															
SISTEMA DE ESTUDIO															
SELVA		INTRUSIONES					FRAGMENTOS					PASTIZAL			
1	2	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	1
TRATAMIENTOS															
TODOS(a)		ROEDORES(b)					NINGUNO(c)					CONTROL(d)			
1	(62)	1	(62)						1	(62)					1
2	(62)	2	(62)						2	(62)					2
3	(62)	3	(62)						3	(62)					3
⋮		⋮							⋮						⋮
12	(62)	12	(62)						12	(62)					12

- 3 *Brosimum alicastrum*
- 3 *Enterolobium cyclocarpum*
- 3 Leguminosae sp 1
- 3 *Pithecellobium dulce*
- 3 *Caesalpinia eriostachys*
- 3 *Gliricidia sapium*
- 5 *Tabebuia rosea*
- 10 *Acacia* sp.
- 10 Leguminosae sp 2
- 10 *Crataeva tapia*
- 10 *Helicarpus pallidus*

En cada condición de intrusiones y fragmentos se colocaron doce repeticiones de cada uno de los tres tratamientos (exclusión de todos excepto hormigas (c); exclusión de vertebrados excepto roedores (b); libre acceso a todos (a)) En cada uno de ellos se puso una caja de petri con 63 semillas en total, repartidas entre las 11 especies. Se incluyen 12 cajas como control del posible ingreso de propágulos.

La colocación de los tratamientos en cada sitio se realizó de manera aleatoria sobre la retícula de 7 líneas con 7 estaciones utilizada para el muestreo de mamíferos, los cuales cubrieron 48 de los 49 puntos de la retícula (ver figura):

A7	B2	D6	B7	D8	A2	
D3	C8	D5	C3	A5	D12	B11
B8	D6	B10	B12	C6	A9	C11
C9	B9	A10	D2	D1	D7	B4
A8	B5	C1	D9	B1	C7	C5
D12	C4	A12	D1	B6	C10	D4
D1	C3	A3	C2	D10	A11	A4

Los experimentos de remoción de semilla se relizaron en cada uno de los sitios descritos con detalle en la sección 4.2.

El experimento se montó en todas las intrusiones el mismo día. Al día siguiente se montarán todos los fragmentos y controles. Las revisiones se hicieron cada 4 días alternados hasta completar 6 revisiones, totalizando 24 días de exposición. El experimento se aplicó en la época seca y en la de lluvias.

En cada revisión se registró el número de semillas que desaparecieron en cada uno de los platos de cada tratamiento. Las semillas removidas no fueron reemplazadas para simular las condiciones naturales.

4.4 RESULTADOS PRELIMINARES

Se colocaron un total de 72,576 semillas para todo el experimento. En la época de secas el experimento se prolongó por 24 días hasta completar los seis registros. Para la época de lluvias solo se obtuvieron dos registros ya que la lluvia inundó los platos hasta el punto de arrastrar las semillas fuera y hacer imposible su conteo.

Para los efectos de este informe solo se analizan de forma exploratoria los datos de la época de secas.

Impacto de la remoción de semillas en intrusiones

El análisis de la remoción acumulada total muestra que la remoción es muy intensa en términos generales. Supera en magnitud a la que se da en las áreas fragmentadas.

Con relación al tamaño de la intrusión los mismos datos muestran una relación de mayor intensidad de la remoción en las áreas pequeñas con relación a las grandes incluyendo al pastizal continuo utilizado como control.

La mayor parte de la remoción ocurre en los primeros cuatro días de exposición de las semillas lo que sugiere que los removedores potenciales son muy eficientes en la detección, este patrón se puede observar al analizar la curva de acumulación en el tiempo de las semillas removidas.

Impacto de los diferentes clases de organismos removedores de semillas en intrusiones

Los pequeños mamíferos y ave pequeñas son los principales removedores de semillas. Los invertebrados participan de forma más limitada en el proceso y los vertebrados mayores no contribuyen de forma significativa a incrementar la remoción. Esta tendencia parece ser consistente entre los diferentes tamaños de intrusiones.

Impacto de la remoción de semillas en fragmentos

La remoción total acumulada en promedio entre los diferentes fragmentos es menor a la registrada en las intrusiones. Esto es esperable si consideramos que los pequeños mamíferos, como se ve en el estudio, son menos abundantes en estas áreas y que a la vez son los principales removedores de semillas del sistema.

El tamaño del fragmento también parece tener efecto sobre la remoción. Los fragmentos de selva más pequeños parecen mostrar una menor intensidad en la remoción acumulada que los fragmentos con áreas más grandes.

Al igual que en las intrusiones, la tasa de remoción mayor se da en los primeros días de la exposición de las semillas, aunque en este caso por ser de intensidad menor la acumulación de la remoción es más repartida en el tiempo. La explicación de este resultado podría ser explicado de igual forma por la menor densidad de pequeños mamíferos presentes en los fragmentos, lo cual produce que el impacto de la remoción esté más repartido en el tiempo.

Impacto de los diferentes clases de organismos removedores de semillas en fragmentos

En este caso los pequeños mamíferos también resultaron los principales removedores de semillas, mostrando diferencia con los invertebrados que remueven menos y poca o ninguna diferencia cuando se acumula el efecto de los grandes vertebrados.

Falta por analizar el efecto diferencial de cada una de las especies por separado y realizar las pruebas estadísticas para las tendencias anteriormente descritas. Los resultados de estas pruebas permitirán corroborar o rechazar las ideas planteadas en este análisis de tendencias preliminar.

5. CONCLUSIONES

La deforestación y fragmentación del hábitat son consideradas entre las principales causas de la pérdida de biodiversidad. Diferentes eventos guían a la deforestación y la fragmentación dando por resultado diversos patrones en el paisaje, sin que hasta el momento podamos determinar sus efectos y consecuencias sobre la conservación de las especies y los procesos ecológicos y evolutivos.

Puesto que la mayor parte de las áreas naturales que se conservarán en el futuro, serán áreas fragmentadas, este tipo de estudios serán de mucho valor para evitar y revertir la pérdida de las especies y de sus procesos ecológicos y evolutivos. Esto resulta de particular valor para la selva tropical estacional en el occidente de México, donde la deforestación y la fragmentación son más frecuentes cada día y donde muchos mamíferos son endémicos o se encuentran en algún riesgo de extinción.

Los resultados del estudio muestran que el proceso de deforestación ha sido intenso en la región en los últimos 25 años. En este tiempo se ha perdido la vegetación natural de casi un tercio de los aproximadamente 4,000 km² que existían originalmente. La tasa a la cual este fenómeno ocurre oscila entre 0.39 y 2.22 % de la superficie que queda cada año. Este proceso de deforestación ha creado un mosaico muy complejo de fragmentación en el paisaje, de donde podemos distinguir dos grandes patrones en este proceso continuo. La fragmentación de tipo intrusivo representada por perturbaciones, generalmente pastizales inducidos de gran variedad de tamaños (<100 ha), completamente rodeados por la matriz natural de vegetación, predomina en la región. Por otra parte la fragmentación envolvente, islas de vegetación natural de diferentes tamaños (<100 ha) rodeadas de hábitats perturbados.

La respuesta de los mamíferos terrestres a este espectro de fragmentación fue evaluada a través del monitoreo mensual, con técnicas de trampeo y conteo de huellas, en 16 sitios de diferente tamaño de las dos variantes existentes de fragmentación. Se realizó un esfuerzo de captura equivalente a poco más de 58,000 trampas-noche. Se registraron alrededor de 8,800 huellas de mamíferos de 15 especies en las poco menos de 25,000 trampas-noche para huellas que fueron colocadas y se realizaron más de 4,500 capturas de 1,432 individuos de 8 especies de pequeños mamíferos con trampas Sherman en poco más de 32,000 trampas noche.

Todos los resultados presentados son preliminares y deben considerarse como tales. A nivel de la comunidad de mamíferos terrestres los parámetros de riqueza y diversidad de especies no mostraron ninguna relación con el tamaño del área tanto de fragmentos como de intrusiones. Se distinguen tres grupos de especies en respuesta a transformación del paisaje: i) generalistas que pueden tolerar vivir en casi todas las condiciones, ii) especialistas de selva que no toleran la perturbación y iii) especialistas de pasto o invasores que no se establecen en la selva.

A nivel de poblaciones de pequeños mamíferos la densidad de las especies es muy heterogénea. Las especies que viven en la matriz transformada tienden a tener mayor densidad que las especies que viven en la selva. Sin embargo, las intrusiones de pasto pequeñas mostraron densidades mayores a las de área grande. La biomasa también fue muy fluctuante entre las diferentes condiciones y no se estableció relación alguna con el tamaño

de la intrusión o fragmento. Solo una especie (*Liomys pictus*) mostró relación positiva y significativa entre su biomasa promedio mensual y el tamaño del fragmento de selva. No se encontró tampoco relación del tamaño del área con relación a variables como proporción de sexos, estructura de edades y persistencia. Se encontró relación negativa entre los movimientos a largo plazo y el tamaño de la isla de selva.

El estudio experimental sobre el efecto en la remoción de semillas fue analizado de forma preliminar y parece producirse de forma más intensa en las intrusiones que en los remanentes de selva. Los pastizales más pequeños tuvieron mayor remoción que los grandes y por el contrario los fragmentos de selva pequeños tuvieron menos remoción que los grandes.

En los próximos meses terminarán todos los trabajos análisis estadístico de los resultados y se producirán las primeras publicaciones de nivel especializado y popular. El proyecto puede contribuir directamente a la conservación con información real de la situación local y regional indispensable para asesorar y dirigir los programas de ordenamiento ecológico de la región, que buscan regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

REFERENCIAS

- Bullock, S.H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77:5-17.
- Burgess, R.L. y D.M. Sharpe (eds.). 1981. *Forest Island Dynamics in Man-Dominated Landscapes*. Springer-Verlag, New York.
- Cairns, M.A., R. Dirzo y F. Zadroga. 1995. Forests of Mexico. *Journal of Forestry*. Julio 1995 pp. 21-24.
- Ceballos, G. 1989. *Population and community ecology of small mammals from tropical deciduous and arroyo forest in Western Mexico*. Tesis de doctorado University of Arizona, Tucson, AZ.
- Ceballos, G. 1995. Vertebrate diversity, ecology, and conservation in neotropical dry forests. pp. 195-220 en: S. Bullock, H. Mooney y E. Medina (eds). *Seasonal dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Ceballos G. y A. García. 1995. Conserving Neotropical Biodiversity: The role of dry forests in western Mexico. *Conservation Biology* 9:1349-1352.
- Ceballos G. y A. Miranda. 1986. *Los Mamíferos de Chamela. Manual de Campo*. Instituto de Biología, UNAM. 450pp.
- Dirzo, R. 1992. Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México, en: Sarukhán, J. y R. Dirzo (Comp.) *México ante los retos de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Dirzo, R. y C. Domínguez. 1995. *Plant-herbivore interactions in Mesoamerican tropical dry forests*. pp. 304-325, en: S. Bullock, H. Mooney y E. Medina (eds). *Seasonal dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Dirzo, R. y C. García. 1992. Rates of Deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical Area in Southeast Mexico. *Conservation Biology* 6:84-90.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1990. Contemporary Neotropical Defaunation and Forest Structure, Function and Diversity —A Sequel to John Terborgh. *Conservation Biology* 4(4):444-447.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. *Altered Patterns of Herbivory and Diversity in the Forest Understory: A Case Study of the Possible Consequences of Contemporary Defaunation*. in: P.W. Price, T.M. Lewinsohn, G.W. Fernandes, & W.W. Benson (eds.). *Plant Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. pp 272-287. Wiley, New York.
- Doak, D.F., P.C. Marino y P.M. Kareiva. 1992. Spatial scale mediates the influence of habitat fragmentation on dispersal success: implications for conservation. *Theoretical Population Biology* 41:315-336.
- Dunning, J.B., B.J. Danielson y H.R. Pulliam. 1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos* 65:169-175.
- Ehrlich, P. 1988. The loss of biodiversity. Causes and consequences. pp. 21-27, in: Wilson, E.O. (Ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Ehrlich, P. & A. Ehrlich. 1981. *Extinction. The causes and consequences of disappearance of species*. Ballantine Books, New York.
- Gilbert, L.E. 1980. Food web organization and conservation of neotropical diversity: an evolutionary-ecological perspective. pp 19-34, en: Soulé y Wilcox (eds.) *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer, Sunderland Massachusetts, USA.
- Gilpin, M.E. y M. Soulé. 1986. Minimum viable populations: processes of species extinctions. pp. 11-34 en: Soulé, M. (de.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland Massachusetts, USA.
- Howe, H.F. 1984. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation* 30:261-281.
- Hulme, P.E. 1990. *Small mammal herbivory and plant recruitment in grassland*. Tesis doctoral, Imperial College. University of London INEGI. 1980. *X Censo general de población y vivienda 1980*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- Janzen, D.H. 1974. The deflowering of Central America. *Natural History* 93:48-53.
- Janzen, D.H. 1983. No park is an island: increase in interference from outside as park size decreases. *Oikos* 41:402-410.
- JICA 1996. *Estudio del plan maestro para el desarrollo integral del sector agropecuario en la costa de Jalisco*. Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

- Kareiva, P. 1990. Population dynamics in spatially complex environments: theory and data. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B* 330:175-190.
- Kevan, P.G. 1975. Pollination and environmental conservation. *Environmental Conservation* 2:293-298.
- Krebs, C.J. 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecological Monographs* 36:239-273.
- Lovejoy, T.E., R.O. Bierregaard, Jr., A.B. Rylands, J.R. Malcolm, C.E. Quintela, L.H. Powell, G.V.N. Powell, H.O.R. Schubart y M.B. Hays. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. pp.257-285, en: Soulé, M.E. *Conservation Biology: science of scarcity and diversity*. Sinauer Ass. Sunderland MA.
- Mac Arthur, R.H. y E.O. Wilson 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press. Princeton New Jersey, USA.
- Masera, O., M. Ordoñez y R. Dirzo. 1992. Carbon emissions from deforestation in Mexico: current situation and long-term scenarios. *Global Environmental Change*. en prensa.
- Mendoza, M.A. 1997. *Efecto de la adición de alimento en la dinámica de poblaciones y estructura de comunidades de pequeños mamíferos en un bosque tropical caducifolio*. Tesis de Mestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
- Menges, E.S. 1991. Seed germination percentage increases with population size in a fragmented prairie species. *Conservation Biology* 5:158-164.
- Myers, N. 1988. Tropical forests and their species: going, going...?. pp. 28-35. in: Wilson, E.O. *Biodiversity*. Natinal Academy Press, Washington, D.C.
- Myers, N. 1990. The biodiversity challenge: Expanded hot-spots analysis. *The Environmentalist* 10:243-256
- Noss, R. F. 1983. A regional landscape approach to mantain diversity. *BioScience* 33:700-706.
- Powell, A.H. y G.V.N. Powell. 1987. Population dynamic of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 19:176-179.
- Pulliam, H.R. Sources, sinks and population regulation. *American Naturalist* 132:652-661.
- Redford, K.H. The empty forest. *BioScience* 42:412-422.
- Saunders, D.A., R.J. Hobbs y C.R. Magules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5:18-32.
- Shaffer, M.L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *BioScience* 31:131-134.
- Small, M.F. y M.L. Hunter. 1988. Forest fragmentation and avian nest predation in forested landscape. *Oecologia* 76:62-64.
- Terborgh, J. 1986. *Keystone plant resources in the tropical forest*. pp. 330-344. en: Soulé, M. (de.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland Massachusetts. USA.
- Wilcove, D.S. 1985. Nest predation in forest tracts and decline of migratory songbirds. *Ecology* 66:1211-1214.
- Wright, S. 1968. *Evolution and the genetics of populations*. University of Chicago Press, Chicago Illinois, USA:
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistics*. Prentice Hall, Englewoods Cliffs.

DOCUMENTOS

Imágenes Landsat MSS

LM8120416574500	LM8122216572500	LM8129316520500	LM83153716480X0
LM83076316391X0	LM83150016421X0	LM83079816330X0	LM84359016301X0
LM84358316241X0	LM85078016493X0	LM85044416545X0	LM85075716442X0
LM83022316464X0	LM85302016474X0	LM84360616305X0	LM84357416293X0
LM84356716233X0	LM83081716375X0	LM82255716381X0	

Fotografías Aéreas

INEGI/SINFA 1973 B/N 1/50 000

INEGI/SINFA 1989 B/N 1/75 000

Mapas

INEGI Topográfico y de Uso del Suelo 1/50 000:	E13 A29	E13 B31	E13 B21
INEGI Topográfico y de Uso del Suelo 1/250 000	F13-11	E13-2-5	