

## DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS EN CAFETALES Y SELVA MEDIANA DE LAS CAÑADAS DE LA SELVA LACANDONA, CHIAPAS, MÉXICO

Laura E. CRUZ-LARA, Consuelo LORENZO, Lorena SOTO\*,  
Eduardo NARANJO y Neptalí RAMÍREZ-MARCIAL

El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Ecología y Sistemática Terrestre,

\*Departamento de Agroecología

Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n. C. P. 29290,

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. MÉXICO

lcruz@scl.ecosur.mx; clorenzo@scl.ecosur.mx; lsoto@scl.ecosur.mx;

enaranjo@scl.ecosur.mx y nramirez@scl.ecosur.mx

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue estimar la riqueza y diversidad de mamíferos en cafetales con sombra y selva mediana perennifolia en la comunidad de Loma Bonita, Municipio de Maravilla Tenejapa, Chiapas, México. Comparamos la riqueza, diversidad, abundancia relativa y similitud de especies entre hábitat durante las estaciones seca y lluviosa. Registramos un total de 953 individuos de 54 especies de mamíferos, predominando los órdenes Chiroptera (n=31 especies) y Rodentia (n=13 especies). Durante la estación seca, la mayor riqueza (S) y diversidad (H'), se registró en la selva mediana (S=40, H'=3.2) que en los cafetales (S=31, H'= 2.7). En la estación lluviosa, la riqueza y diversidad se mantuvo constante en los cafetales (S=31; H'= 2.6), mientras que se observó una reducción de estos atributos en la selva mediana (S=24; H'=2.3) (H=10.9). Las especies más abundantes fueron el murciélago *Sturnira lilium* y el roedor *Peromyscus mexicanus* en los cafetales y la selva mediana, respectivamente. La mayor similitud de las comunidades de mamíferos entre los dos hábitat se presentó en la estación seca ( $I_{M-H} = 0.6$ ) que en la estación lluviosa ( $I_{M-H} = 0.4$ ). La diversidad y composición de mamíferos se relacionó con la composición y estructura arbórea presente en ambos hábitat. De un total de 51 especies de leñosas pertenecientes a 25 familias, siete especies estuvieron presentes tanto en selva mediana como en cafetal, destacando el plátano (*Musa paradisiaca*), chalúm (*Inga pavoniana*), zapote (*Pouteria sapota*), ramón (*Brosimum alicastrum*) y hule (*Castilla elastica*). Sólo encontramos diferencias significativas por estaciones para la abundancia relativa de mamíferos voladores. Nuestros resultados apoyan la hipótesis de que los cafetales con sombra son importantes para el mantenimiento de la diversidad de mamíferos en ecosistemas transformados, pues la riqueza y diversidad de especies son muy similares a los de la selva mediana.

**Palabras Clave:** café con sombra, Chiapas, diversidad, mamíferos, México, Selva Lacandona, similitud de comunidades.

### ABSTRACT

The purpose of this study was to estimate mammalian richness and diversity in shaded coffee plantations and tropical rainforest in the community of Loma Bonita, Maravilla Tenejapa, Chiapas, Mexico. We compared the species richness, diversity, relative abundance, and similarity of mammal communities between habitats and seasons. We recorded 953 individuals of 54 mammal species, with predominance of the orders Chiroptera (n=31 species) and Rodentia (n=13 species). During the dry season, species richness (S) and diversity (H') were higher in rainforest habitat (S=40, H'=3.2) than in coffee plantations (S=31, H'= 2.7). Species richness and diversity were stable during the rainy season in coffee plantations (S=31; H'= 2.6), but declined in the rainforest (S=24; H'=2.3). The most abundant species were the phyllostomid bat *Sturnira lilium* and the mouse *Peromyscus mexicanus* in coffee plantations and rainforest, respectively. We found a higher similarity of mammalian communities between habitats in the dry season ( $I_{M-H} = 0.6$ ) than in the wet season ( $I_{M-H} = 0.4$ ). In order to relate mammalian diversity and

composition with arboreal structure, we characterized both habitat types recording 51 woody species of 25 families, of which 7 species and 4 families were present both in rainforest and coffee plantations (i.e., *Musa paradisiaca*, *Inga pavoniana*, *Pouteria sapota*, *Brosimum alicastrum*, and *Castilla elastica*). We only found significant seasonal differences for relative abundance of bats. Because of the high similarity of mammalian richness and diversity between the rainforest and shaded coffee plantations, our results support the previous assumption that the latter are important for maintaining mammalian diversity in transformed ecosystems.

**Key Words:** shaded coffee, Chiapas, diversity, mammals, Mexico, Lacandon Forest, community similarity.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales del sureste mexicano experimentan altas tasas de deforestación resultado de las múltiples actividades humanas. Estas actividades probablemente afectan atributos de la comunidad como la diversidad y abundancia de las especies, las cuales están correlacionadas con la complejidad del hábitat, siendo una de las principales características de los bosques tropicales (Zarza 2001).

El mayor remanente de bosque tropical en México se localiza en la Selva Lacandona, al SE del país en el Estado de Chiapas. Junto con Guatemala y Belice constituyen una de las más grandes áreas de bosque tropical en el Neotrópico (Herrera-Mac-Bryde & Medellín 1997). La Selva Lacandona se caracteriza por su alta diversidad de especies, ya que mantiene 25% de la biodiversidad total de México, en un área menor al 1% de la superficie del país (Medellín 1996). Se estima que ahí existen aproximadamente 4,314 especies de plantas vasculares lo que representa 19% de la diversidad de México (Martínez *et al.* 1994); 340 especies de aves (migratorias y residentes; 30% de las especies mexicanas; González-García 1993) y 800 especies de mariposas diurnas (36% del total para el país; De la Maza y De la Maza 1991). Los mamíferos de la región incluyen 117 especies, lo que constituye 27% de las especies terrestres de México (López 1998, Medellín 1994). Entre otros puntos importantes, es una de las pocas áreas de Mesoamérica con poblaciones aún viables de especies con problemas de conservación (e.g. jaguar, tapir, mono araña y mono aullador; Vera-Rivera 1990) y para algunas especies su única población en México se encuentra en esta región, ejemplo de ello son las especies *Metachirus nudicaudatus* (tlacuache), *Cabassous centralis* (armadillo), *Tonatia bidens* (murciélago; Medellín 1994).

La relación entre la estructura del hábitat y la estructura de la comunidad ha sido uno de los puntos de mayor interés dentro de la ecología, de esta manera se ha determinado la relación entre la diversidad de especies y la complejidad de la vegetación en grupos como aves y mamíferos (August 1983, Malcolm 1997). De tal forma que dependiendo del grado de perturbación o fragmentación generado en el hábitat, se modificará no sólo la estructura vegetal original, sino la heterogeneidad y complejidad del hábitat y por consiguiente la diversidad de vertebrados (August 1983, Lawton *et al.* 1998).

Los cafetales, al igual que los agroecosistemas en general, son hábitats perturbados y manejados por el hombre que han demostrado tener un papel importante en la conservación de los suelos, clima, agua y diversidad biológica (Toledo 1994, Gallina *et al.* 1996). Diversos estudios han mencionado que los cafetales pueden contribuir a

conservar la diversidad biológica debido a su parecido estructural con un bosque, ya que además de las especies de sombra como el "chalúm" (*Inga* sp.), se encuentran muchas otras especies de árboles nativos (Martínez & Peters 1996). Esta similitud con los bosques nativos es una de las características comunes en los cafetales tradicionales de México, ya que su sombra conformada por especies nativas, además de ser fundamental para la conservación de la biodiversidad (Perfecto *et al.* 1996), ofrece una gran variedad de productos y servicios secundarios para la economía de los productores (Moguel & Toledo 1999).

En el estado de Chiapas pocos son los trabajos de mamíferos en cafetales y básicamente están dirigidos hacia: 1) los daños ocasionados a cultivos (Barrios 1995, Vázquez 1996), 2) los relacionados con la presencia en hábitat fragmentados (Ramírez 2002, Muñoz *et al.* 2000), y 3) aquellos trabajos sobre ecología de mamíferos (Clemente 1995, Naranjo *et al.* 2001, Ruíz 1995, Witt 2001, Zarza 2001) en especial los del Orden Chiroptera (Medellín 1992, 1994).

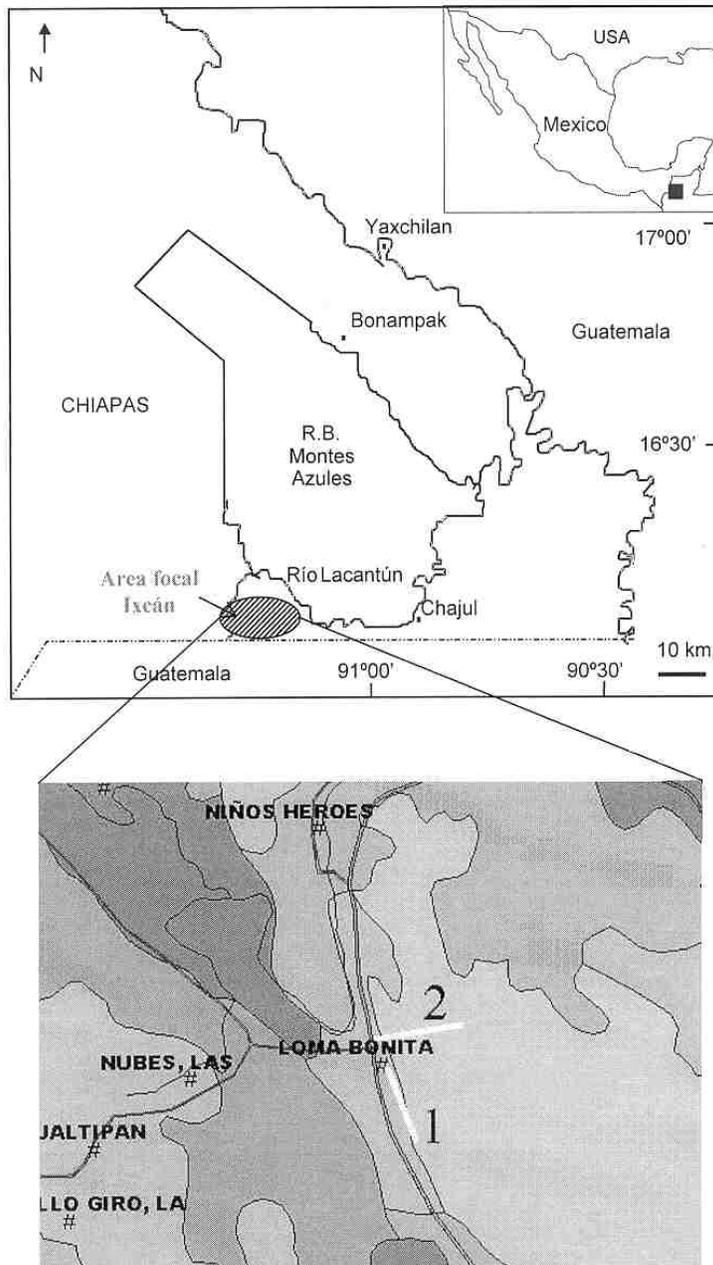
Aunque en la región de las cañadas de la Selva Lacandona, específicamente en la comunidad de Loma Bonita, Municipio de Maravilla Tenejapa, no existen estudios mastofaunísticos previos, es posible que exista una gran diversidad de flora y fauna por su ubicación contigua a la Reserva de la Biósfera Montes Azules y a su gran heterogeneidad topográfica (Naranjo *et al.* 2001), pues además las cañadas ofrecen diversos beneficios para la conservación de especies. El objetivo de este trabajo fue: estimar y comparar la riqueza, diversidad, abundancia relativa y similitud de especies de mamíferos en cafetales con árboles de sombra y una porción de selva mediana para evaluar si estos patrones cambian con relación a la estacionalidad dentro de cada hábitat.

Se espera que existan diferencias significativas en la riqueza, diversidad, abundancia relativa y similitud de especies de mamíferos entre cafetales con sombra y selva mediana, al igual que existan variaciones estacionales en la riqueza, abundancia relativa y diversidad de especies de mamíferos en cafetales con sombra y selva mediana.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La comunidad de Loma Bonita, con una superficie de 411 km<sup>2</sup>, pertenece al Municipio de Maravilla Tenejapa por acuerdo del Congreso Estatal en julio de 1999 (Burguete & Leyva 2001). Se localiza en las coordenadas 16° 11' 58.3" N y 91° 18' 45.2" O a 280 m.s.n.m (Fig. 1). Colinda al norte con el ejido Niños Héroes, al sur con el ejido Maravilla Tenejapa, al este con los ejidos Gallo Giro y Las Nubes y al oeste con el ejido Rodulfo Figueroa y con la Reserva de la Biósfera Montes Azules.

El relieve es heterogéneo, incluyendo serranías que corren en dirección noroeste-sureste, separadas por cañadas profundas. El clima predominante es de tipo cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am (i') gw"). La precipitación media anual es superior a 2,500 mm, con una estación seca corta de enero a mayo; la temperatura media anual es generalmente superior a 24°C (García & Lugo 1992).



**Figura 1**

Localización geográfica de la comunidad de Loma Bonita, Municipio de Maravilla Tenejapa, Chiapas, México. 1 = localización en el área del transecto de cafetal; 2 = localización en el área del transecto de selva (Fuente: Modificado de León *et al.* 2001).

El tipo de vegetación predominante es selva mediana subperennifolia con diferentes grados de perturbación, que generalmente presenta suelos muy someros, principalmente de origen calizo, de colores oscuros, con abundante material orgánico superficial y frecuentemente la roca es aflorante (Castillo & Narave 1992). El régimen de tenencia de la tierra es básicamente ejidal, sus actividades económicas principales son la agricultura (maíz, café, plátano y piña) con un 93.4%, seguido de la pesca (4.2%), la ganadería (bovinos y porcinos; 1.6%) y otras actividades como la costura o albañilería (1.1%; INE 2000, Cruz 2002) aunque existen actividades de extracción de flora y fauna con fines de lucro (comunicación personal de R. Jiménez). El cultivo del café es una actividad económica particularmente importante en la comunidad de estudio, aportando una fracción importante de los ingresos anuales de los ejidatarios de Loma Bonita. Los cafetales de la comunidad en general se ubican en tierras bajas (<300 m.s.n.m.), y presentan sombra diversificada en la que predominan *Inga pavoniana*, *I. punctata*, *Theobroma cacao* y *Musa paradisiaca*. Los cafetales se limpian de malezas dos veces por año y la cosecha se levanta entre noviembre y enero (Cruz 2002).

De un total de 20 taxa de mamíferos con algún tipo de uso por los pobladores de la región, se asignó el 40% a la alimentación, 15% a un uso curativo, 10% a un uso ornamental, 10% a un uso ornamental o de mascota y 25% son conocidos por los pobladores aunque no le asignaron ningún tipo de uso (Cruz 2002).

#### **Captura e identificación de mamíferos**

Se realizaron 6 salidas al campo entre febrero y octubre de 2002, con un muestreo total de 35 días para la estación seca y 40 días para la estación lluviosa por motivos logísticos. Los muestreos se realizaron sobre un transecto de un kilómetro de longitud localizado al azar dentro de un área de cafetales con sombra y otro dentro de la selva mediana perennifolia, ambos separados por espacio de tres km aproximadamente.

En cada salida se colocaron por transecto y por noche 80 trampas Sherman (3" x 3-3/4" x 12") cebadas con avena y vainilla y 11 trampas Tomahawk cebadas con sardina. Las primeras se utilizaron para la captura de roedores, insectívoros y carnívoros pequeños y las segundas para la captura de mamíferos medianos como marsupiales y lagomorfos. Las trampas Sherman fueron colocadas aproximadamente cada 12 m a lo largo de los transectos. Las trampas Tomahawk se distribuyeron aproximadamente por cada 6 u 8 trampas Sherman buscando microhábitats idóneos donde pudieran estar presentes estos organismos, tales como rocas grandes y contrafuertes de árboles (Bennet & Humphries 1974). Las trampas fueron revisadas y recebadas cada mañana. Los murciélagos se capturaron colocando tres redes de nylon de 12 x 2.6 m a una altura aproximada de 1.70 m en claros de vegetación o cerca de arroyos a lo largo de los transectos. Las redes se abrieron poco antes del oscurecer (entre las 18:00 y 19:00 hrs.) y permanecieron abiertas por espacio de 4 horas diarias durante todas las noches de muestreo. Los individuos de cada especie fueron marcados permanentemente haciendo una pequeña quemadura por medio de una aguja de disección al rojo vivo en el propatagio (quirópteros), o bien, en las orejas (roedores)

siguiendo una clave y números consecutivos (Cruz 2002).

Los ejemplares capturados fueron identificados en campo con la ayuda de claves especializadas (Medellín *et al.* 1997, Reid 1997). Ochenta y cinco organismos (8.9% de todos los registros) fueron sacrificados y preparados convencionalmente para su ingreso a la Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de Las Casas (ECO-SC-M).

### **Esfuerzo, éxito de captura e índice de recaptura**

En mamíferos voladores, se calculó el esfuerzo de captura según el método propuesto por Medellín (1993), a partir del número de metros lineales de red por las horas que éstas permanecieron abiertas. El éxito de captura se calculó con el número de individuos por especie entre el esfuerzo de captura por 100.

El esfuerzo de captura para mamíferos no voladores se calculó con el número de trampas colocadas en cada hábitat por estación del año multiplicado por los días de muestreo (trampas/noche). El éxito de captura se calculó con el número total de capturas de todas las especies y por especie dividido entre el número de noches trampa y entre el número de trampas expresado en porcentaje. El índice de recaptura fue calculado dividiendo el total de capturas entre el total de individuos recapturados.

### **Riqueza, abundancia y diversidad estacional de mamíferos**

Con los datos del número de especies y el número de individuos por especie observado, se construyó una matriz de especies para estimar la riqueza potencial en cada hábitat y por estacionalidad, mediante un estimador no paramétrico ACE (Abundance-based Coverage Estimator of Species Richness) con la ayuda del programa EstimateS, versión 6 (Colwell 2000). Se construyeron curvas de acumulación de las especies observadas y estimadas en cada hábitat y por estación del año con la finalidad de asegurar que se registró al menos 90% de la riqueza de especies esperada en los sitios de trabajo (comunicación personal de A. Horváth; Magurran 1988).

Se calculó la diversidad de especies a través del índice de Shannon (el más ampliamente utilizado en esta clase de estudios) en cada hábitat para las estaciones seca y lluviosa (Magurran 1988), y se compararon los valores de diversidad registrados para cada uno ellos mediante una prueba de *t* de Student modificada por Hutcheson (Moreno 2001, Sánchez & López 1988).

### **Similitud de especies**

La similitud en la riqueza de especies (presencia-ausencia) entre hábitat y estaciones se calculó mediante el índice de Jaccard y Sørensen. Con los datos de abundancia se calculó el índice de similitud de Morisita-Horn (Magurran 1988, Sánchez & López 1988).

Las variables de riqueza, diversidad, abundancia relativa y similitud de mamíferos se analizaron en función del tipo de hábitat y de las estaciones del año mediante una tabla de contingencia con la prueba de  $\chi^2$  con un nivel de significancia de  $p < 0.05$  (Zar 1996).

### **Composición de especies de árboles de sombra en cafetales y selva mediana**

Con el objeto de caracterizar específicamente los hábitat donde estuvieron presentes los mamíferos en este estudio, se determinó la composición y estructura de la vegetación en cada hábitat, se registró la riqueza de especies, densidad, frecuencia y cobertura arbórea mediante el método del cuadrante centrado en un punto (Mueller-Dumbois & Ellenberg 1974). Cada 10 metros a lo largo de cada transecto, se identificó a cada uno de los cuatro individuos con más de 3 cm de diámetro del tallo más cercano al punto central del cuadrante; con ello se logró excluir del muestreo a las especies de árboles con menor altura que las plantas de café en edad reproductiva; en estos mismos puntos se tomaron medidas de la cobertura del dosel a través de un densiómetro convexo. Se obtuvieron los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia (área basal) para cada especie y con ellos se determinó su valor de importancia relativa (VIR). Para el reconocimiento de las especies, se elaboró un catálogo de campo. La determinación botánica se obtuvo con la ayuda de claves especializadas y mediante el cotejo con ejemplares de herbario en El Colegio de la Frontera Sur.

## **RESULTADOS**

### **Esfuerzo, éxito de captura e índice de recaptura**

Se realizó un esfuerzo de captura total para mamíferos voladores de 10,800 m. de red/hr./noches. El esfuerzo de captura para la estación seca fue de 5,040 red/hr./noche y para la estación lluviosa fue de 5,760 red/hr./noche. El éxito de captura promedio en ambos hábitat y estaciones del año fue de 2.66%.

En el caso de los mamíferos pequeños no voladores se hizo un esfuerzo de captura de 6,000 trampas/noche (t/n) durante todo el estudio. El esfuerzo de captura fue de 2,800 trampas/noche (80 trampas x 35 noches) para la estación seca y de 3,200 trampas/noche (80 trampas x 40 noches) para la estación lluviosa. El éxito de captura promedio fue de 2.54%. El esfuerzo total de captura para los mamíferos medianos fue de 825 trampas/noche con 385 trampas/noche para la estación seca (11 trampas x 35 noches) y 440 trampas/noche (11 trampas x 40 noches) para la estación lluviosa con un éxito de captura promedio de 3.58%.

De los mamíferos registrados en este estudio, el 12.8% fue recapturado (122 de 953 individuos totales). La mayoría de las recapturas se logró en el grupos de mamíferos pequeños no voladores (82.7%) seguida del grupo de mamíferos voladores (16.4%) y por último el de los mamíferos medianos (0.81%). Se obtuvieron más recapturas en la selva mediana (59%) que en los cafetales (41%). Ocho especies de roedores fueron recapturadas en la estación lluviosa. El porcentaje de mayor recaptura para esta estación estuvo representado por la especie *Peromyscus mexicanus* (44.5%) seguido de la especie *Sigmodon hispidus* (20.7%) y *Oryzomys rostratus* (4.95%) y cada una de las siguientes especies con 2.9%: *Mus musculus*, *Ototylomys phyllotis* y *P. aztecus*. Casi 1% (0.9) estuvo representado por las especies *Heteromys desmarestianus* y *Oryzomys alfaroi*. Para la estación seca sólo se recapturaron cuatro especies de mamíferos pequeños: *P. mexicanus* (10.8%), *S. hispidus* (4.9%), *Ototylomys phyllotis* (1.9%) y *P.*

*aztecus* (0.9%).

Siete especies de mamíferos voladores se recapturaron en la estación lluviosa, con un 15%, *Artibeus jamaicensis* y *A. lituratus*, seguidos de las especies *Choeroniscus godmani*, *Sturnira lilium*, ambas con 10% y *Carollia brevicauda* (5%). Para la estación seca sólo se recapturaron cinco especies: *A. lituratus* y *A. phaeotis* (15%) y *A. jamaicensis*, *Centurio senex* y *S. lilium* con un 5% cada una. Sólo una especie de mamífero mediano fue recapturada en época seca y ésta fue *Didelphis marsupialis*.

### **Riqueza, abundancia y diversidad estacional de mamíferos**

Se registró un total de 953 individuos pertenecientes a 54 especies de mamíferos terrestres en ambos tipos de hábitat. Esto representa aproximadamente 11.4% del total de mamíferos terrestres para México (446 especies) y 26% de los mamíferos terrestres para Chiapas (204 especies). Para los quirópteros, la riqueza de especies encontrada en esta comunidad representa 20.8% (106 especies) y 29.2% (48 especies) para las especies de roedores registradas en el Estado de Chiapas (Retana & Lorenzo 2002). Las especies registradas se encuentran distribuidas en siete ordenes, 15 familias y 39 géneros. Del total de especies, 31 son mamíferos voladores, 10 son mamíferos pequeños no voladores y 12 son mamíferos medianos.

En cafetales se registraron 31 especies de mamíferos para cada estación del año, mientras que en la selva mediana en la estación seca se observaron 40 especies y 24 especies en la estación lluviosa. No se encontraron diferencias significativas en la riqueza total de especies entre hábitat para las estaciones del año ( $P^2 = 2.0$   $g/ = 1$ ,  $p=0.157$ ). Otra prueba se realizó para cada uno de los tres grupos de mamíferos (voladores, pequeños no voladores y medianos) sin encontrar diferencias significativas (todas las  $P^2 < 1.79$ ;  $g/ = 1$ ,  $p > 0.18$ ).

La riqueza observada correspondió con los valores de riqueza esperada calculados a partir del estimador de riqueza ACE (Abundance-based Coverage Estimator of species richness). Los valores observados de riqueza de especies por grupo de mamíferos, por hábitat y por estación coinciden con la riqueza de especies esperada (Cuadro 1). Se registraron casi un 90% de las especies esperadas; esto es, 85.7% de las especies de mamíferos voladores, 88% de las especies de mamíferos pequeños no voladores y 85.6% de las especies de mamíferos medianos.

Las especies más abundantes en cafetales para la estación seca ( $n = 202$  individuos) fueron dos quirópteros *Sturnira lilium* y *Artibeus lituratus* con 39 y 30 individuos respectivamente, y las menos abundantes representadas con un solo individuo para esta estación fueron nueve especies (Cuadro 2). De un total de 397 individuos en la estación lluviosa, la especie más abundante fue el roedor *Sigmodon hispidus* seguida de un quiróptero (*Artibeus lituratus*), y de 10 especies sólo se registró un solo individuo (Cuadro 2). Para el caso de la selva mediana *Peromyscus mexicanus* fue la especie más abundante en ambas estaciones y 20 especies fueron las menos abundantes en ambas estaciones con un individuo por especie (Cuadro 2). De las especies exclusivas en cafetales para la estación seca se encontraron dos quirópteros *Artibeus tolteca* y *Uroderma magnirostrum* y un conejo *Sylvilagus floridanus* y en la estación lluviosa tres quirópteros *Uroderma bilobatum*, *Chiroderma villosum*, *Myotis nigricans* y un roedor

*Tylomys nudicaudus*. En selva mediana para la estación seca las especies exclusivas fueron una martucha *Potos flavus*, cuatro quirópteros *Balantiopteryx io*, *Enchistenes hartii*, *Micronycteris microtis* y *Phylloderma stenops*, un venado *Mazama americana*, un mapache *Procyon lotor*, y un puerco o cochi de monte *Tayassu tajacu*; y para la estación lluviosa dos especies de roedores *Mus musculus* y *Heteromys desmarestianus*, la primera de ellas es una especie introducida.

Cuadro 1

Riqueza de especies observada y esperada, esta última calculada a partir del estimador de riqueza ACE (Abundance-based Coverage Estimator of species richness; Colwell 2000).

	Número de especies observadas				Número de especies esperadas			
	Cafetal	Selva Mediana	Cafetal	Selva Mediana	Cafetal	Selva Mediana	Cafetal	Selva Mediana
Mamíferos Voladores	18	18	12	23	20	20	14	28
Mamíferos Pequeños	10	6	8	7	12	8	9	8
Mamíferos Medianos	3	7	4	10	3	8	5	12

No se encontraron diferencias significativas en cuanto al número de individuos totales entre cada hábitat y entre estaciones del año excepto para el grupo de mamíferos voladores y medianos (Fig. 2).

Los hábitat con mayor diversidad de especies de mamíferos fueron: selva mediana (3.27) y cafetales (2.73) en estación seca, y los menos diversos fueron el cafetal (2.65) y selva mediana (2.33) en la estación lluviosa. No se encontraron diferencias significativas entre hábitat y estaciones del año, ( $t_{0.05,24} = 1.68$ ;  $p > 0.05$ ).

### Similitud de comunidades

De las 54 especies registradas en este estudio, 33 especies se encontraron en ambos tipos de hábitat. Ambos hábitat compartieron 13 especies en la estación seca y 20 especies en la estación lluviosa. El índice de Jaccard permitió estimar una similitud de especies de mamíferos de 58% entre hábitat, con 44% y 45% de similitud en las estaciones seca y lluviosa, respectivamente. El índice de Sørensen entre hábitat fue de 44% con 58% de similitud en la estación lluviosa y 49% en la estación seca. Sin embargo, el índice de similitud de Morisita-Horn ( $I_{M-H}$ ) entre selva y cafetal fue de 57%, con 60% y 41% de similitud entre las estaciones seca y lluviosa, respectivamente.

### Composición de especies de árboles de sombra en cafetales y selva mediana

De acuerdo a la caracterización de los árboles en los sitios de muestreo, se registró un total de 51 especies de árboles que pertenecen a 25 familias, de las cuales 37 especies de 22 familias estuvieron presentes en selva mediana y 21 especies de 11 familias se registraron en los cafetales. En ambos hábitat se comparten siete especies (*Musa paradisiaca*, *Dialium guianense*, *Inga pavoniana*, *Pouteria durlandii*, *Pouteria sapota*, *Brosimum alicastrum* y *Castilla elastica*).

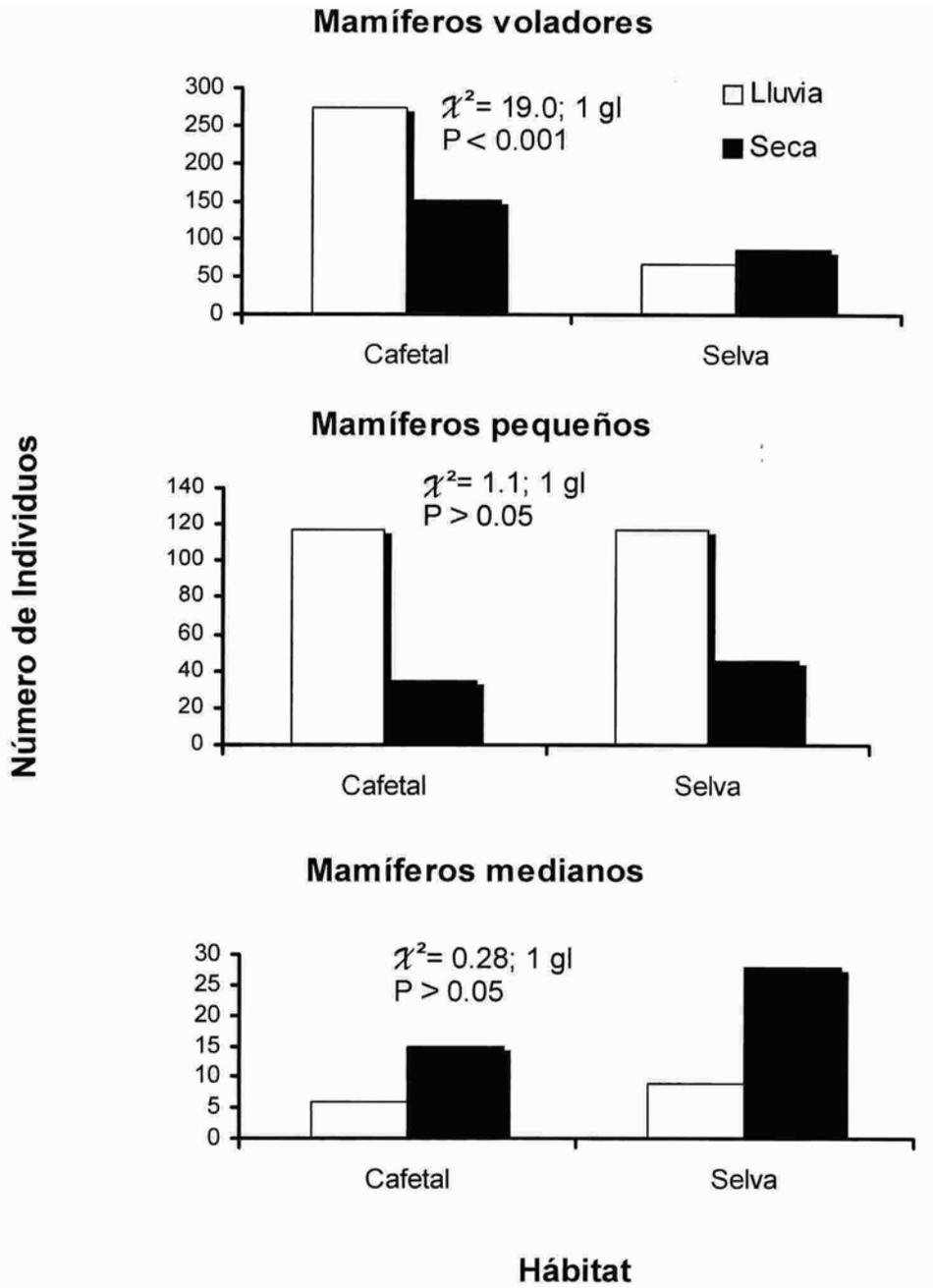


Figura 2

Número de individuos por grupo taxonómico y prueba estadística de  $\chi^2$  presente en los diferentes sitios de muestreo para las distintas épocas del año.

Por otro lado el mayor valor de importancia relativa (VIR) lo presentó la especie *Guarea bijuga* (18.9) en la selva mediana e *Inga pavoniana* (34) en el cafetal. Las familias botánicas más numerosas fueron: Leguminosae, Euphorbiaceae y Moraceae en selva mediana y en cafetales la familia más numerosa fue Leguminosae. La cobertura vegetal de cada uno de los sitios de muestreo y su desviación estándar (DE) fue en promedio de  $94.7 \pm 13.0$  para el caso de la selva mediana y  $87.5 \pm 20.1$  para el cafetal.

### Cuadro 2

Número de individuos (No. ind) y Abundancia Relativa (AR) de las especies de mamíferos presentes en cafetal y selva mediana para cada una de las estaciones del año en Loma Bonita, Municipio Maravilla Tenejapa, Chiapas, México.

Cafetal estación seca			Cafetal estación lluviosa		
Nombre científico	No. ind	AR	Nombre científico	No. ind	AR
<i>Sturnira lilium</i>	39	0.193	<i>Sigmodon hispidus</i>	70	0.176
<i>Artibeus lituratus</i>	30	0.149	<i>Artibeus lituratus</i>	44	0.111
<i>Artibeus jamaicensis</i>	28	0.139	<i>Sturnira ludovici</i>	43	0.108
<i>Peromyscus mexicanus</i>	20	0.099	<i>Artibeus jamaicensis</i>	37	0.093
<i>Centurio senex</i>	10	0.050	<i>Sturnira lilium</i>	37	0.093
<i>Sigmodon hispidus</i>	10	0.050	<i>Choeroniscus godmani</i>	33	0.083
<i>Choeroniscus godmani</i>	9	0.045	<i>Carollia brevicauda</i>	27	0.068
<i>Carollia brevicauda</i>	5	0.025	<i>Peromyscus mexicanus</i>	24	0.060
<i>Glossophaga commissarisi</i>	5	0.025	<i>Centurio senex</i>	21	0.053
<i>Artibeus phaeotis</i>	4	0.020	<i>Vampyressa pusilla</i>	14	0.035
<i>Artibeus watsoni</i>	4	0.020	<i>Oryzomys rostratus</i>	8	0.020
<i>Platyrrhinus helleri</i>	4	0.020	<i>Heteromys desmarestianus</i>	6	0.015
<i>Artibeus tolteca</i>	3	0.015	<i>Artibeus phaeotis</i>	4	0.010
<i>Didelphis marsupialis</i>	3	0.015	<i>Didelphis marsupialis</i>	3	0.008
<i>Didelphis virginiana</i>	3	0.015	<i>Mus musculus</i>	3	0.008
<i>Sylvilagus floridanus</i>	3	0.015	<i>Platyrrhinus helleri</i>	3	0.008
<i>Vampyressa pusilla</i>	3	0.015	<i>Glossophaga soricina</i>	2	0.005
<i>Glossophaga soricina</i>	2	0.010	<i>Oryzomys couesi</i>	2	0.005
<i>Oryzomys couesi</i>	2	0.010	<i>Phyllostomus discolor</i>	2	0.005
<i>Philander opossum</i>	2	0.010	<i>Philander opossum</i>	2	0.005
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	2	0.010	<i>Uroderma bilobatum</i>	2	0.005
<i>Sturnira ludovici</i>	2	0.010	<i>Agouti paca</i>	1	0.003
<i>Agouti paca</i>	1	0.005	<i>Chiroderma villosum</i>	1	0.003
<i>Diphylla ecaudata</i>	1	0.005	<i>Hylonycteris underwoodi</i>	1	0.003
<i>Dasyprocta punctata</i>	1	0.005	<i>Myotis nigricans</i>	1	0.003
<i>Desmodus rotundus</i>	1	0.005	<i>Oryzomys alfaroi</i>	1	0.003
<i>Glossophaga morenoi</i>	1	0.005	<i>Ototylomys phyllotis</i>	1	0.003
<i>Heteromys desmarestianus</i>	1	0.005	<i>Peromyscus aztecus</i>	1	0.003
<i>Mus musculus</i>	1	0.005	<i>Pteronotus parnellii</i>	1	0.003
<i>Ototylomys phyllotis</i>	1	0.005	<i>Tylomys nudicaudus</i>	1	0.003
<i>Uroderma magnirostrum</i>	1	0.005	<i>Tonatia saurophila</i>	1	0.003
<b>TOTAL</b>	<b>202</b>			<b>397</b>	

**Cuadro 2.** Continuación

Selva mediana estación seca			Selva mediana estación lluviosa		
Nombre científico	No. ind	AR	Nombre científico	No. ind	AR
<i>Peromyscus mexicanus</i>	23	0.144	<i>Peromyscus mexicanus</i>	69	0.358
<i>Artibeus jamaicensis</i>	12	0.075	<i>Artibeus jamaicensis</i>	26	0.135
<i>Artibeus phaeotis</i>	12	0.075	<i>Otodylomys phyllotis</i>	18	0.093
<i>Choeroniscus godmani</i>	10	0.063	<i>Artibeus lituratus</i>	14	0.073
<i>Didelphis marsupialis</i>	8	0.050	<i>Oryzomys rostratus</i>	12	0.062
<i>Sigmodon hispidus</i>	8	0.050	<i>Choeroniscus godmani</i>	8	0.041
<i>Carola brevicauda</i>	7	0.044	<i>Carollia brevicauda</i>	7	0.036
<i>Artibeus lituratus</i>	6	0.038	<i>Peromyscus aztecus</i>	6	0.031
<i>Otodylomys phyllotis</i>	6	0.038	<i>Mus musculus</i>	5	0.026
<i>Artibeus watsoni</i>	5	0.031	<i>Oryzomys alfaroi</i>	4	0.021
<i>Potos flavus</i>	5	0.031	<i>Vampyressa pusilla</i>	4	0.021
<i>Vampyressa pusilla</i>	5	0.031	<i>Didelphis marsupialis</i>	3	0.016
<i>Artibeus azteca</i>	4	0.025	<i>Agouti paca</i>	2	0.010
<i>Agouti paca</i>	4	0.025	<i>Diphylla ecaudata</i>	2	0.010
<i>Glossophaga morenoi</i>	4	0.025	<i>Didelphis virginiana</i>	2	0.010
<i>Didelphis virginiana</i>	3	0.019	<i>Sigmodon hispidus</i>	2	0.010
<i>Oryzomys alfaroi</i>	3	0.019	<i>Sturnira liliium</i>	2	0.010
<i>Peromyscus aztecus</i>	3	0.019	<i>Artibeus phaeotis</i>	1	0.005
<i>Sturnira liliium</i>	3	0.019	<i>Dasypus novemcinctus</i>	1	0.005
<i>Sciurus sp.</i>	3	0.019	<i>Desmodus rotundus</i>	1	0.005
<i>Balantiopteryx io</i>	2	0.013	<i>Heteromys desmarestianus</i>	1	0.005
<i>Centurio senex</i>	2	0.013	<i>Myotis keaysi</i>	1	0.005
<i>Glossophaga soricina</i>	2	0.013	<i>Pteronotus parnellii</i>	1	0.005
<i>Hylonycteris underwoodi</i>	2	0.013	<i>Sciurus deppei</i>	1	0.005
<i>Oryzomys couesi</i>	2	0.013	<i>Sturnira ludovici</i>	1	0.005
<i>Phyllostomus discolor</i>	2	0.013	<b>TOTAL</b>	<b>194</b>	
<i>Diphylla ecaudata</i>	1	0.006			
<i>Dasyprocta punctata</i>	1	0.006			
<i>Enchistenes hartii</i>	1	0.006			
<i>Glossophaga commissarisi</i>	1	0.006			
<i>Mazama americana</i>	1	0.006			
<i>Myotis keaysi</i>	1	0.006			
<i>Micronycteris microtis</i>	1	0.006			
<i>Oryzomys rostratus</i>	1	0.006			
<i>Procyon lotor</i>	1	0.006			
<i>Phylloderma stenops</i>	1	0.006			
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	1	0.006			
<i>Sturnira ludovici</i>	1	0.006			
<i>Tayassu tajacu</i>	1	0.006			
<i>Tonatia saurophila</i>	1	0.006			
<b>TOTAL</b>	<b>160</b>				

## DISCUSIÓN

### Esfuerzo, éxito de captura e índice de recaptura

En los trabajos realizados en Sudamérica con mamíferos terrestres pequeños en bosques tropicales húmedos se han reportado mayores índices de recapturas de

didélfidos que de roedores (Malcolm 1990). Para la Selva Lacandona, Medellín (1992) registró que el índice de recaptura en mamíferos voladores y mamíferos pequeños no voladores es superior al de los didélfidos y mamíferos medianos, lo que se corroboró en este estudio. Es importante mencionar que el bajo índice de recaptura registrado en este trabajo (12.80% de todas las especies) estuvo directamente relacionado con el éxito de trapeo, ya que de antemano se esperaba que alrededor del 10% de las trampas colocadas tuvieran éxito de recaptura (Voss & Emmons 1996). Además, las especies mayormente recapturadas fueron mamíferos pequeños no voladores (específicamente roedores) lo que puede explicarse porque sus ámbitos hogareños son más pequeños.

### **Riqueza de especies de mamíferos**

La riqueza de especies en cada uno de los grupos de mamíferos concuerda con los reportado en trabajos similares realizados con mamíferos en zonas tropicales donde se han encontrado de 29 a 34 especies de murciélagos, de 4 a 11 especies de roedores y de 2 a 6 especies de didélfidos y otros mamíferos medianos (Gallina *et al.* 1996, Estrada *et al.* 1993, López 1998, Mares & Ernest 1995, Medellín 1992). Esta similitud de la riqueza de especies entre ambos hábitat se pudiera deber a que el cafetal esta rodeado en una porción de una matriz de vegetación primaria, lo que facilita el paso de especies de un hábitat a otro.

En este trabajo se observó que para cada grupo de mamíferos casi el 90% de las especies esperadas fueron observadas. Para el caso de los mamíferos medianos, se observaron diferencias significativas en cuanto a riqueza y número de individuos entre estaciones del año. Esto quizá pueda deberse a que son organismos que tienden a desplazarse hacia otros lugares donde encuentran temporalmente mayor disponibilidad de alimento y menor riesgo de depredación humana (Clemente 1995, Medellín 1992).

### **Abundancia relativa de mamíferos**

Las variaciones de abundancia relativa de las especies registradas en este estudio mostraron la influencia de los cambios estacionales, destacan las especies de quirópteros *Sturnira liliium*, *Artibeus lituratus* y *A. jamaicensis* en cafetales para la época seca, y *Sigmodon hispidus* y *A. lituratus* para la estación lluviosa. En el caso de la selva mediana las especies más abundantes fueron para ambas estaciones: *Peromyscus mexicanus* y *A. jamaicensis*. La presencia de estas especies en los diferentes hábitat y estaciones del año permite considerar la diversidad y abundancia de las especies como elementos indicadores de la calidad de hábitat. Por ejemplo, la fragmentación del hábitat beneficia a aquellas especies que forrajean en áreas perturbadas (análogo a cafetales) observándose un incremento mayor al 300% en la abundancia de especies generalistas, como *Carollia brevicauda*, *Sturnira liliium* (que también es específica de cafetales) y *Glossophaga soricina* (Brosset *et al.* 1996), también *Sigmodon hispidus* es una especie generalista que se ve beneficiada por la perturbación (Utrera *et al.* 2000).

Las perturbaciones naturales tales como la caída ocasional de árboles son fuente importante de variabilidad espacial y temporal en la composición de especies (Fa &

Sánchez-Cordero 1993) y han sido reconocidos ampliamente como elementos claves para mantener la diversidad de una comunidad (Pickett & White 1997). Sin embargo, el cafetal es un sistema con un alto nivel de perturbación permanente, donde pueden encontrarse especies generalistas o especialistas, tales como *Sigmodon hispidus* y *Heteromys desmarestianus*, respectivamente. La primera tiene una alta tolerancia a la transformación del hábitat y adquiere una ventaja competitiva en la ocupación de los nichos ecológicos y es muchas veces dominante en los hábitats agrícolas (Harris & Woolard 1990). La segunda requiere de hábitat conservados, beneficiándose de los frutos que caen del dosel (Medellín & Redford 1992), y por consiguiente su abundancia es mínima en áreas perturbadas, tal y como se encontró en este trabajo. Por lo anterior, el cafetal parece ser un hábitat donde son frecuentes las especies de mamíferos generalistas. Finalmente, es interesante señalar la presencia de una especie introducida en la selva mediana: *Mus musculus*, lo cual pudo deberse a la cercanía de este tipo de vegetación al poblado de Loma Bonita.

### **Diversidad de mamíferos**

La gran diversidad de especies de mamíferos obtenida en el cafetal es similar a la registrada en la selva mediana. Esto mismo se ha observado en invertebrados (Ibarra & López 1984, Morón *et al.* 1988, Perfecto *et al.* 1997) y aves (Aguilar-Ortiz 1982, Greenberg *et al.* 1997). Lo anterior no apoya nuestra hipótesis acerca de las diferencias esperadas en la diversidad de especies de mamíferos entre cafetales con sombra y selva mediana.

El mayor índice de diversidad registrado para este estudio se observó en la estación seca tanto para cafetales como selva mediana. Los resultados en ese sentido no concuerdan con trabajos previos en los cuales se detectó mayor diversidad en la estación lluviosa muy probablemente debido a la calidad y cantidad de alimento disponible (Sánchez-Cordero & Fleming 1993).

La mayor diversidad y abundancia de especies estuvo representada por la subfamilia Phyllostominae en el hábitat no perturbados (Fenton *et al.* 1992, Medellín *et al.* 2000, Schulze *et al.* 2000). Por ejemplo, se ha descrito que las especies del género *Artibeus* son más abundantes y diversos en los bosques tropicales porque están asociados a árboles altos como los amates (*Ficus* spp.), jobos (*Spondias* spp.) y ramón (*Brosimum alicastrum*) por el tipo de alimentación que presentan. Así también, la especie *Peromyscus mexicanus* se ha asociado a bosques tropicales (Medellín & Redford 1992). Sin embargo, dos especies de *Artibeus* (*A. jamaicensis* y *A. lituratus*) fueron abundantes en el cafetal, lo cual podría indicar que en estos hábitat encuentran los requerimientos básicos para su alimentación por los árboles de sombra en los cafetales y que ofrecen alimento y refugio a estas especies, aunque también podría indicar que éstas especies soportan bien la fragmentación de las selvas. Es necesario mencionar que las especies de filostómidos se consideran agentes importantes para la regeneración de la selva en lugares perturbados, como los cafetales, pues ellos ayudan a mantener la diversidad vegetal dentro y fuera de estos sitios transportando semillas (Medellín 1992, Zarza 2001). Desafortunadamente aún no se tienen datos sobre la productividad primaria

para esta región con el fin de correlacionar la productividad de frutos y semillas con la presencia/ausencia y abundancia relativa de mamíferos. Sin embargo, se sabe que la presencia de las palmas *Chamaedorea elegans* y *C. oblongata* afecta negativamente la abundancia de especies granívoras y frugívoras, como *Heteromys desmarestianus* (Sánchez-Cordero & Fleming 1993).

#### **Similitud de especies de mamíferos**

No se registraron diferencias cualitativas importantes en la composición de especies de mamíferos entre sitios y por estaciones del año. Un estudio anterior (Inger & Colwell 1977) señala que los hábitat agrícolas tropicales que ellos estudiaron son similares en un 65 a 78% a la de hábitat cercanos no perturbados. No obstante, estos valores de similitud fueron altos en comparación con los encontrados en este trabajo. Si consideramos el criterio de similitud de Sánchez y López (1988), que establece que para que dos faunas sean similares deben sobrepasar un 66.6% de similitud, entonces se puede decir que las comunidades de mamíferos de ambos hábitat de este estudio no fueron estadísticamente similares, aunque si compartieron un gran número de especies.

#### **Composición de especies de árboles de sombra y selva mediana**

La composición y estructura de especies arbóreas en cafetales puede generar microhábitats, refugios y sitios de reproducción para muchos mamíferos, pues en ellos se concentra gran cantidad de agua y alimento (insectos, frutos, pastos, etc.). De esta manera, las especies arbóreas mantienen una riqueza y diversidad de mamíferos semejante a la de la selva mediana. En los cafetales se encontraron también especies de árboles de sombra que tienen alguna utilidad no sólo para los mamíferos sino que significan una alternativa alimenticia y económica para los pequeños productores de café, tales como el chalúm (*Inga* sp.), naranja (*Citrus aurantifolia*), mango (*Mangifera indica*), mamey (*Pouteria sapota*), aguacate (*Persea americana*), cacao (*Theobroma cacao*), lima (*Citrus* sp.), plátano (*Musa paradisiaca*), pozol (*Cordia* sp.), anona (*Annona reticulata*) y caspirol (*Inga* sp.). Es por lo anterior, que se hace necesario valorar a los cafetales con sombra como fuente de bienes y servicios ambientales no sólo para la población que los maneja, sino para la conservación de especies de mamíferos.

#### **Implicaciones para la Conservación**

Aunque el grupo de mamíferos voladores ha sido propuesto como un buen indicador de los cambios ambientales en zonas de bosques tropicales, especialmente para evaluar los efectos de la fragmentación (Fenton *et al.* 1992), no se encontró un cambio en su diversidad cuando el hábitat se transforma en un agroecosistema que mantiene árboles de sombra. Los resultados de este estudio resaltan la importancia de considerar diversos grupos de organismos sobre un sólo grupo biológico (o grupos con características similares) como indicadores de la perturbación del hábitat. La variación en la distribución y abundancia de los mamíferos de acuerdo con diferentes hábitat y por estaciones observada en este estudio, podría sugerir que se debe tomar en cuenta

al conjunto de características no sólo biológicas y climáticas sino aquellas también de tipo social, políticas y económicas para que realmente se haga una propuesta realista de conservación y manejo de mamíferos.

Es evidente que la selva mediana perennifolia sustenta gran diversidad de especies y los cafetales con sombra pueden ser una buena opción para la conservación de la región por los ingresos obtenidos y por la riqueza de mamíferos relativamente alta que mantiene. Sin embargo, no debe considerarse recomendable el reemplazar las selvas por cafetales, sino promover la conversión de áreas con otros usos agropecuarios hacia cafetales u otros sistemas agroforestales como se ha mencionado en otros trabajos (Ramírez *et al.* 2002).

Considerando que no se registraron diferencias significativas en la riqueza, diversidad, abundancia relativa y similitud de especies entre cafetal y selva mediana, se confirma la percepción planteada anteriormente de que los cafetales son agroecosistemas importantes para mantener la diversidad de mamíferos y para instrumentar programas de manejo integral a la par de conservar áreas naturales a través de este grupo.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a los habitantes de la comunidad de Loma Bonita, Municipio Maravilla Tenejapa, Chiapas. A Eugenia Sántiz, Felipe Barragán, Jorge Bolaños, Lucero Cuautle, Manuel de Jesús Anzueto, Miguel Icó y Alfonso Luna por su asistencia en el campo. A El Colegio de la Frontera Sur por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo. Al Proyecto: "Patrones de Diversidad Florística y Faunística del Área Focal Ixcán, Selva Lacandona, Chiapas (Y036)" apoyado por la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y a CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por la beca otorgada a Laura E. Cruz (No. de registro 162846).

#### LITERATURA CITADA

- Aguilar-Ortiz, F.** 1982. Estudio ecológico de las aves del cafetal. Pp. 103-122. *In:* E. Jiménez-Avila y Gómez-Pompa (eds.). *Estudios ecológicos en el sistema cafetalero*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Ver. México.
- August, P.** 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology* 64:1495-1507.
- Barrios, I.** 1995. *Estudio taxonómico de las tuzas (Rodentia: Geomyidae) en la región del Soconusco, Chiapas*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Escuela de Biología. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Bennet, D. & D. Humphries.** 1974. *Introducción a la ecología de campo*. Ed. H. Blume Ediciones, España.
- Brosset, A., P. Charles-Dominique, A. Cockle, J. Cosson & D. Masson.** 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Can. J. Zool.* 74: 1974-1982.
- Burguete, A. & X. Leyva.** 2001. *Nuevos municipios en Chiapas, resultados de investigación*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Unidad Sureste. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- Castillo, G. & H. Narave.** 1992. Contribución al conocimiento de la vegetación de la Reserva

- de la Biósfera Montes Azules, Selva Lacandona, Chiapas, México. Pp. 51-85. In: M. Vásquez y M. Ramos (eds.). *Reserva de la Biósfera Montes Azules, Selva Lacandona: investigación para su conservación*. Publicación Especial. ECOSFERA, No.1, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- Clemente, A.** 1995. *Dieta de dos especies de tlacuaches (Didelphis marsupialis y Philander opossum) en Chajul, Selva Lacandona, Chiapas*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Colwell, R.** 2000. Estimates 6. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Sample. Web site: viceroy.eeb.uconn.edu/estimates.
- Cruz, L.** 2002. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva lacandona, Chiapas, México. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, México.
- De la Maza, J. & R. De la Maza.** 1991. Esbozo de una región. Pp. 21-35. In: *Lacandona "El último Refugio"*. Agrupación Sierra Madre, S. C. y Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Estrada, A., R. Coates-Estrada & D. Merritt.** 1993. Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, México. *Ecography* 16:309-318.
- Fa, J. & V. Sánchez-Cordero.** 1993. Effect of fire on a Mexican high-altitude grassland small mammals community. *J. Zool.* 230: 343-347.
- Fenton, M., L. Acharya, D. Audet, M. Hickey, C. Merriam, M. Obrist, D. Syme & B. Adkins.** 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24: 440-446.
- Gallina, S., S. Mandujano & A. González-Romero.** 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, México. *Agroforestry Systems* 33:13-27.
- García, J. & J. Lugo.** 1992. Las formas del relieve y los tipos de vegetación en la Selva Lacandona Pp. 39-49. In: M. Vásquez y M. Ramos (eds.). *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva lacandona: investigación para su conservación*. Publicación especial. Ecosfera No.1. San Cristóbal de Las Casas, México.
- González-García, F.** 1993. Avifauna de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona, Chiapas. *Acta Zool. Mex.* 55: 1-86.
- Greenberg, R., P. Bichier, A. Angon & R. Reitsma.** 1997. Bird populations in shade and sun coffee plantations in central Guatemala. *Cons. Biol.* 11:448-459.
- Harris, L. & T. Woolard.** 1990. The dispersal of mammals in agricultural habitats in Britain. Pp. 159-168, In: R. Bunce y D. Howard (eds.). *Species dispersal in agricultural habitats*. Institute of Terrestrial Ecology. Belhaven Press, London, New York.
- Herrera-MacBryde, O. & R. A. Medellín.** 1997. Lacandon rain forest region. Pp. 125-127. In: S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). *Centers of Plant Diversity, Vol. 3, The Americas*. World Wildlife Fund, IUCN, The World Conservation Union, U.S. National Museum of Natural History, the European Commission, and the U. K. Overseas Development Administration. Information Press, Oxford, London.
- Ibarra, G. & A. López.** 1984. *Diversidad de arañas asociadas a cultivos del café*. Resúmenes XIX. Congreso Nacional de Entomología. Guanajuato, Guanajuato. México.
- Instituto Nacional de Ecología.** 2000. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Montes Azules*.
- Inger, R. & R. Colwell.** 1977. Organizations of three adjacent tropical communities of amphibians and reptiles in Thailand. *Ecol. Monogr.* 47:229-253.
- Lawton, J. H., D. E. Bignell, B. Bolton, G. F. Bloemers, P. Eggleton, P. M. Hammond, M. Hodda, R. D. Holts, T. B. Larsen, N. A. Mawdsley, N. E. Stork, D. D. Srivastava & A. D. Watt.** 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitats modification in tropical forest. *Nature* 339:72-76.

- López, C.** 1998. *Composición, diversidad y estructura de una comunidad de murciélagos de la Selva Lacandona, Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Magurran, A.** 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey, U.S.A.
- Malcolm, J.** 1990. Estimation of mammalian densities in continuous forest north of Manaus. Pp. 339-357. In: A. H. Gentry (ed.). *Four Neotropical Rainforest*. Yale University, New Haven, Connecticut.
- \_\_\_\_\_. 1997. *Biomass and diversity of small mammals in Amazonian Forest fragmented communities*. The University of Chicago Press, Chicago. U.S.A.
- Mares, M. & K. Ernest.** 1995. Population and community ecology of small mammals in a Gallery Forest of Central Brazil. *J. Mamm.* 76: 750-768.
- Martínez, E. & W. Peters.** 1996. La cafecultura biológica: la finca Irlanda como estudio de caso de un diseño agroecológico. Pp. 159-183. In: Trujillo, J., F. de León, R. Calderón y P. Torres (comp.). *Ecología Aplicada a la Agricultura. Temas Selectos de México*. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México.
- Martínez, E., C. Ramos & F. Chiang.** 1994. Lista Florística de la Lacandona, Chiapas. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 54: 99-177.
- Medellín, R. A.** 1992. *Community ecology and conservation of mammals in a Mayan tropical rainforest and abandoned agricultural fields*. Ph.D. dissertation, University of Florida, Gainesville, FL, U.S.A.
- \_\_\_\_\_. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-354. In: R.A. Medellín y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales*. Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México.
- \_\_\_\_\_. 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Cons. Biol.* 8:780-799.
- \_\_\_\_\_. 1996. La Selva Lacandona. *Arqueología Mex.* 4: 64-69.
- Medellín, R. A., H. Arita & O. Sánchez.** 1997. *Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo*. Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México.
- Medellín, R. A., M. Equihua & M. Amin.** 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical Rainforests. *Cons. Biol.* 14: 1666-1675.
- Medellín, R. A. & K. Redford.** 1992. The role of mammals in neotropical forest-savanna boundaries. Pp. 519-548. In: P. Furley, J. Procyor y J. Ratter (eds.). *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. Chapman & Hall, London.
- Moguel, P. & V. Toledo.** 1999. Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico. *Cons. Biol.* 13:1-12.
- Moreno, C.** 2001. *Manual de Métodos para Medir la Biodiversidad*. Universidad Veracruzana, México.
- Morón, M., J. Valenzuela & R. Terrón.** 1988. La macro-coleopterofauna saproxilofila del Soconusco, Chiapas. *Folia Entomol. Mex.* 74:145-158.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg.** 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley. New York.
- Muñoz, A., A. Horvath, R. Vidal, R. Percino, E. González & V. Zárraga.** 2000. *Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad de la Reserva de la Biósfera El Triunfo*. Informe Final. ECOSUR-SIBEJ-TNC. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México.
- Naranjo, E., R. Bodmer, J. Bolaños, C. Muench, M. Guerra & R. Sarmiento.** 2001. *Status and conservation of tapir and peccary populations in the Lacandon forest, Mexico*. Final report to U.S. Fish and Wildlife Service. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

- Perfecto, I., R. Rice, R. Greenberg & M. Van der Voort.** 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for diversity. *BioScience* 46:598-608.
- Perfecto, I., J. Vandermeer, P. Hanson & V. Cartin.** 1997. Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biod. Conserv.* 6:935-945.
- Pickett, S. & P. White.** 1997. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics.* Academic Press, New York. U. S. A.
- Ramírez, M., A. Horváth, M. Ramírez, R. Vidal & A. Muñoz.** 2002. *Diversidad de roedores en cafetales de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México.* Memoria de resúmenes. VI Congreso Nacional de Mastozoología. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN.
- Reid, F.** 1997. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico.* Oxford University Press, New York. U.S.A.
- Retana, O. & C. Lorenzo.** 2002. Lista de los Mamíferos Terrestres de Chiapas: Endemismo y Estado de Conservación. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 85:25-49.
- Ruiz, R.** 1995. *Conducta social del mono araña (Ateles geoffroyi) en la Reserva Montes Azules, Chiapas, México.* Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.
- Sánchez, O. & G. López.** 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomol. Mex.* 75: 119-145.
- Sánchez-Cordero, V. & T. Fleming.** 1993. Ecology of Tropical Heteromyids. Pp. 596-617. In: H. Genoways y J. Brown (eds.). *Biology of the Heteromyidae (Special Publication) No. 10.* American Society of Mammalogist, E. U. A.
- Schulze, M., E. Seavy & D. Whitacre.** 2000. A comparison of the Phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical Forest and in forest fragments of a slash and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica* 32:174-184.
- Toledo, V.** 1994. *La apropiación campesina de la naturaleza: un análisis etnoecológico.* Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Utrera, A., G. Duno, B. Ellis, R. Salas, N. Manzione, C. Fulhorst, R. Tesh & J. Mills.** 2000. Small mammals in agricultural areas of the western Llanos of Venezuela: Community structure, habitat associations, and relative densities. *J. Mamm.* 81:536-548.
- Vázquez, I.** 1996. *Ecología y Actividad de la Tuza Orthogeomys spp. en Cafetales, Milpas y Acahuals de Tenejapa, Chiapas, México.* Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Vera-Rivera, J.** 1990. Situación Actual del conocimiento faunístico de la Reserva de la Biosfera Montes Azules: una reflexión sobre la problemática de su investigación. Pp. 259-266. In: J. Camarillo y F. Rivera (eds.). *Áreas Naturales Protegidas en México y especies en extinción.* Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala, México.
- Voss, R. & L. Emmons.** 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforest: A preliminary assessment. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 230:1-115.
- Witt, E.** 2001. *Seed Dispersal by Small Terrestrial Mammals in Shaded Coffee Farms in Chiapas, México.* Thesis of Master of Science. University of Michigan. U. S. A.
- Zar, J.** 1996. *Biostatistical Analysis.* Third Edition. Prentice Hall Inc, New Jersey. U.S.A.
- Zarza, H.** 2001. *Estructura de la comunidad de pequeños mamíferos en diversos hábitats en La Selva Lacandona, Chiapas, México.* Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.