



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO FORESTAL

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN Y SU RELACIÓN
CON LA DIVERSIDAD DE MURCIÉLAGOS EN
CARRIZAL DE BRAVO, GUERRERO

JOSÉ ALBERTO ALMAZÁN CATALÁN

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2008

La presente tesis, titulada: Estructura de la vegetación y su relación con la diversidad de murciélagos en Carrizal de Bravo, Guerrero, realizada por el alumno: José Alberto Almazán Catalán, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
FORESTAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: _____
DR. JUAN IGNACIO VALDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR: _____
DR. HUMBERTO VAQUERA HUERTA

ASESOR: _____
DR. CORNELIO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, julio del 2008

AGRADECIMIENTOS

Dr. Juan Ignacio Valdéz Hernández por su enseñanza, sugerencias, comentarios y confianza, con el trabajo de investigación durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados.

Dr. Cornelio Sánchez-Hernández por su amistad y apoyo en diversos aspectos, que permitió enriquecer y finalizar este trabajo, además de ser un ejemplo en el campo de la mastozoológia.

Dr. Humberto Vaquera-Huerta por sus comentarios y contribución a está investigación.

Dra. María de Lourdes Romero-Almaraz por su paciencia, comentarios y sugerencias durante todas las etapas de este trabajo.

Dra. Rosa María Fonseca por la identificación de todos los ejemplares botánicos.

Biol. Alejandro Taboada-Salgado por su amistad y constancia en el trabajo en campo.

A mis compañeros y amigos Ezequiel Guerrero Ibarra, Leobardo Sánchez Vázquez, Angélica Reyes Sierra y Miguel Angel Nava por su ayuda en campo.

A las secretarias Sandra, Marú y Bety, por su apoyo logístico.

A los habitantes de la comunidad de Carrizal de Bravo, Guerrero, especialmente a la familia Mosso Garay, por sus amables atenciones y manifestaciones de amistad con nuestro grupo.

Al Programa Forestal del Colegio de Postgraduados, por brindarme la oportunidad de realizar el Postgrado.

Al CONACyT por la beca no. 183426, para realizar los estudios de maestría.

DEDICATORIAS

A mis madres: María de los Angeles Catalán Barlandas y Modesta Barlandas Velazquez, por su apoyo incondicional en muchos aspectos de mi vida y ser un ejemplo de superación, lo cual me motiva para continuar mis estudios. A ustedes mi más sincero agradecimiento, cariño y amor.

A mis tios: María Christina Almazán Juárez y Jose Luis Catalán Barlandas, por creer en mi y brindarme su apoyo incondicionalmente en todo momento.

A mis hermanos: Nancy, Salvador, Wendy y Omar por su cariño en todo momento.

A Yaney Q. Jiménez Salmerón por todo los momentos que pasamos (antes, durante y después), su amistad y ayuda incondicional.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN GENERAL	Páginas
1. Introducción	2
1.1. Los bosques templados	3
1.2. Los bosques templados de la Sierra Madre del Sur (<i>Abies-Quercus</i> y <i>Chiranthodendron-Persea</i>)	4
1.3. Importancia de los bosques templados	5
1.4. Principales causas de destrucción de los bosques templados	5
1.5. Las comunidades de murciélagos y su importancia	6
2. Objetivos e Hipótesis	7
3. Literatura citada	8
ÁREA DE ESTUDIO	
1. Área de estudio	14
1.1. Localización	14
1.2. Fisiografía y topografía	14
1.3. Geología y edafología	14
1.4. Clima	14
1.5. Vegetación	16
1.6. Fauna	16
2. Zona de muestreo	17
2.1. Tipos de bosque	17
2.2. Bosque de <i>Abies-Quercus</i>	17
2.3. Bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	18
2.4. Estado de conservación	19
5. Literatura citada	20
CAPÍTULO I. Diversidad y estructura de la vegetación	
Resumen	22
1. Introducción	23

2. Antecedentes	24
3. Objetivos e Hipótesis	28
4. Materiales y Métodos	29
4.1. Procedimiento de muestreo y medición de la vegetación	29
4.2. Recolecta e identificación del material botánico	30
4.3. Determinación de atributos estructurales	30
4.4. Diversidad de especies	34
4.5. Coeficientes de semejanza	35
5. Resultados	36
5.1. Riqueza	36
5.2. Abundancia	37
5.3. Diversidad de especies	38
5.4. Coeficientes de semejanza	38
5.5. Formas de vida	38
5.6. Características estructurales del bosque de <i>Abies-Quercus</i>	39
5.6.1. Componente arbóreo	39
5.6.2. Componente arbustivo	39
5.6.3. Distribución vertical	40
5.7. Características estructurales del bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	41
5.7.1. Componente arbóreo	41
5.7.2. Componente arbustivo	41
5.7.3. Distribución vertical	41
5.8. Estado de conservación	42
6. Discusión y Conclusión	42
6.1. Riqueza y diversidad	42
6.2. Estructura de la vegetación	43
6.2.1. Componente arbóreo	43
6.2.2. Componente arbustivo	44
6.2.3. Distribución vertical	45
7. Literatura citada	46
8. Apéndices	51

CAPÍTULO II. Diversidad de murciélagos

Resumen	59
1. Introducción	60
2. Antecedentes	60
3. Objetivos e Hipótesis	62
4. Materiales y Métodos	63
4.1. Características del bosque	63
4.2. Captura de murciélagos	63
4.2.1. Procedimiento de muestreo	64
4.2.2. Toma de datos y marcaje	64
4.3. Esfuerzo de captura	65
4.4. Funciones de acumulación de especies	65
4.5. Diversidad de especies	66
4.6. Coeficientes de semejanza	67
5. Resultados	69
5.1. Esfuerzo de captura	69
5.2. Funciones de acumulación de especies	69
5.3. Riqueza de especies	70
5.4. Tipos de alimentación	74
5.5. Diversidad de especies	74
5.6. Coeficientes de semejanza	75
6. Discusión y Conclusión	77
6.1. Curvas de acumulación	77
6.2. Riqueza	77
6.3. Diversidad	80
7. Literatura citada	81

CAPÍTULO III. Relación entre la estructura de la vegetación y la diversidad de murciélagos

Resumen	87
1. Introducción	88

2. Antecedentes	88
2. Objetivos e Hipótesis	90
4. Materiales y Métodos	91
4.1. Características estructurales de la vegetación	91
4.2. Distribución vertical de la comunidad de murciélagos	91
4.3. Relación entre vegetación-murciélagos	92
5. Resultados	93
5.1. Características estructurales del bosque de <i>Abies-Quercus</i>	93
5.2. Características estructurales del bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	94
5.3. Distribución vertical de los murciélagos	95
5.4. Relación entre vegetación-murciélagos	98
6. Discusión y Conclusión	100
6.1. Distribución vertical de los murciélagos	100
6.2. Relación entre vegetación-murciélagos	101
7. Literatura citada	103
CONCLUSIONES GENERALES	
Conclusiones generales	106

CAPÍTULO I. Diversidad y estructura de la vegetación

Cuadro 1.1. Valores de las medidas de diversidad dentro (α) y entre comunidades (β) para los bosques de <i>Abies-Quercus</i> (AQ) y de <i>Chiranthodendron-Persea</i> (CP)	38
Cuadro 1.2. Valor de importancia relativo (VIR) para el componente arbóreo del bosque de <i>Abies-Quercus</i>	40
Cuadro 1.3. Valor de importancia relativo (VIR) para el componente arbustivo del bosque de <i>Abies-Quercus</i>	40
Cuadro 1.4. Valor de importancia relativo (VIR) para el componente arbóreo del bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	41
Cuadro 1.5. Valor de importancia relativo (VIR) para el componente arbustivo del bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	42

CAPÍTULO II. Diversidad de la comunidad de murciélagos

Cuadro 2.1. Número de especies estimadas por tres modelos en dos bosques: bosque de <i>Abies-Quercus</i> (AQ) y <i>Chiranthodendron-Persea</i> (CP)	70
Cuadro 2.2. Clasificación taxonómica, número de especímenes por especie en cada bosque y tipo de alimentación	71
Cuadro 2.3. Riqueza y abundancia de murciélagos por período de captura en cada bosque	72
Cuadro 2.4. Abundancia, abundancia proporcional y porcentaje de las especies capturadas en el bosque de <i>Abies-Quercus</i>	74
Cuadro 2.5. Abundancia, abundancia proporcional y porcentaje de las especies capturadas en el bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	75
Cuadro 2.6. Valores de los índices de diversidad y coeficientes de semejanza para el bosque de <i>Abies-Quercus</i> y el bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	76

CAPÍTULO III. Relación entre la estructura de la vegetación y la diversidad de murciélagos

Cuadro 3.1. Matriz de correlación de las características estructurales de la vegetación del bosque de <i>Abies-Quercus</i>	93
--	----

Cuadro 3.2. Componentes principales y variables de la estructura de la vegetación del bosque de <i>Abies-Quercus</i>	93
Cuadro 3.3. Matriz de correlación de las características estructurales de la vegetación del bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	94
Cuadro 3.4. Componentes principales y variables de la estructura de la vegetación del bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	94
Cuadro 3.5. Distribución vertical de los murciélagos en dos tipos de bosque en Carrizal de Bravo	95
Cuadro 3.6. Riqueza, abundancia y diversidad de murciélagos capturados en tres estratos verticales, del bosque de <i>Abies-Quercus</i>	96
Cuadro 3.7. Riqueza, abundancia y diversidad de murciélagos capturados en tres estratos verticales del bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>	98
Cuadro 3.8. Número de especies y abundancia de la vegetación y los murciélagos en dos tipos de bosque	99
Cuadro 3.9. Índices de diversidad y componentes principales de la vegetación y murciélagos en dos tipos de bosque	100

ÍNDICE DE FIGURAS	Página
ÁREA DE ESTUDIO	
Figura 1. Localización del área de estudio	15
Figura 2. Ubicación de las zonas de muestreo	18
Figura 3. Temperatura promedio en Carrizal de Bravo durante el estudio: bosque de <i>Abies-Quercus</i> (AQ), bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i> (CP)	19
CAPÍTULO I. Diversidad y estructura de la vegetación	
Figura 1.1. Distribución y características (dimensionales) de las unidades de muestreo UM, subUM y cuadros utilizados para la evaluación de la vegetación en el área de estudio	31
Figura 1.2. Numero de familias (F), géneros (G) y especies (E) en los bosques de <i>Abies-Quercus</i> (AQ) y <i>Chiranthodendron-Persea</i> (CP)	37
Figura 1. 3. Formas de vida (A: árbol, Arb: arbusto, H: hierba, T: trepadora) de las especies registradas en los bosques de <i>Abies-Quercus</i> (AQ) y <i>Chiranthodendron-Persea</i> (CP)	39
CAPÍTULO II. Riqueza y diversidad de la comunidad de murciélagos	
Figura 2.1. Distribución vertical y horizontal de las redes en cada unidad de muestreo (UM)	65
Figura 2.2. Relación entre el número de especies y la superficie en metros cuadrados de horas red por bosque: bosque de <i>Abies-Quercus</i> (AQ) y bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i> (CP)	69
Figura 2.3. Número de especies por familia en los bosques de <i>Abies-Quercus</i> (a) y <i>Chiranthodendron-Persea</i> (b)	73
Figura 2.4. Dendrograma de semejanza (%) en la riqueza de murciélagos para cuatro áreas del estado de Guerrero	76

CAPÍTULO III. Relación entre la estructura de la vegetación y la diversidad de murciélagos

Figura 3.1. Dendrograma de similitud entre los tres estratos verticales del bosque de *Abies-Quercus* 97

Figura 3.2. Dendrograma de similitud entre los tres estratos verticales del bosque de *Chiranthodendron-Persea* 99

CAPÍTULO I. Diversidad y estructura de la vegetación

Apéndice 1.1. Listado florístico de los bosques de <i>Abies-Quercus</i> (AQ) y de <i>Chiranthodendron-Persea</i> (CP) en Carrizal de Bravo, Guerrero	51
Apéndice 1.2. Distribución vertical de árboles y arbustos en los bosques de <i>Chiranthodendron-Persea</i> y de <i>Abies-Quercus</i> en Carrizal de Bravo, Guerrero	56

INTRODUCCIÓN GENERAL

1. Introducción

Las características estructurales de la vegetación son importantes en el paisaje del bosque y primordiales para determinar los tipos de vegetación y la riqueza florística, además sirven para conocer y determinar el estado de conservación del bosque (Rzedowski, 1978; González-Medrano, 2003). Estas características estructurales del bosque influyen de manera directa en la distribución de plantas y animales (DeWalt *et al.*, 2003), así como en los aspectos biológicos y ecológicos de sus poblaciones. En México, uno de los grupos de vertebrados que han servido como modelo para determinar su relación con la estructura de la vegetación son las aves, señalando que existe una relación estrecha principalmente por la disponibilidad de alimento y los sitios de percha (Nocedal, 1984; González-Ortega y Morales-Pérez, 1998).

Algunos trabajos han explicado la relación entre la estructura de la vegetación y los murciélagos, sin embargo, la mayoría se han realizado con murciélagos frugívoros de África (Henry *et al.*, 2004; Hodgkison *et al.*, 2004), murciélagos insectívoros de Europa y Norteamérica (Kalcounis *et al.*, 1999; Kusch *et al.*, 2004) y algunos han considerado a toda una comunidad de murciélagos en Sudamérica (Bernard, 2001). En México, este tipo de estudios son recientes y se han realizado en las selvas del sureste del país, principalmente en zonas alteradas por cultivos de café (Estrada y Coates-Estrada, 2002; García-Estrada *et al.*, 2006).

La mayoría de estos trabajos se han enfocado a regiones tropicales quizá por la acelerada destrucción de las selvas, principalmente ocasionada por el incremento en la población humana y las actividades agropecuarias. Por el contrario, en las zonas templadas de México poco se conocen las relaciones entre los bosques templados con la diversidad de murciélagos, aun cuando la vegetación presenta una estructura compleja, debido a la riqueza y a las diversas formas de vida. Estas zonas presentan deterioro y fragmentación principalmente por el cambio en uso del suelo y el aprovechamiento forestal inadecuado.

En el estado de Guerrero se ha estudiado la riqueza florística y la estructura de la vegetación de algunos bosques templados (Lozada *et al.*, 2003; Martínez-Gordillo *et al.*, 2004;), y se han registrado entre 26% (Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993) y 43% (León-Paniagua y Romo-Vázquez,

1993) de los murciélagos conocidos para el estado; sin embargo, no existe información que señale si la estructura de la vegetación influye en la diversidad y distribución de los murciélagos en estas zonas. El ejido Carrizal de Bravo presenta uno de los bosques templados mejor conservados del estado, resalta su gran riqueza florística (Fonseca *et al.*, 2001) y su compleja estructura de la vegetación (Catalán *et al.*, 2003), pero se desconocen las especies de murciélagos que ahí habitan. Este trabajo es el primero que aporta información sobre la diversidad de la flora y los murciélagos, además trata la relación entre las características estructurales de la vegetación y su relación con los murciélagos en dos tipos de bosque templado.

1.1. Los bosques templados

Las zonas templadas de México ocupan 23.4% del territorio nacional y se distribuyen principalmente en cuatro regiones fisiográficas: la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre del Sur (González-Medrano, 2003). Los bosques que se distribuyen en las zonas altas de estas regiones se les denomina bosques templados, de los cuales los más representativos son el bosque de encino, el bosque de coníferas y el bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978).

Los bosques templados son el hábitat de un gran número de especies de plantas y animales, en estos ecosistemas se distribuyen varias especies endémicas para México (Challenger, 2003); por ejemplo, los bosques de pino y encino de México son los más diversos del mundo, en ellos se han registrado 55 especies de pinos, de las cuales 85% son endémicas, mientras que de las 138 especies de encinos registradas el 70% son endémicas (Benítez-Díaz y Bellot-Rojas, 2003). El bosque mesófilo de montaña (BMM) es otro ecosistema importante y se caracteriza por ser de los más diversos, debido principalmente a la humedad y temperatura que han creado un ambiente favorable para la coexistencia de flora templada y tropical (Rzedowski, 1996; Challenger, 1998). El BMM es quizá el ecosistema más fragmentado de México, sólo ocupa 1% de superficie en la República Mexicana (Rzedowski, 1996).

Otra característica importante de estos bosques es su compleja estructura vertical y horizontal, formada principalmente por la densidad, dominancia y distribución de árboles y arbustos

(González-Medrano, 2003). La complejidad de la estructura de la vegetación es importante y se encuentra estrechamente relacionada con la fauna silvestre, debido a que influye en su riqueza, distribución y abundancia, dado que ofrece una gran variedad de alimentos, refugios, sitios de percha y de apareamiento (DeWalt *et al.*, 2003).

1.2. Los bosques templados de la Sierra Madre del Sur (*Abies-Quercus* y *Chiranthodendron-Persea*)

Las partes altas de la Sierra Madre del Sur forman parte de las zonas templadas de México, se distribuyen desde Jalisco hasta el Istmo de Tehuantepec; pasando por el centro del estado de Guerrero. Los principales tipos de vegetación que se desarrollan en esas zonas son: bosque de coníferas (*Pinus*, *Abies* y *Juniperus*), bosque de encino, bosque mesófilo de montaña y bosque tropical subcaducifolio (Meza y López, 1997).

En el ejido de Carrizal de Bravo, se han descrito los tipos de vegetación y la riqueza florística; sin embargo, el conocimiento sobre sus características estructurales es aún limitado. Estos estudios han señalado una riqueza aproximada de 500 especies de plantas, pertenecientes a seis formas de vida (árboles, arbustos, hierbas, trepadoras, epífitas y parásitas), agrupadas en cinco tipos de vegetación (bosque mesófilo de montaña, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de encino-pino, bosque de *Abies-Cupressus*); predominando árboles con alturas de 15 a 40 m con diámetros a la altura del pecho que alcanzan los 2.5 m (Fonseca *et al.*, 2001; Catalán *et al.*, 2003; Reyes y Morlet, 2005).

Los efectos de la fragmentación han ocasionado que ciertas especies vegetales incrementen su densidad, cobertura y dominancia, modificando también la estructura vertical y horizontal, lo cual ha originado otros tipos de bosque o condiciones ambientales; por ejemplo, la descripción del bosque de *Abies-Cupressus* realizado por Fonseca *et al.* (2001) en el ejido de Carrizal. Considerando lo anterior, se establecieron unidades de muestreo para realizar este estudio, en dos tipos de bosque que no habían sido reconocidos: bosque de *Abies-Quercus* (AQ) y bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP).

1.3. Importancia de los bosques templados

La cubierta vegetal desempeña un papel importante en el ecosistema, por ejemplo: amortigua y almacena el agua pluvial, regula la temperatura del suelo y de la biosfera, y favorece los ciclos hidrológicos (Rzedowski, 1996; Challenger, 1998). Sin embargo, la función más importante que brindan los bosques templados son la cantidad de agua pluvial que captan, debido a que son las áreas que reciben mayor precipitación anual y junto con la cobertura de vegetación, forman suelos profundos que permiten la lenta filtración del agua, que a su vez alimenta los ríos, lagos y lagunas (Challenger, 2003).

Los ecosistemas templados son el hábitat de una gran diversidad de fauna silvestre, en estos sitios los animales encuentran los recursos necesarios para vivir, al menos en cierta época del año, como es el caso de los bosques templados que aún ofrecen alimento en época de secas a algunas especies de animales que habitan en bosques caducifolios de encino y selva baja (Challenger, 2003).

Otro aspecto importante son los beneficios económicos generados por el aprovechamiento de los productos maderables y no maderables en los bosques templados, siendo estas actividades la base de la economía rural en muchas partes de México. La tala de árboles y venta de madera para industrias locales o regionales, la venta de hongos, musgo, orquídeas, tierra de hoja y demás productos son las actividades más comunes de los pobladores en estos bosques (Varela, 1999). En Carrizal de Bravo el aprovechamiento de árboles para madera y la recolección de flores de la manita, son las actividades más importantes económicamente, y se llevan a cabo entre abril y junio; mientras que, la recolección de hongos es una actividad que se realiza a partir del mes de septiembre, sólo con la finalidad de complementar la dieta de los pobladores.

1.4. Principales causas de destrucción de los bosques templados

El aprovechamiento irracional de los recursos naturales es sin duda la principal causa de deterioro y destrucción de los bosques, tanto en zonas tropicales como templadas. La deforestación altera el equilibrio del ecosistema y afecta la dispersión de las plantas (Robinson *et al.*, 1992), la

dinámica de las comunidades vegetales (Laurance *et al.*, 1998), el éxito reproductivo de plantas y animales (Cascante *et al.*, 2002; Stoner *et al.*, 2002; Quesada *et al.*, 2003) y los patrones de movimiento de poblaciones animales (Ims, 1995; Andreassen *et al.*, 1998). Asimismo, la deforestación provoca la fragmentación del hábitat, una de las causas principales que favorecen la pérdida de biodiversidad (Benítez-Díaz y Bellot-Rojas, 2003).

Actividades como la agricultura y ganadería fragmentan el bosque y modifican el hábitat de gran cantidad de especies vegetales y animales, algunos estudios señalan que la fragmentación del hábitat puede ser un factor importante que influye en la diversidad de los murciélagos y por consiguiente en la estructura y composición de la vegetación, ya que los murciélagos contribuyen en forma importante al mantenimiento de la diversidad vegetal en áreas perturbadas y durante distintos estadios del proceso de sucesión vegetal (Galindo-González, 1998; Medellín y Gaona, 1999).

Los fenómenos naturales (incendios, inundaciones) y los asentamientos humanos transforman y modifican las condiciones del bosque, así como la estructura y composición de la cubierta vegetal, con lo que afectan y alteran también la riqueza, abundancia y los patrones de distribución de las comunidades animales como es el caso de las aves (Rotenberry y Wiens, 1980; López y Moro, 1997) y los murciélagos (Galindo-González, 1998). En Carrizal de Bravo la fragmentación del bosque es causada principalmente por la apertura de tierras para plantaciones de flores de alcatraz y aguacate, lo cual provoca la destrucción de áreas boscosas.

1.5. Las comunidades de murciélagos y su importancia

En el ejido de Carrizal de Bravo no existen estudios que aporten información sobre las comunidades de murciélagos. En toda la región central de la Sierra Madre del Sur sólo se han realizado dos trabajos: uno en bosque de pino (Taboada-Salgado, 2006) y otro en bosque mesófilo de montaña (Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993); de acuerdo con estos estudios, la riqueza de murciélagos en esta región es de aproximadamente 30 especies.

Los murciélagos son importantes en la dinámica y funcionamiento del bosque, así como en la economía del hombre. De acuerdo con sus hábitos alimentarios, los murciélagos polinívoros y nectarívoros consumen polen y néctar de una gran diversidad de plantas y contribuyen a su polinización (Bonaccorso y Gush, 1987); los frugívoros son fundamentales para la dispersión de semillas de un gran número de árboles frutales, varios de estos de importancia comercial (Fleming, 1988; Romero-Almaraz *et al.*, 2006); los insectívoros consumen tal cantidad de insectos, que controlan sus poblaciones y evitan que algunas especies se conviertan en plaga (McNab, 1982); mientras que los omnívoros y piscívoros se alimentan de plantas, invertebrados o vertebrados pequeños, lo que mantiene el ciclo biológico de las especies, además de que en su conjunto ayudan a reciclar los nutrientes y la energía en el bosque (Fleming, 1982). De las 140 especies de murciélagos que existen en México (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005), sólo una de ellas presenta problemas para el hombre debido a que puede transmitir el virus de la rabia al ganado, lo que causa pérdidas económicas muy serias en los países tropicales de Latinoamérica.

2. Objetivos e Hipótesis

Considerando que hasta la fecha la estructura de la vegetación en Carrizal de Bravo y su relación con la diversidad de los murciélagos no son conocidas, este trabajo tiene como finalidad describir y conocer la posible asociación que existe entre la estructura de la vegetación y los murciélagos en el ejido Carrizal de Bravo, Guerrero.

2.1. Objetivo general

Conocer la relación entre estructura de la vegetación y diversidad de murciélagos en Carrizal de Bravo, Guerrero.

2.2. Objetivos particulares:

1. Conocer la riqueza y diversidad de especies vegetales en bosques de *Abies-Quercus* y de *Chiranthodendron-Persea* en el ejido de Carrizal de Bravo, Guerrero.

2. Describir la estructura vertical y horizontal de la vegetación en estos dos bosques
3. Conocer la riqueza y diversidad de especies de murciélagos en bosques de *Chiranthodendron-Persea* y *Abies-Quercus*.
4. Establecer la relación entre las características estructurales de los componentes arbóreo y arbustivo con la diversidad de murciélagos registrada en ambos tipos de bosques.
5. Determinar la distribución vertical de las especies de murciélagos en cada tipo de bosque.

2.3. Las hipótesis correspondientes son:

1. La riqueza y diversidad de especies vegetales es mayor en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* que en el bosque de *Abies-Quercus*.
2. La estructura de la vegetación es más compleja en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* en comparación con el bosque de *Abies-Quercus*.
3. La riqueza y diversidad de especies de murciélagos es diferente en ambos tipos de bosque.
4. Las características estructurales del componente arbóreo, más que del arbustivo, se relacionan estrechamente con la diversidad de murciélagos en ambos tipos de bosque.
5. La distribución vertical de las especies de murciélagos es distinta en ambos tipos de bosque.

3. Literatura citada

- Andreassen, H. P., K. Hertzberg y R. A. Ims. 1998. Space use responses to habitat fragmentation and connectivity in the root vole *Microtus oeconomus*. *Ecology* 79: 1223-1235.
- Benítez-Díaz, H. y M. Bellot-Rojas. 2003. Biodiversidad: usos, amenazas y conservación. Pp. 93-105. *In*: Sánchez, O., E. Vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis (eds.). Conservación de

- ecosistemas templados de montaña en México. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Bernard, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 115-126.
- Bonaccorso, F. J. y T. J. Gush. 1987. An experimental study of feeding behavior and foraging strategies of phyllostomid fruit bats. *Journal of Animal Ecology* 56: 907-920.
- Cascante, A., M. Quesada, J. A. Lobo y E. J. Fochs. 2002. Effects of dry tropical forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. *Conservation Biology* 16: 137-147.
- Catalán, H., L. López-Mata y T. Terrazas. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 74: 209-230.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México, agrupación Sierra Madre, S. C. México, D. F. 847 p.
- Challenger, A. 2003. La situación actual del medio ambiente en Veracruz: los servicios ambientales y la conservación ecológica. Memorias del Primer Simposio-Taller Internacional sobre Servicios Ambientales en el estado de Veracruz, del 11 al 14 de mayo de 2003. Consejo Estatal de Protección al Ambiente del Gobierno del Estdo de Veracruz, Instituto de Ecología S.A. y Comisión Nacional Forestal, Huatusco, Veracruz.
- DeWalt, S. J., S. K. Maliakal y J. S. Denslow. 2003. Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. *Forest Ecology and Management* 182: 139-151.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 103: 237-245.
- Fleming, T. H. 1982. Foraging strategies of plant-visiting bats. Pp. 287-325. *In*: Kunz T.H. (ed.). *Ecology of bats*. Plenum Press, New York.
- Fleming, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat*. The University of Chicago Press, Chicago. 365 p.

- Fonseca R. M., E. Velázquez y E. Domínguez. 2001. No.12. Carrizal de Bravos, bosque mesófilo de montaña. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 41 p.
- García-Estrada, C., A. Damon, C. Sánchez-Hernández, L. Soto y N. Ibarra. 2006. Bat diversity in montane rainforest and shaded coffee under different management regimes in southeastern Chiapas, Mexico. *Biological Conservation* 132: 351-361.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana* 73: 57-74.
- González-Medrano, F. 2003. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) México, D. F. 77 p.
- González-Ortega, M. A. A. y J. E. Morales-Pérez. 1998. Distribución vertical de la avifauna en un bosque templado de Zinacantan, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 75: 125-142.
- Henry, M., P. Barreire, A. Gautier-Hion y M. Colyn. 2004. Species composition, abundance and vertical stratification of a bat community (Megachiroptera: Pteropodidae). *Journal of Tropical Ecology* 20: 21-29.
- Hodgkison, R., S. T. Balding, A. Zubaid y T. H. Kunz. 2004. Habitat structure, wing morphology, and the vertical stratification of Malaysian fruit bats (Megachiroptera: Pteropodidae). *Journal of Tropical Ecology* 20: 667-673.
- Ims, R. A. 1995. Movement patterns related to spatial structures. Pp 85-109. *In*: Hansson L., L. Fahrig y F. Merriam (eds.), *Mosaic landscapes and ecological process*. Chapman y Hall, Londres.
- Jiménez-Almaraz, T., J. Juárez Gómez y L. León Paniagua. 1993. Mamíferos. Pp. 503-549. *In*: I. Luna Vega y J. Llorente-Bousquet (eds.). *Historia natural del parque ecológico Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kalcounis, M. C., K. A. Hobson, R. M. Brigham y K. R. Hecker. 1999. Bat activity in the boreal forest: importance of stand type and vertical strata. *Journal of Mammalogy* 80: 673-682.

- Kusch, J., C. Weber, S. Idelberger y T. Koob. 2004. Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoology* 53: 113-128.
- Laurance, W. F., L. V. Ferreira, J. M. Rankin de Merona y S. G. Laurance. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* 79:2032-2040.
- León-Paniagua, L. y E. Romo-Vázquez. 1993. Mastofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero. Pp. 45-64. *In*: Medellín R. A. y G. Ceballos (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología. México, D. F.
- López, G. y M. J. Moro. 1997. Bird of aleppo pine plantations in south-east Spain in relation to vegetation composition and structure. *Journal of Applied Ecology* 34: 1257–1272.
- Lozada, L., Ma. E. León, J. Rojas y R. de Santiago. 2003. No.13. Bosque mesófilo de montaña en El Molote. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.) Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 34 p.
- Martínez-Gordillo, M., R. Cruz-Durán, J. F. Castrejón-Reyna, S. Valencia-Ávalos, J. Jiménez-Ramírez y C. A. Ruiz-Jiménez. 2004. Flora vascular de la porción guerrerense de la Sierra de Taxco, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75:105-189.
- McNab, B. K. 1982. Evolutionary alternatives in the physiological ecology of bats. In: Kunz, T.H. (ed.), *Ecology of bats*. Plenum Publishing Corporation, New York, pp. 151–196.
- Medellín, R. A. y O. Gaona. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica* 31: 478-485.
- Meza, L. y J. López. 1997. Vegetación y mesoclimas de Guerrero. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 53 p.
- Nocedal, J. 1984. Estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. *Acta Zoológica Mexicana* 6:1-45.
- Quesada, m., K. E. Stoner, V. Rosas-Guerrero, C. Palacios-Guevara y J. A. Lobos. 2003. Effects of habitat disruption on the activity of nectarivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in dry tropical forest: implications for the reproductive success of the neotropical tree *Ceiba grandiflora*. *Oecologia* 135 :400-406.

- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo–Cabrales y A. Castro–Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* 21: 21-82.
- Reyes, G. T. y M. A. Morlet, V. 2005. Estudio florístico del ejido de Carrizal de Bravo, municipio de Leonardo Bravo, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero. 95 p.
- Robinson, G. R., R. D. Holt, M. S. Gaines, S. P. Hamburg, M. L. Johnson, H. S. Fitch y E. A. Marinko. 1992. Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation. *Science* 257: 524-526.
- Romero-Almaraz, M. L., A. Aguilar–Setién y C. Sánchez–Hernández. 2006. Murciélagos benéficos y vampiros: características, importancia, rabia, control y conservación. AGT Editor, IMSS. 213 p.
- Rotenberry, J. T. y J. A. Wiens. 1980. Habitat structure, patchiness, and avian communities in North American steppe vegetation: multivariate analysis. *Ecology* 61: 1228-1250.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D. F. 432 p.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.
- Stoner, K. E., M. Quesada, V. Rosas-Guerrero y J. A. Lobo. 2002. Effects of forest fragmentation on the Colima long-nosed bat (*Musonycteris harrisoni*) foraging in tropical dry forest of Jalisco, Mexico. *Biotropica* 34: 462-467.
- Taboada-Salgado, A. 2006. Contribución a la historia natural de los murciélagos de la comunidad de Los Morros municipio Leonardo Bravo, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero. 89 p.
- Varela, S. 1999. *Atlas Forestal de México*. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México. 234 p.

ÁREA DE ESTUDIO

1. Área de estudio

1.1. Localización. El ejido de Carrizal de Bravo se encuentra en la parte occidental de la región centro del estado de Guerrero, en el municipio de Leonardo Bravo. Se ubica entre las coordenadas 17°35' y 17°39' de latitud norte y 99°48' y 99°52' de longitud oeste; comprende una extensión aproximada de 3,550 ha (Figura 1). El ejido colinda al norte con la comunidad de Filo de Caballos, al oeste con la comunidad de Yextla, al este con la comunidad La Felicidad y al sur con la comunidad Las Joyitas (INEGI, 2001a).

1.2. Fisiografía y topografía. La zona de estudio forma parte de la Sierra Madre del Sur y su altitud varía de 1,900 a 2,950 m. Esta región tiene como principales elevaciones los cerros Cacho de Oro y Yohualatlaco con 2,900 y 2,950 m, respectivamente. La topografía del área es accidentada y se caracteriza por tener cerros con laderas y pendientes pronunciadas, barrancas con profundidad de más de 30 m, y en la cima pequeñas planicies o terrenos ondulados de poca extensión (INEGI, 2001a).

1.3. Geología y edafología. Presenta dos tipos de afloramientos de la era Mesozoica. La mayor parte son rocas sedimentarias del Cretácico inferior de tipo Caliza, localizadas al norte, oeste, este y suroeste del área de estudio; y la menor proporción son rocas ígneas intrusivas del Cretácico superior de tipo Diorita, que se localizan al sureste de Carrizal (INEGI, 2001b). De manera general los suelos son de origen volcánico, con más de 50 cm de profundidad, textura franco arcillosa, color pardo rojizo oscuro y drenaje interno medio con pH de 4.8 a 5.0.

1.4. Clima. El clima corresponde al tipo C (w_2) es decir templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en los meses de agosto y septiembre, la temperatura media anual varía de 17 a 21°C y la precipitación total anual de 1,100 a 1,500 mm (INEGI, 2001c). El sistema hidrológico está formado por arroyos temporales y manantiales pequeños ubicados principalmente al sur de la comunidad.

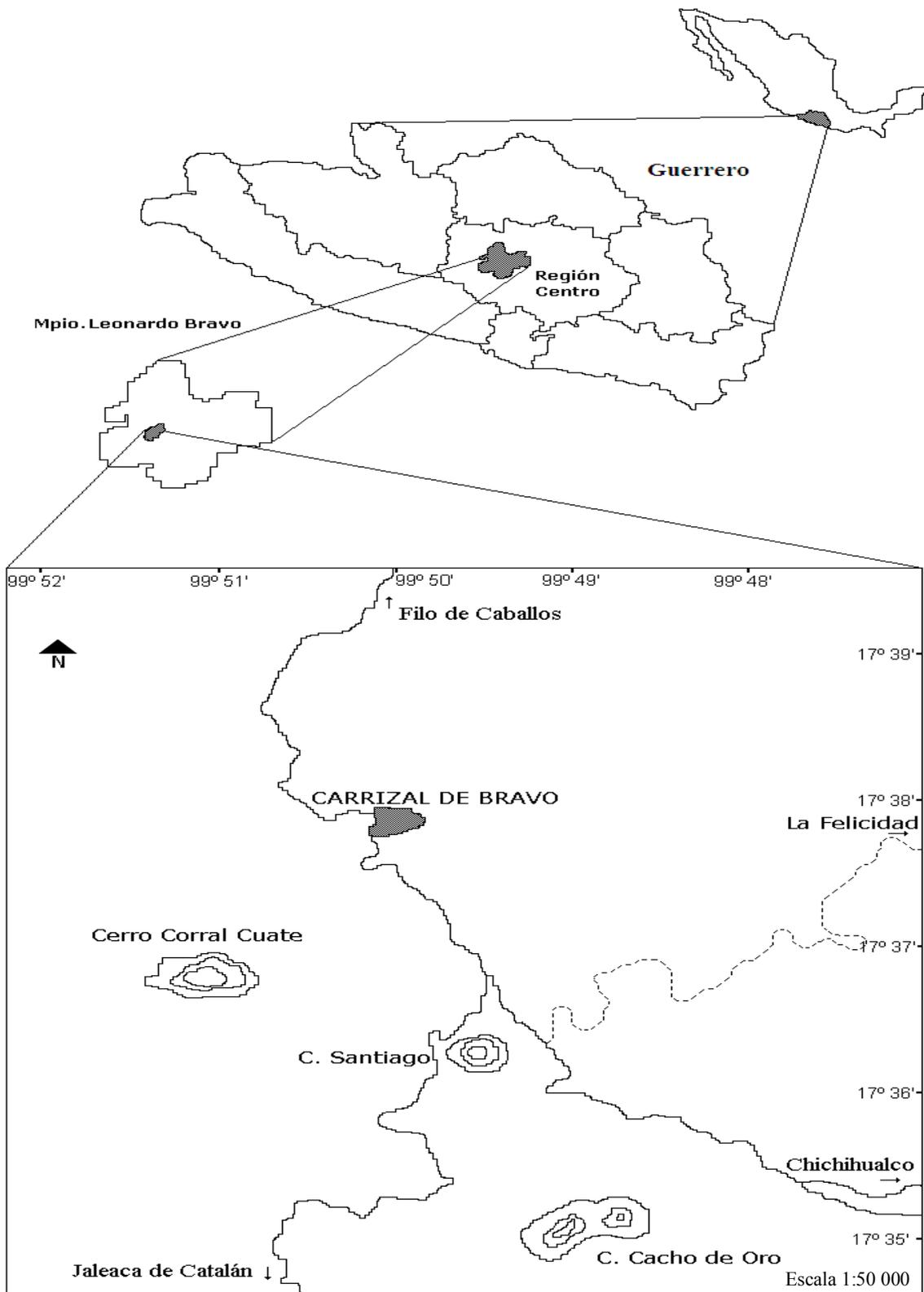


Figura 1. Localización del área de estudio (INEGI, 2001a).

1.5. Vegetación. De acuerdo con Fonseca *et al.* (2001) en Carrizal de Bravo se distribuyen cuatro tipos de vegetación:

- a) Bosque mesófilo de montaña (BMM). Es el de mayor extensión en el área de estudio, se distribuye de los 1,950 m hasta 2,700 m, y se caracteriza por la presencia de una mezcla de elementos tropicales y templados; las especies mejor representadas son: *Chiranthodendron pentadactylon*, *Abies guatemalensis*, *Pinus ayacahuite*, *Guarea glabra*, *Styrax argenteus* y diversas especies del género *Quercus*.
- b) Bosque de pino. Se distribuye de los 2,400 hasta los 2,950 m en diferentes zonas del área de estudio, las especies mejor representadas son: *Pinus maximinoi* y *P. herrerae*, así como individuos de *P. oaxacana* y *P. herrerae* con alturas aproximadas de 15 a 20 m, que se ubican en laderas secas y cimas de los cerros.
- c) Bosque de pino–encino. Se localiza en las zonas de menor altitud, Fonseca *et al.* (2001) señalan que este tipo de vegetación no se encuentra totalmente inventariado en el área de estudio. Las especies mejor representadas son: *Quercus rubramenta*, *Q. acutifolia* y *P. herrerae*.
- d) Bosque de *Abies–Cupressus*. Se ubica entre los 2,800 m y los 2,900 m, en terrenos relativamente planos, se encuentra representado por los árboles *Cupressus lusitanica* y *A. guatemalensis*, que alcanzan hasta 25 m de altura. También existen otras especies arbóreas y arbustivas que se distribuyen en el bosque mesófilo de montaña como *Cleyera velutina*, *Ternstroemia lineata* subsp. *lineata*, *Cornus disciflora* y *Fuchsia* sp.

1.6. Fauna (mamíferos). En el área de estudio no se han realizado trabajos que describan la mastofauna, sin embargo, observaciones personales permitieron identificar algunas especies como: *Didelphis virginiana* (tlacuache), *Dasyus novemcinctus* (armadillo), *Sylvilagus* sp. (conejo), *Sciurus aureogaster* (ardilla), *Peromyscus* sp. (ratón), *Reithrodontomys* sp. (ratón), *Sigmodon* sp. (ratón) *Liomys* sp. (ratón), *Leopardus wiedii* (tigrillo), *Bassariscus sumichrasti* (cacomixtle), *Nasua narica* (tejón) y *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca).

2. Zona de muestreo

2.1. Tipos de bosque. Se establecieron dos tipos de bosque con ayuda de material cartográfico a diferentes escalas (mapas impresos por INEGI) y mediante recorridos de campo en la zona, considerando la superficie, importancia, representatividad y estado de conservación (tratando de que fuera similar) del bosque en el ejido. Entre cada bosque existió una distancia aproximada de 1.5 km, y en cada una se establecieron dos Unidades de Muestreo (UM), las cuales se delimitaron con ayuda de una brújula (Suunto) y cuerda compensada, en donde además se registró la inclinación de la pendiente con ayuda de un clinómetro (Suunto) y exposición de la misma con la brújula. Dentro de estas UM se llevó a cabo la recolecta y medición de la vegetación para determinar su riqueza, diversidad y características estructurales. Adicionalmente se realizó el muestreo de murciélagos para conocer su riqueza, diversidad y distribución vertical.

2.2. Bosque de *Abies-Quercus* (AQ). Se encuentra en la localidad Los Cajones, 2 km al sur de Carrizal de Bravo, entre las coordenadas 17°36'13.18"N y 99°50'9.45"W, a una altitud de 2,600 m. Las UM se establecieron a un costado de la brecha principal que va de Filo de Caballos a Jaleaca de Catalán (Figura 2). La UM-1 presentó una inclinación promedio de 27% y una exposición Este, mientras que la UM-2 tuvo una inclinación promedio de 45% y también una exposición Este; en dicha exposición las condiciones de humedad son bajas y con mayor disponibilidad de luz. La temperatura se registró con un termómetro ambiental en siete períodos (julio 2005 – junio 2006) de las 19:00 a las 24:00 h. La temperatura promedio anual osciló entre 7.5 y 14.5 °C, la máxima se obtuvo en julio y septiembre con 16 °C, mientras que la mínima en noviembre y febrero con 6 °C (Figura 3). Esta localidad se encuentra dentro de una zona protegida por la comunidad, aunque está ligeramente alterada porque las personas recolectan hongos y la flor de la manita, actividades importantes en la economía del ejido.



Figura 2. Ubicación de las zonas de muestreo (Imagen Digital Globe, Google 2007).

2.3. Bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP). Se encuentra en la localidad Las Truchas, 3 km al sureste de Carrizal de Bravo, entre las coordenadas 17°35'54"N y 99°49'39"W, a una altitud de 2,400 m. Las UM se establecieron a la orilla del río, a un costado de la brecha que va de Filo de Caballos a Chichihualco (Figura 2). La UM-3 presentó una inclinación promedio de 35% y una exposición Oeste, mientras que la UM-4 tuvo una inclinación promedio de 45% y una exposición Noroeste; en dichas exposiciones la humedad es alta y con menor disponibilidad de luz (sitios sombreados). La temperatura promedio anual osciló entre 6 y 22 °C, la máxima se obtuvo en julio con 25 °C, y la mínima en diciembre y enero con 5 °C (Figura 3).

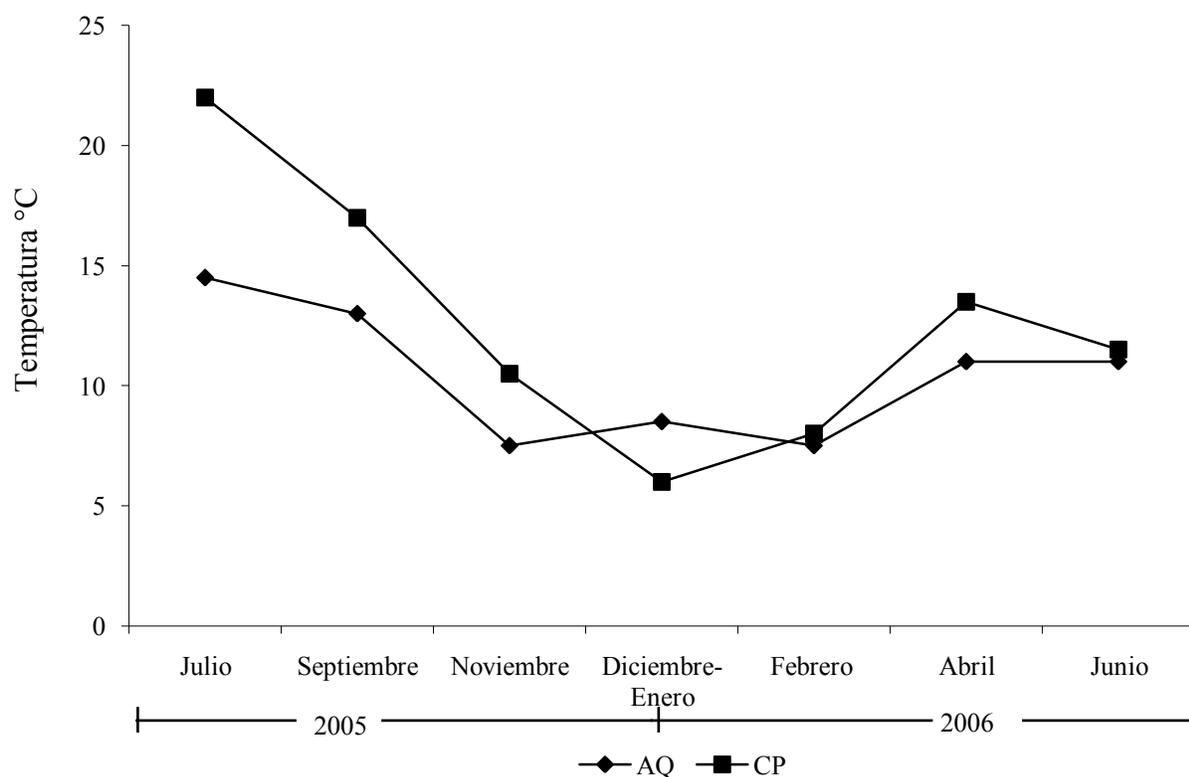


Figura 3. Temperatura promedio en Carrizal de Bravo durante el estudio: bosque de *Abies-Quercus* (AQ), bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP).

2.4. Estado de conservación.

En el ejido Carrizal de Bravo se han registrado una gran diversidad de plantas (Fonseca *et al.*, 2001; Catalán *et al.*, 2003; Catalán, 2004; Reyes y Morlet, 2005) y animales (biologías de campo, Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Guerrero); aunque gran parte de la superficie ejidal está destinada al cultivo de maíz, frijol y durazno, así como al aprovechamiento forestal. Ambos bosques presentaron fragmentación principalmente por actividades antropogénicas. El área del bosque AQ ha sido declarada como zona de conservación, sin embargo, la recolección de flores ha limitado la regeneración de algunas especies vegetales. En los alrededores del bosque CP las principales causas que alteran el entorno son: desmonte para establecimiento de huertos de aguacate, mantenimiento del sistema hidráulico, extracción de tierra y recolección de la flor de la manita.

3. Literatura citada

- Catalán, H. C. 2004. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. Tesis de Doctorado. Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 81 p.
- Catalán, H., L. López-Mata y T. Terrazas. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 74: 209-230.
- Fonseca R. M., E. Velázquez y E. Domínguez. 2001. No.12. Carrizal de Bravos, bosque mesófilo de montaña. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 41 p.
- Google Earth. 2007. Imagen Digital Globe. www.google.com
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2001a. Hoja Chichihualco, E14C27. Carta topográfica escala 1: 50 000.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2001b. Hoja Chilpancingo, E14-8. Carta geológica escala 1: 250 000.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2001c. Cuaderno estadístico Municipal, Leonardo Bravo. 136 p.
- Reyes, G. T. y M. A. Morlet, V. 2005. Estudio florístico del ejido de Carrizal de Bravo, municipio de Leonardo Bravo, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero. 95 p.

CAPÍTULO I

Diversidad y estructura de la vegetación

Resumen

En este capítulo se describe y compara la estructura y diversidad de un bosque de *Abies-Quercus* (AQ) con otro de *Chiranthodendron-Persea* (CP), en la comunidad de Carrizal de Bravo, Guerrero, localizada en la Sierra Madre del Sur. Se establecieron cuatro unidades de muestreo (UM) de forma rectangular con un área de 0.1 ha (20 x 50 m) cada una, donde se recolectaron y midieron los árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayores a 2.5 cm, así como la cobertura y altura total de arbustos y hierbas. El análisis estructural se basó en los valores de importancia relativos (VIR) de los componentes arbóreo y arbustivo. La diversidad de especies se estimó mediante los índices de Simpson (λ -Simp), α de Fisher (αF) y Shannon (H'). La semejanza florística entre UM se evaluó mediante los coeficientes de Jaccard (C_j) y Sorenson (C_s) para datos basados en presencia-ausencia, así como los de Morosita-Horn (C_{M-H}) y Sorenson (C_{scuant}) para datos basados en la abundancia proporcional.

Se registraron un total de 83 especies pertenecientes a 54 géneros y 42 familias. En el bosque AQ se encontraron 63 especies (44 identificadas hasta especie, 11 a género y ocho a familia), pertenecientes a 34 familias y 42 géneros; mientras que en el bosque CP se registraron 51 especies (35 determinadas hasta especie, 10 a género y seis a familia), agrupadas en 30 familias y 34 géneros. Del total de las especies registradas, 26 fueron árboles, 27 arbustos, 23 hierbas y tres trepadoras. En el bosque AQ se registró un mayor número de árboles ($n = 20$), arbustos ($n = 22$), hierbas ($n = 15$) y trepadoras ($n = 3$) que en el bosque CP ($n = 18$, $n = 16$, $n = 14$, $n = 1$; respectivamente). Los índices de diversidad mostraron diferencias significativas ($t = 2.222$, $gI = 3426$, $t_{0.05} = 1.965$) entre ambos tipos de bosque. Los coeficientes de semejanza mostraron bajos valores entre tipos de bosque, compartiendo sólo 32 especies. En el componente arbóreo las especies con mayor VIR fueron *Abies guatemalensis* (AQ) y *Senecio schaffneri* (CP), mientras que en el componente arbustivo *Salvia mexicana* tuvo el mayor VIR en ambos tipos de bosque. La estructura vertical en el bosque CP fue más compleja para los estratos alto y medio, donde se registró un mayor número de especies y abundancia, mientras que el estrato bajo del bosque AQ fue más complejo que lo registrado en el bosque CP.

1. Introducción

El estudio de las comunidades vegetales representa el primer paso hacia el conocimiento de la diversidad florística y su estructura (Bawa y McDade, 1994). Dansereau (1957) define la estructura de la vegetación como “la organización en el espacio de los individuos que forman un rodal, un tipo de vegetación o una asociación vegetal” y plantea que los elementos primarios de la estructura son las formas de crecimiento, la estratificación y la cobertura. Por lo tanto, la estructura de la vegetación se refiere a la distribución espacial de las plantas, a través de su ordenamiento horizontal y vertical (Barkman, 1979). El ordenamiento horizontal se expresa principalmente a través de la densidad, la abundancia y la cobertura; mientras que, el ordenamiento vertical consiste en la identificación de los estratos que presenta la vegetación, utilizando como parámetro su altura (Rangel y Velázquez, 1997). Las características estructurales de la vegetación modifican las condiciones del bosque y favorecen la colonización e incremento de las poblaciones vegetales y animales (Ruiz-Jaén y Mitchell-Aide, 2005).

Especies arbóreas como: *Abies guatemalensis*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Persea americana* y diversas especies del género *Quercus*, son importantes en la estructura del bosque del ejido de Carrizal (Fonseca *et al.*, 2001; Catalán *et al.*, 2003). Entre las características más importantes de estas especies en el área de estudio se encuentran las siguientes:

- a) *Abies guatemalensis* es una especie de 30 a 40 m de altura (Reyes y Morlet, 2005), se desarrolla principalmente en sitios relativamente planos y barrancas húmedas con pendientes pronunciadas, forma parte del bosque mesófilo de montaña y del bosque de *Abies-Cupressus* (Fonseca *et al.*, 2001). Por los valores de importancia relativamente altos que presenta *A. guatemalensis* en la zona, es un componente estructural y fisonómicamente importante en el bosque (Catalán *et al.*, 2003).
- b) *Quercus laurina* es una especie registrada en el bosque mesófilo de montaña (Catalán *et al.*, 2003), quizás la menos conocida y abundante, por lo tanto, no existe información sobre ella.

- c) *Chiranthodendron pentadactylon* se encuentra en sitios casi planos y barrancas húmedas con pendientes pronunciadas, se distribuye principalmente en bosque mesófilo de montaña (Fonseca *et al.*, 2001). Son árboles que alcanzan alturas mayores a 30 m, y se ha señalado como la especie más importante en la estructura del bosque por su elevado valor relativo de área basal y baja densidad, alcanza diámetros a la altura del pecho mayores a los 2.5 m y esta zona es el único sitio donde se ha registrado como la especie de mayor dominancia (Catalán *et al.*, 2003).

- d) *Persea americana* son importante en estructura del bosque de Carrizal, se encuentran en barrancas y en sitios semiplanos, en el bosque mesófilo de montaña (Catalán *et al.*, 2003), estos árboles alcanzan más de 20 m (Pennington y Sarukhán, 1998).

En Carrizal de Bravo se llevan a cabo actividades que modifican la dinámica del bosque (agrícolas, aprovechamiento forestal, extracción de tierra, recolección de hongos y flores, cambio en uso del suelo) y que han tenido como consecuencia que especies como *C. pentadactylon*, *Guarea glabra* y *Styrax argenteus* presenten problemas en la regeneración de sus poblaciones (Fonseca *et al.*, 2001; Catalán *et al.*, 2003). Estos cambios también afectan la composición de especies y la estructura del bosque, y modifican los hábitats y por consiguiente la distribución de la flora y fauna silvestre (Landsberg *et al.*, 1999).

2. Antecedentes

Para el estado de Guerrero los estudios de vegetación se basan principalmente en listados florísticos, los cuales señalan que existen alrededor de 7,000 plantas vasculares (Diego-Pérez *et al.*, 1997, 2001) distribuidas en 10 tipos de vegetación (Meza y López, 1997). Otros estudios que describen la estructura vegetal de distintos tipos de vegetación y regiones fisiográficas del estado, como la Cuenca del Balsas (Peralta, 1995; Vargas y Pérez, 1996; Carreto y Almazán, 2004), la Sierra Madre del Sur (Verduzco y Cristina-Rodríguez, 1995; Velázquez y Domínguez, 2003) y la Costa del Pacífico (Fonseca y Lozada, 1993; Gallardo, 1996; Diego-Pérez, 2000), se enfocan principalmente a la estructura vertical del bosque.

En Carrizal de Bravo se han realizado tres estudios que describen la riqueza de especies vegetales y la estructura vertical y horizontal del bosque, así como los tipos de vegetación. Catalán *et al.* (2003) describieron la estructura, composición y riqueza de especies leñosas en 4.25 ha del bosque mesófilo de montaña, donde recolectaron 5,519 individuos pertenecientes a 90 especies, 66 géneros y 42 familias, de los cuales 65 especies fueron árboles (72%), 18 arbustos (20%) y siete lianas (8%). *C. pentadactylon* fue la especie más importante en la estructura del bosque, la mayor parte de estos árboles fueron de más de 30 m de altura y con diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 2.5 m, destacando la ausencia de regeneración natural e individuos jóvenes. *C. pentadactylon*, *Roldana schaffneri*, *Critonia paneroi* y *Solanum aligerum*, fueron las especies más importantes con el 26.5% de índice de valor de importancia relativa (VIR) del total. *A. guatemalensis*, *Quercus rubramenta*, *Oreopanax xalapensis*, *Ocotea chiapensis*, *Croton draco*, *P. americana*, *Meliosma dentata* y *Cleyera integrifolia*, junto con las cuatro especies anteriores, representaron 51% del total del VIR. Los valores de diversidad para las 4.25 ha fueron de 15.3 (α Fisher) y 3.35 ($H' =$ Shannon) con una uniformidad de $J = 0.74$, no se encontraron diferencias significativas entre las distintas parcelas muestreadas. Estos autores concluyeron que la alta diversidad de especies leñosas se encuentra asociada a la heterogeneidad ambiental, particularmente por las características del suelo y altitud a la que se encuentra el bosque de Carrizal.

Posteriormente, Reyes y Morlet (2005) determinaron la riqueza florística y los tipos de vegetación del ejido de Carrizal de Bravo, se basaron principalmente en árboles y arbustos. Recolectaron un total de 825 individuos pertenecientes a 450 especies, 220 géneros y 107 familias, de las cuales 153 especies fueron hierbas, 109 arbustos, 101 árboles, 40 trepadoras, 39 epífitas y 8 parásitas; describieron tres tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino y bosque de encino-pino.

- a) Bosque mesófilo de montaña (parajes El Asoleadero y Puerto Chico, cerros Cacho de Oro, Santiago y Corral Cuate). En general se diferenciaron cuatro estratos: el primero entre los 30 y 40 m de altura, conformado por *Q. rubramenta*, *C. pentadactylon*, *A. guatemalensis* y *Alnus acuminata*; el segundo estuvo conformado por árboles entre 15 y

25 m, las especies más representativas fueron *O. xalapensis*, *Cleyera velutina*, *Ostrya virginiana*, *Cornus disciflora* y *S. argenteus*, en este estrato también se distribuyeron árboles jóvenes o suprimidos que alcanzan 15 m, entre ellos se encontraron *M. dentata*, *Synardisia venosa*, *Parathesis villosa*, *Montanoa andersonii* y *Bernardia fonsecae*; el tercer estrato estuvo conformado por arbustos de 2 a 5 m, las especies más representativas fueron *Miconia glaberrima*, *M. militis*, *M. aff. pinetorum*, *Salvia mexicana*, *Solanum nigrescens*, *S. nigricans*, *Cuphea cyanea*, *Cestrum alternifolium*, *C. aurantiacum*, *C. nitidum* y *Fuchsia microphylla*; las hierbas representaron el cuarto estrato y las especies más representativas fueron: *Lobelia laxiflora*, *L. aguana*, *Salvia elegans*, *Govenia superba*, *Begonia oaxacana*, *B. chivatoa*, *Lopezia racemosa*, *L. miniata* y *Physalis pubescens*.

- b) Bosque mesófilo de montaña de Joya Verde. El primer estrato estuvo conformado por árboles de 22 a 35 m, y entre las especies mejor representadas se encontraron *Nectandra* sp., *O. xalapensis*, *G. glabra*, *M. dentata* y *Clethra mexicana*; en el segundo estrato se encontraron árboles entre 15 y 21 m, integrado por *Ocotea candidovillosa*, *M. andersonii*, *S. venosa* y *Eugenia* sp.; el tercer estrato se traslapa con el segundo, y se encontró por debajo de los 15 m, las especies mejor representadas fueron: *M. andersonii*, *Odontotrichum goldsmithii*, *Croton websteri*, *Eugenia* sp., *O. candidovillosa*, *Esenbeckia macrantha* y *Vallesia aurantiaca*.
- c) Bosque de pino-encino de las laderas de los cerros Corral Cuate y Cacho de Oro. Este tipo de vegetación presentó tres estratos de árboles; el primero de 20 a 30 m, integrado por *Pinus pseudostrobus*, *P. devoniana*, *P. herrerae*, *P. montezumae* y *P. pringlei*; el segundo presentó alturas entre 10 y 18 m, integrado por *Quercus acutifolia*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia* y *Arbutus xalapensis*; y el tercero integrado por árboles de 5 a 10 m, como *Alnus jorullensis*, *Berberis* aff. *ilicina*, *Mimosa galeotii*, *Quercus obtusata*, *Q. aff. rugosa*, *Q. aff. splendens*, *Ternstroemia lineata*, *Buddleja parviflora*, *Prunus serotina*, *Juniperus flaccida*, *C. websterii* y *C. mexicana*; los arbustos se encontraron entre los 3 y 4 m, integrados principalmente por especies de la familia Asteraceae y Fabaceae; las hierbas fueron el grupo más abundante y con el mayor número de especies, entre las que

destacan *Salvia elegans*, *S. mocinoi*, *Lobelia laxiflora*, *Lupinus elegans*, *L. mexicana* y *Crotalaria longirrostrata*.

- d) Bosque de encino-pino. Tuvo la menor riqueza de especies y se distinguieron dos estratos de árboles: el primero de 8 a 12 m, integrado por *Quercus pendularis*, *Q. castanea*, *Q. conspersa*, *Q. acutifolia*, *Q. subspatulata* y *A. xalapensis*; y el segundo entre 5 y 8 m, integrado por *Litsea glaucescens*, *Dodonaea viscosa*, *Clusia rosea*, *Bursera cuneata* y *Oreopanax peltatus*; entre los arbustos mejor representados se encontraron *Baccharis heterophylla*, *Calliandra anomala* y *F. microphylla*; mientras que las hierbas mejor representadas fueron las de la familia Asteraceae y Fabaceae importantes por su abundancia y riqueza.

Reyes y Morlet (2005) concluyeron que existe diferencia estructural y florística entre el bosque mesófilo de montaña y los bosque mixtos de pino-encino. El bosque mesófilo de montaña se encuentra en zonas de mayor perturbación por actividades humanas, por lo que el mayor número de especies (n = 13) registradas en la Norma Oficial Mexicana bajo alguna categoría de riesgo se encontró en este tipo de vegetación.

Por último, Fonseca *et al.* (2001) trabajaron en varias localidades del municipio de Leonardo Bravo, incluyendo el ejido de Carrizal de Bravo, donde registraron un total de 473 especies, pertenecientes a 269 géneros y 117 familias de plantas vasculares, así como cuatro tipos de vegetación (bosque mesófilo de montaña, bosque de pino, bosque de pino-encino y bosque de *Abies-Cupressus*). Describieron de manera detallada la estructura vertical del bosque mesófilo de montaña de tres localidades:

- a) Puerto Soleares. Se ubicó al sureste de Carrizal de Bravo y mostró tres estratos verticales: el estrato alto compuesto por árboles de 25 a 30 m de altura, dominado por *C. pentadactylon*, *A. guatemalensis*, *Pinus ayacahuite* y diversas especies del género *Quercus*, así como por árboles entre 15 y 20 m, como *C. velutina*, *O. xalapensis* y *Prunus prionophylla*. El estrato medio estuvo representado por los arbustos *F. microphylla*, *Ternstroemia pringlei*, *Xylosma flexuosum*, *Solanum* sp. y *Cestrum* sp.; mientras que el

estrato bajo estuvo compuesto por las hierbas *Hydrocotyle mexicana*, *Diastatea micrantha* y *Govenia superba*. Además, existen especies trepadoras como *Passiflora pavones*, y *Solandra grandiflora*; pteridofitas como *Huperzia cuernavacensis* y *H. pringlei*; epífitas como *Hymenophyllum fucoides*, *H. polyanthos*, *Trichomanes capillaceum* y *T. hymenoides*.

- b) Puerto Hondo. Se ubicó al suroeste de Carrizal de Bravo y mostró tres estratos verticales: el alto compuesto principalmente por *G. glabra* y *S. argenteus*; el medio por *F. microphylla*, *F. parviflora*, *Miconia militis* y *M. pinetorum*; y el bajo principalmente por *Commelina tuberosa*, *Tradescantia commelinoides* y *Diastatea micrantha*, así como gran cantidad de epífitas del género *Peperomia*.
- c) La Pastora. Se ubicó al sur de Carrizal de Bravo y mostró dos estratos: el alto representado por *P. villosa*, *S. venosa*, *Malvaviscus arboreus*, *Omiltemia longipes*, *A. guatemalensis* y *P. ayacahuite*; y el bajo por hierbas como *Peperomia hispidula*, *P. collocata*, y trepadoras como *Ipomoea funis*, y por *Bomarea hirtella*.

Fonseca *et al.* (2001) señalaron que la mayor parte de los árboles mantienen sus hojas verdes durante todo el año con excepción de *Populus simaroa* que pierde sus hojas durante el verano, y de *Salix paradoxa* y *A. acuminata* que las pierde en los meses de invierno. Asimismo, indicaron que la floración de arbustos y hierbas se presenta desde el mes de octubre hasta principios de enero, sin embargo, algunas especies de las familias Onagraceae, Solanaceae y Rubiaceae florecen prácticamente todo el año de manera continua; encontraron que 19 especies están incluidas en la Norma Oficial Mexicana bajo alguna categoría de riesgo, entre ellas *A. guatemalensis* y *C. pentadactylon*.

3. Objetivos e Hipótesis

Los estudios realizados en Carrizal de Bravo son principalmente listados florísticos del bosque mesófilo de montaña, pero no existe información en el área de estudio sobre las características estructurales de los bosques de *Abies-Quercus* y *Chiranthodendron-Persea*.

Por tanto, los objetivos de este capítulo fueron:

1. Conocer la riqueza y diversidad de especies vegetales en los bosques de *Abies-Quercus* y de *Chiranthodendron-Persea* en el ejido de Carrizal de Bravo.
2. Describir la estructura vertical y horizontal de la vegetación en estos dos bosques.

Con las siguientes hipótesis:

1. La riqueza y diversidad de especies vegetales es mayor en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* que en el de *Abies-Quercus*.
2. La estructura de la vegetación es más compleja en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* en comparación con el de *Abies-Quercus*.

4. Materiales y Métodos

El estudio se realizó en dos tipos de bosque: bosque de *Chiranthodendron-Persea* y bosque de *Abies-Quercus* en el ejido de Carrizal de Bravo. Las características de las condiciones ambientales fueron señaladas en la introducción general y área de estudio de este trabajo.

4.1. Procedimiento de muestreo y medición de la vegetación. Las unidades de muestreo (UM) se establecieron de febrero a septiembre del 2006, realizando la recolecta y medición de la vegetación en ambos bosques: bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP) y bosque de *Abies-Quercus* (AQ). En cada bosque se establecieron dos UM de forma rectangular con un área de 0.1 ha (20 x 50 m) para medir árboles, divididas a su vez en subUM de 100 m² (10 x 10 m) para evaluar arbustos (Figura 1.1 C, D), y dentro de éstas subUM se delimitó un área de 1 m² en el centro para el recuento de herbáceas (Figura 1.1 E). De los árboles con diámetro mayor a 2.5 cm, tomado a la altura del pecho (DAP=1.3 m, sobre el nivel del suelo), se registró: especie, altura total (m) con clinómetro, DAP (cm) con cinta diamétrica y cobertura de copa (m) con cinta

métrica. Para arbustos y hierbas se registró: especie, cobertura y altura total de 0-10 cm para especies rastreras, 10-60 cm para hierbas, 60-120 cm para arbustos bajos y >120 cm para arbustos altos.

4.2. Recolecta e identificación del material botánico. De ejemplares en floración y/o fructificación en la zona de estudio, se cortaron cinco muestras por especie con tijeras podadoras; colocandolos en papel periódico (alternando la posición de las hojas) e intercalandoles cartones para obtener un buen secado. A cada ejemplar se le asignó un número progresivo de colecta y se arreglaron en una prensa amarrada con piola o cordón, depositándolos en una secadora y cambiándoles papel periódico todos los días. Por último, cada ejemplar se fijó en una cartulina blanca bristol con aguja e hilo, con su respectiva etiqueta y se metió en una bolsa de plástico con naftalina para preservarlos. La identificación de los ejemplares a nivel de especie se realizó con ayuda de la Dra. Rosa María Fonseca de la Facultad de Ciencias de la UNAM y fueron depositados en el Herbario de la misma institución (FC-UNAM).

La nomenclatura se estableció de acuerdo con el sistema de clasificación de Cronquist (1981) para dicotiledóneas, de Dahlgreen *et al.* (1985) para monocotiledóneas y el criterio de Morán y Riba (1995) para pteridofitas. Al listado florístico se le agregó el tipo de bosque, forma de vida y categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2001).

4.3. Determinación de atributos estructurales. Se obtuvieron la densidad, dominancia y frecuencia, así como el índice de valor de importancia por especie, para árboles y arbustos (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

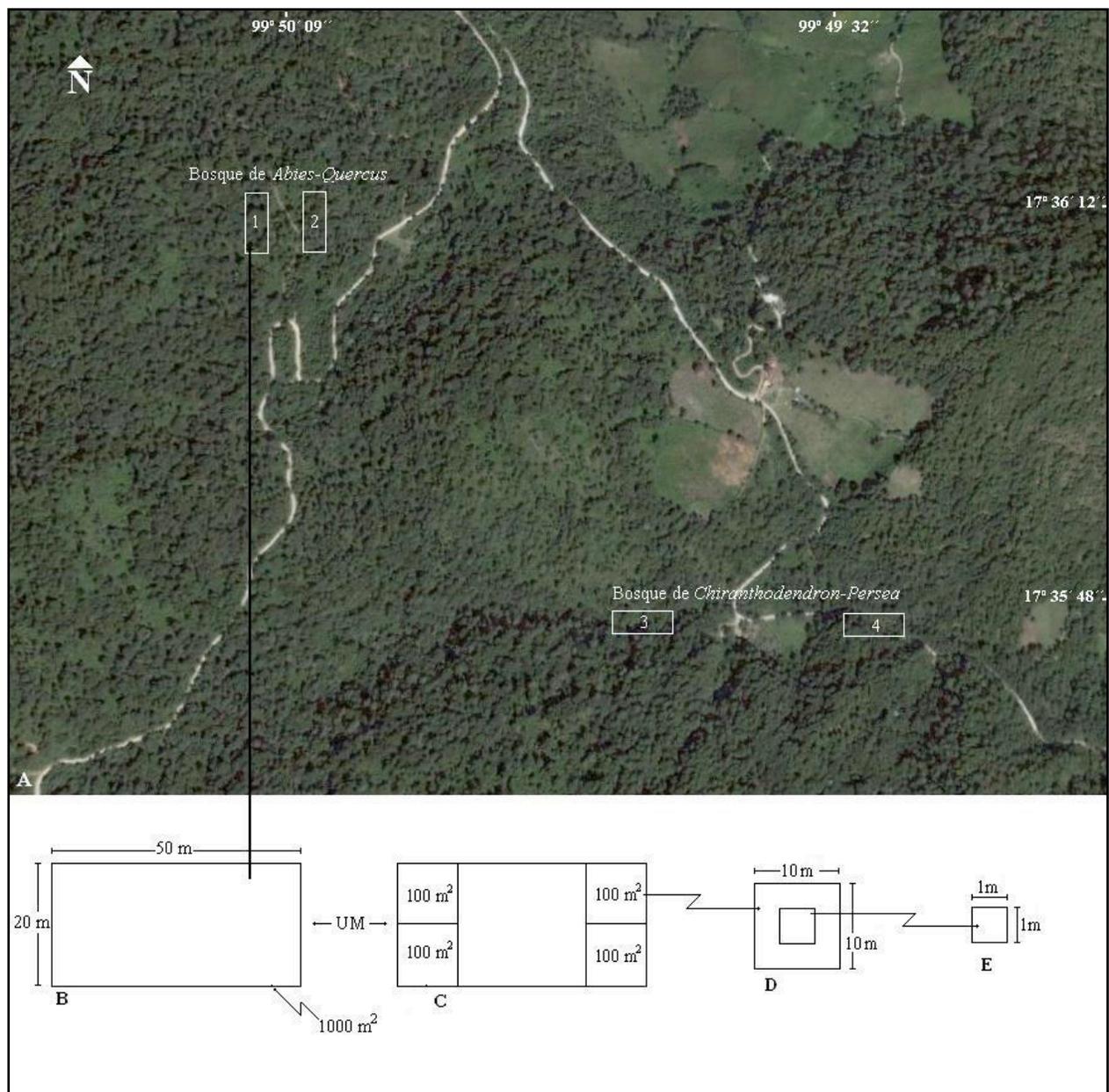


Figura 1.1. Distribución y características (dimensionales) de las unidades de muestreo UM, subUM y cuadros utilizados para la evaluación de la vegetación en el área de estudio (Imagen Digital Globe, Google 2007).

La densidad se consideró como el número de individuos de cada especie dividida entre la unidad de superficie o área muestreada, y la densidad relativa (DR) se calcula dividiendo la densidad de cada especie entre la densidad de todas las especies multiplicada por 100, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

La dominancia (DM) en árboles se obtuvo con la suma total de las áreas basales (AB) entre el área muestreada y la dominancia relativa (DMR) se calculó del área basal de cada especie entre la suma del área basal de todas las especies multiplicada por 100, de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Total del área basal}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área basal por especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

La dominancia en arbustos se determinó dividiendo el total de cobertura entre el área muestreada y la DMR se obtuvo dividiendo la cobertura de cada especie entre la cobertura de todas las especies multiplicada por 100, de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Total de cobertura}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Cobertura por especie}}{\text{Cobertura de todas las especies}} \times 100$$

La frecuencia se obtuvo dividiendo las unidades de muestreo donde se presentó una especie entre el número total de unidades de muestreo, y la frecuencia relativa se calculó dividiendo la frecuencia por especie entre la frecuencia de todas las especies multiplicada por 100, de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Unidades de muestreo donde estuvo presente la especie}}{\text{Número total de unidades de muestreo}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia por especie}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

El índice de valor de importancia relativa (VIR) de cada especie del componente arbóreo, es la sumatoria de los valores relativos de densidad (DR), área basal (ABR) y frecuencia (FR) dividida entre tres; mientras que el VIR de cada especie del componente arbustivo, es la sumatoria de los valores relativos de densidad (DR), dominancia (DMR) y frecuencia (FR) dividida entre tres (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974):

Árboles

$$\text{VIR} = \frac{\text{DR} + \text{ABR} + \text{FR}}{3}$$

Arbustos

$$\text{VIR} = \frac{\text{DR} + \text{DMR} + \text{FR}}{3}$$

El área basal de los árboles se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{AB} = \pi (D/4)^2$$

donde: AB=Área basal (m²ha⁻¹)

$\pi = 3.1416$

D= diámetro

4.4. Diversidad de especies. Se determinó por UM, incluyendo los cambios de estructura con el tiempo (diversidad α), utilizando índices basados en riqueza específica (α de Fisher), dominancia (Simpson) y equidad (Shannon).

Índice de Simpson. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie; se encuentra fuertemente influido por las especies más abundantes y es sensible a la riqueza de especies (Magurran, 1988). Se considera un índice insesgado, de acuerdo con las modificaciones de Bouza y Covarrubias (2005).

$$\lambda \text{ Simp} = 1 - \sum_{i=1}^k \frac{n_i (n_i - 1)}{n (n - 1)}$$

donde: k = número de especies conocidas; n_i = número total de individuos en la i -ésima especie, n = número total de individuos en cada bosque.

Índice α de Fisher. Es posible realizar comparaciones directas entre muestras o localidades conociendo el número de especies y el número total de individuos en las UM estudiadas, no influye de manera significativa el tamaño del área de estudio. La constante αF es baja cuando el número de especies es bajo y viceversa.

$$\alpha F = \alpha \log e \left(1 + \frac{N}{\alpha} \right)$$

donde: N = número de individuos en la muestra, α = índice de diversidad.

Índice de Shannon. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Peet, 1974; Magurran, 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Obtiene valores entre cero, cuando hay una sola especie, y como máximo el logaritmo de S (número de especies), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

donde: p_i = proporción de individuos en la *i-ésima* especie.

Ambos bosques se analizaron mediante una prueba de *t* (Zar, 1999); debido a que el índice de Shannon subestima la diversidad, también se obtuvo la diversidad máxima (H'_{max}) y la uniformidad (J , Pielou, 1969).

$$H'_{max} = \ln (S)$$

$$J = H' / H'_{max}$$

donde: S = número total de especies por bosque.

4.5. Coeficientes de semejanza. Las especies de plantas compartidas entre hábitats (diversidad β) o el recambio de especies entre bosques, se evaluó mediante coeficientes de semejanza para datos basados en presencia-ausencia de especies y en abundancia proporcional de cada especie (número de individuos por bosque). Los análisis basados en la presencia-ausencia reflejan la relación que guardan las especies compartidas en diferentes hábitats (Magurran, 1988; Sánchez y López, 1988), se utilizaron dos coeficientes:

De Jaccard

$$C_j = \frac{j}{a + b - j}$$

donde: j = número de especies compartidas en ambos bosques,
 a = número de especies en el bosque de *Chiranthodendron-Persea*, y
 b = número de especies en el bosque de *Abies-Quercus*.

De Sorenson

$$C_s = \frac{2(j)}{a + b}$$

donde: j = número de especies compartidas en ambas bosques,
 a = número de especies en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP), y
 b = número de especies en el bosque de *Abies-Quercus* (AQ).

Para el análisis de semejanza basado en datos de abundancia proporcional se usaron los siguientes índices:

De Morisita-Horn

$$C_{M-H} = \frac{2 \sum (a_i b_j)}{(d_a + d_b) aN bN}$$

donde: a_i = número de individuos de la *i-ésima* especie en bosque de CP,
 b_j = número de individuos de la *j-ésima* especie en bosque de AQ,
 aN = número total de individuos en bosque de CP,
 bN = número total de individuos en bosque de AQ, y
 $d_a = \sum a_i / aN$ y $d_b = \sum b_j / bN$.

De Sorenson

$$C_{scuant} = \frac{2 jN}{aN + bN}$$

donde: aN = número total de individuos en bosque de CP,
 bN = número total de individuos en bosque de AQ, y
 jN = suma de la abundancia más baja de cada especie compartida entre ambos bosques.

El intervalo de valores para estos coeficientes va de 0 cuando no existen especies compartidas entre ambos bosques, hasta 1 cuando los dos bosques tienen la misma composición de especies. Los análisis estadísticos se realizaron mediante los programas BioDiversityPro (McAleece, 1997) y Excel (2003).

5. Resultados

5.1. Riqueza. En ambos bosques se recolectaron un total de 3427 ejemplares, pertenecientes a 83 especies, 54 géneros y 42 familias (Apéndice 1.1). En el bosque de *Abies-Quercus* (AQ) se recolectaron 1747 ejemplares, pertenecientes a 63 especies (44 fueron identificadas hasta especie, 11 a nivel de género y ocho a familia), 42 géneros y 34 familias; mientras que, en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP) se recolectaron 1680 ejemplares, pertenecientes a 51 especies (35

fueron determinadas hasta especie, 10 a nivel de género y seis a familia), 34 géneros y 30 familias (Figura 1.2).

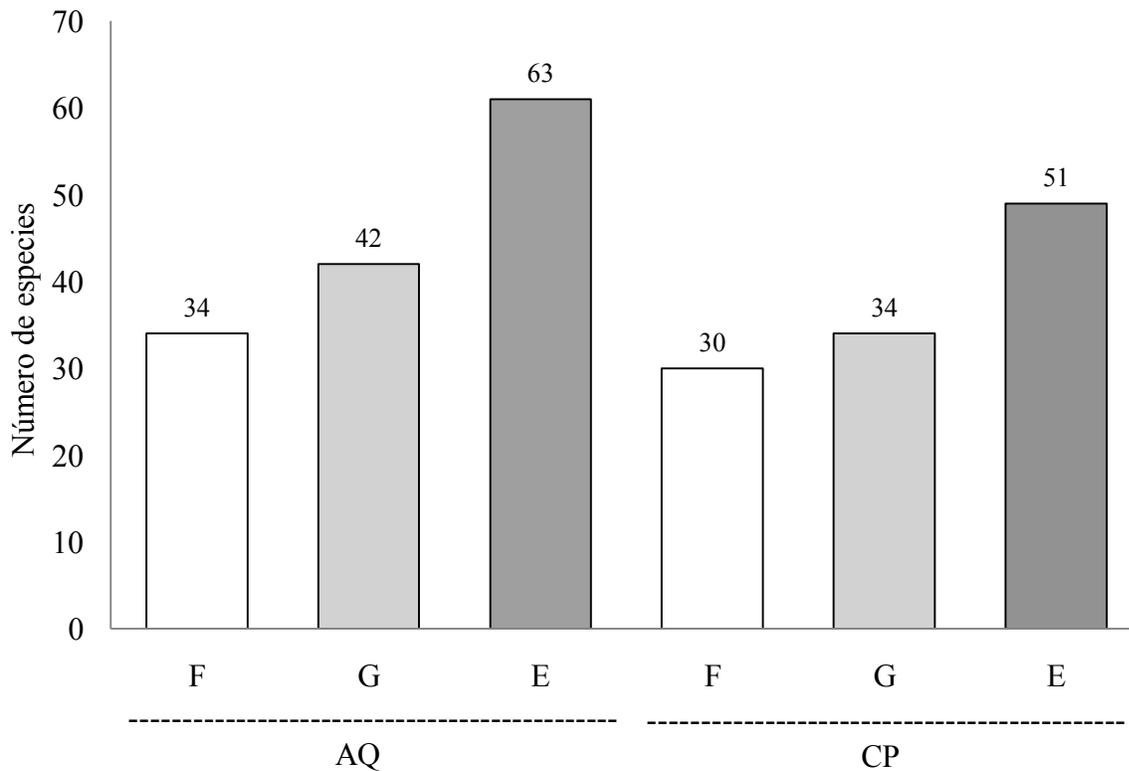


Figura 1.2. Numero de familias (F), géneros (G) y especies (E) en los bosques de *Abies-Quercus* (AQ) y *Chiranthodendron-Persea* (CP).

En ambos bosques las familias mejor representadas fueron Asteraceae (AQ = 13, CP = 9) y Solanaceae (AQ = 9, CP = 8). En el bosque AQ los géneros con mayor número de especies fueron *Solanum* (n = 6), seguido de *Eupatorium*, *Maianthemum*, *Cestrum*, *Salvia*, *Oreopanax*, *Senecio*, *Quercus* y *Smilax* con dos especies cada uno, mientras que en el bosque CP los géneros mejor representados fueron *Solanum* (n = 6), *Asplenium* (n = 3) y *Salvia* (n = 3).

5.2. Abundancia. De las 83 especies registradas, 10 estuvieron representadas por más de 100 individuos: *S. mexicana* (n = 537), *Solanum ionidium* (n = 236), *Crusea coccinea* (n = 226), *Senecio schaffneri* (n = 217), *S. cervantesii* (n = 212), *Salvia* sp. (n = 197), *X. flexuosum* (n = 176), *Rumfordia floribunda* (n = 127) y Asteraceae sp. 3 (n = 124). En el bosque AQ la especie más abundante fue *Salvia mexicana* (n = 290), seguida por *C. coccinea* (n = 195), *X. flexuosum* (n = 161), Asteraceae sp. 3 (n = 124), Asteraceae sp. 6 (n = 98) y *Maianthemum scilloideum* (n = 95).

Así mismo, en el bosque CP la especie más abundante fue *S. mexicana* (n = 247), seguida por *S. cervantesii* (n = 210), *S. schaffneri* (n = 179), *S. ionidium* (n = 159), *Salvia* sp. (n = 116), *Hydrocotyle mexicana* (n = 89) y Asteraceae sp. 2 (n = 84).

5.3. Diversidad de especies. El índice de Simpson (0.004) y el de Shannon (0.087) mostraron una diferencia mínima entre ambos bosques, pero con el índice α de Fisher esta diferencia fue máxima (2.86; Cuadro 1.1) y significativa ($t=2.222$, $gl=3426$, $t_{0.05}=1.965$).

5.4. Coeficientes de semejanza. De las 32 especies que comparten los bosque de AQ y CP *S. mexicana*, *C. coccinea*, *M. scilloideum*, *R. floribunda*, *S. schaffneri* y *S. ionidium* fueron las más representativas. No obstante lo anterior, los coeficientes basados en datos tanto de presencia-ausencia como de abundancia de individuos mostraron una baja semejanza florística entre ambos bosques (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Valores de las medidas de diversidad dentro (α) y entre comunidades (β) para los bosques de *Abies-Quercus* (AQ) y de *Chiranthodendron-Persea* (CP).

Bosques	Diversidad α							Diversidad β			
	S	A	λ -Simp	αF	H'	H'max	J'	Cj	Cs	C _{M-H}	Cscuant
AQ	63	1747	0.070	12.786	3.094	4.143	0.747				
CP	51	1680	0.074	9.917	3.007	3.942	0.765				
AQ/CP								0.390	0.561	0.188	0.407

S = número de especies, A = total de individuos, índices de diversidad: λ -Simp = Simpson, αF = Fisher, H' = Shannon, H'max = máxima de Shannon, J' = equidad; coeficientes de semejanza: Cj = Jaccard, Cs = Sorenson, C_{M-H} = Morisita-Horn y Cscuant = cuantitativo de Sorenson.

5.5. Formas de vida. De las 83 especies registradas, 27 fueron árboles, 30 arbustos, 23 hierbas y tres trepadoras. En el bosque AQ se registró el mayor número de árboles (n = 20), arbustos (n = 24), hierbas (n = 15) y trepadoras (n = 3), mientras que en el bosque CP se registraron 19 árboles, 17 arbustos, 14 hierbas y una trepadora (Figura 1.3).

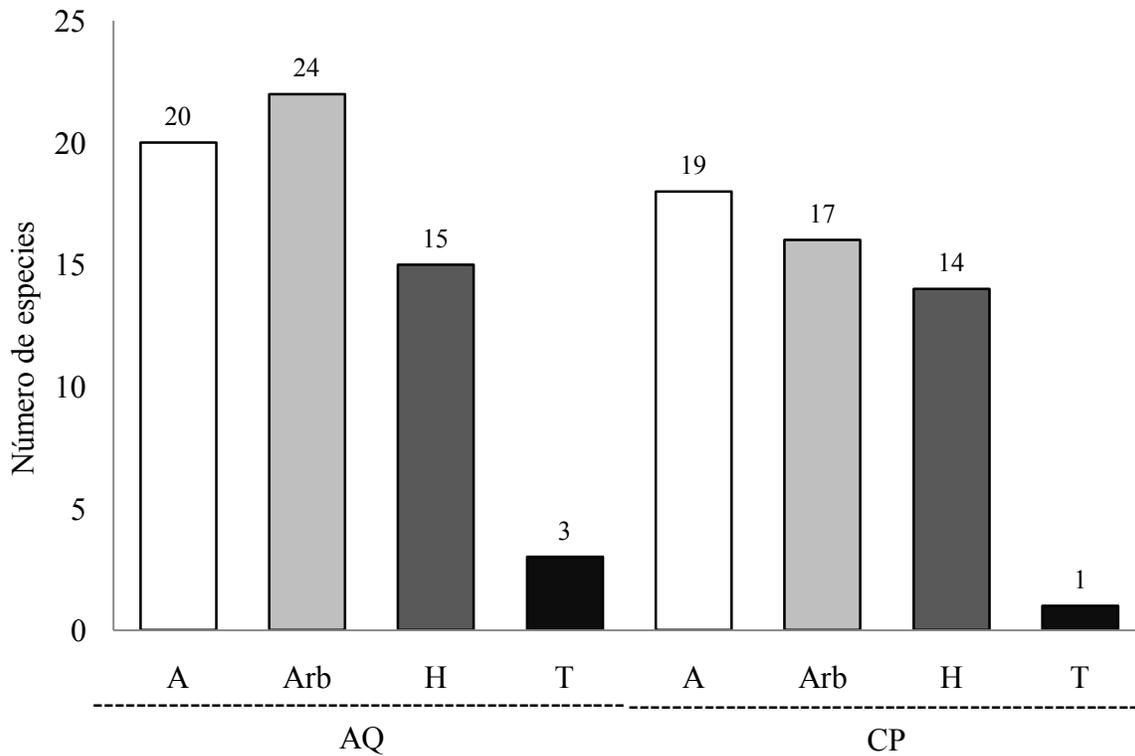


Figura 1. 3. Formas de vida (A: árbol, Arb: arbusto, H: hierba, T: trepadora) de las especies registradas en los bosques de *Abies-Quercus* (AQ) y *Chiranthodendron-Persea* (CP).

5.6. Características estructurales del bosque de *Abies-Quercus*

5.6.1. Componente arbóreo. Se recolectó un total de 175 ejemplares, pertenecientes a 28 especies, de las cuales *R. floribunda*, *Casimiroa sp.* y *S. schaffneri* presentaron la mayor densidad; mientras que *A. guatemalensis*, *Q. laurina* y *Quercus sp.*, tuvieron las mayores áreas basales. Las especies que presentaron el mayor VIR fueron: *A. guatemalensis*, *Q. laurina* y *R. floribunda* (Cuadro 1.2).

5.6.2. Componente arbustivo. Se recolectaron 896 ejemplares, representado por 43 especies, donde los mayores VIR y dominancia fueron para *S. mexicana*, *X. flexuosum* y *Asteraceae sp. 3* (Cuadro 1.3).

Cuadro 1.2. Valor de importancia relativo (VIR) para el componente arbóreo del bosque de *Abies-Quercus*.

Especie	Densidad		Área basal		Frecuencia		VIR (%)
	Ind/ha	Relativa (%)	m ² /ha	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	
<i>Abies guatemalensis</i>	40	4.57	10.37	25.52	1.00	4.70	11.58
<i>Quercus laurina</i>	25	2.86	8.29	20.41	0.50	2.30	8.53
<i>Rumfordia floribunda</i>	170	19.43	0.14	0.35	1.00	4.70	8.14
<i>Quercus</i> sp.	20	2.29	7.38	18.16	0.50	2.30	7.59
<i>Casimiroa</i> sp.	110	12.57	0.37	0.92	1.00	4.70	6.05
<i>Ostrya virginiana</i>	25	2.86	3.70	9.11	1.00	4.70	5.54
<i>Senecio schaffneri</i>	90	10.29	0.09	0.23	1.00	4.70	5.06
<i>Cleyera integrifolia</i>	30	3.43	2.51	6.18	1.00	4.70	4.75
Otras 20 especies	365	41.72	7.76	19.12	14.50	67.50	42.76

Cuadro 1.3. Valor de importancia relativo (VIR) para el componente arbustivo del bosque de *Abies-Quercus*.

Especie	Densidad		Dominancia		Frecuencia		VIR (%)
	Ind/ha	Relativa (%)	m ² /ha	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	
<i>Salvia mexicana</i>	2950	26.34	1703.48	27.20	1.00	5.37	19.64
<i>Xylosma flexuosum</i>	1325	11.83	537.36	8.58	1.00	5.37	8.59
Asteraceae sp. 3	838	7.48	610.99	9.76	0.87	4.70	7.31
Asteraceae sp. 5	775	6.92	619.68	9.90	0.87	4.70	7.17
<i>Crusea coccinea</i>	850	7.59	442.03	7.06	1.00	5.37	6.67
<i>Rumfordia floribunda</i>	725	6.47	486.21	7.76	1.00	5.37	6.54
<i>Solanum cervantesii</i>	525	4.69	297.32	4.75	0.87	4.70	4.71
<i>Casimiroa</i> sp.	538	4.80	234.04	3.74	1.00	5.37	4.64
Otras 35 especies	2675	23.88	1331.02	21.25	11.00	59.06	34.73

5.6.3. Distribución vertical. Se distinguieron tres estratos: en el alto (28 – 42 m) se registraron cinco especies (n = 14), las más importantes fueron *A. guatemalensis*, *Q. laurina* y *Quercus* sp.; en el medio (14 – 27 m) se registraron nueve especies (n = 17), integrado mayormente por *O. virginiana*, *Saurauia pringlei*, *A. guatemalensis*, *S. argenteus* y *C. integrifolia*; y en el bajo (1 – 13 m) se registraron 36 especies (n = 553), donde se distribuyeron principalmente *R. floribunda*, *Casimiroa* sp. y *S. schaffneri*, este último presentó la mayor abundancia y número de especies.

5.7. Características estructurales del bosque de *Chiranthodendron-Persea*

5.7.1. Componente arbóreo. Se recolectó un total de 279 ejemplares, integrado por 33 especies, donde *S. schaffneri*, Asteraceae sp. 1 y *S. aligerum* tuvieron los valores mayores de densidad; mientras que *C. pentadactylon*, *P. americana* y *A. acuminata* fueron los de mayor área basal. Las especies con mayor valor de importancia relativo (VIR) fueron: *S. schaffneri*, *C. pentadactylon* y *P. americana* (Cuadro 1.4).

Cuadro 1.4. Valor de importancia relativo (VIR) para el componente arbóreo del bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

Especie	Densidad		Área basal		Frecuencia		VIR (%)
	Ind/ha	Relativa (%)	m ² /ha	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	
<i>Senecio schaffneri</i>	405	29.03	0.92	1.85	1.00	5.41	12.10
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	15	1.08	12.94	25.88	0.50	2.70	9.88
<i>Persea americana</i>	60	4.30	9.09	18.18	1.00	5.41	9.29
<i>Alnus acuminata</i>	80	5.73	7.24	14.48	0.50	2.70	7.64
Asteraceae sp. 1	220	15.77	1.61	3.24	0.50	2.70	7.24
<i>Meliosma dentata</i>	65	4.66	4.23	8.46	1.00	5.41	6.18
<i>Solanum aligerum</i>	145	10.39	0.82	1.65	0.50	2.70	4.92
<i>Bernardia fonsecae</i>	50	3.58	0.84	1.69	0.50	2.70	2.66
Otras 25 especies	355	25.45	12.29	24.58	13.00	70.27	40.10

5.7.2. Componente arbustivo. Se recolectaron 709 ejemplares, pertenecientes a 35 especies, de las cuales *Salvia mexicana*, *Solanum cervantesii* y *Salvia* sp. presentaron los mayores valores de densidad, dominancia y VIR (Cuadro 1.5).

5.7.3. Distribución vertical. Se distinguieron tres estratos: el alto (25 – 36 m) estuvo conformado por seis especies (n = 21), principalmente por *A. acuminata*, *P. americana* y *C. pentadactylon*; en el medio (13 – 24 m) se registraron 11 especies (n = 27), integrado principalmente por *M. dentata*, *Salvia* sp. y *B. fonsecae*; y el bajo (1 – 12 m) estuvo integrado por 19 especies (n = 206), representado por *S. schaffneri*, *S. aligerum*, *Salvia* sp., *B. fonsecae* y *A. acuminata*.

Cuadro 1.5. Valor de importancia relativo (VIR) para el componente arbustivo del bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

Especie	Densidad		Dominancia		Frecuencia		VIR (%)
	Ind/ha	Relativa (%)	m ² /ha	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	
<i>Salvia mexicana</i>	2187	24.68	1751.589	29.13	1.00	6.78	20.20
<i>Solanum cervantesii</i>	1762	19.89	1048.509	17.44	1.00	6.78	14.70
<i>Salvia</i> sp.	1112	12.55	874.347	14.54	0.75	5.08	10.73
<i>Senecio schaffneri</i>	800	9.03	564.555	9.39	1.00	6.78	8.40
Asteraceae sp. 2	912	10.30	634.800	10.56	0.62	4.24	8.36
Urticaceae	337	3.81	177.010	2.94	0.87	5.93	4.23
<i>Smilax</i> sp.	150	1.69	89.879	1.49	1.00	6.78	3.32
<i>Senecio</i> sp.	325	3.67	187.809	3.12	0.37	2.54	3.11
Otras 24 especies	1275	14.39	683.97	11.38	8.12	55.08	26.95

5.8. Estado de conservación. De acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001, se encontraron cuatro especies bajo alguna categoría de riesgo: *C. pentadactylon* como amenazada (A), *A. guatemalensis* y *Zinowiewia concinna* en peligro de extinción (P), *O. virginiana* bajo protección especial (Pr).

6. Discusión y Conclusión

6.1. Riqueza y diversidad

En la zona de muestreo se registraron 83 especies, una riqueza alta considerando que se muestreó sólo el 0.01% (0.4 ha) de la superficie total del ejido. Sin embargo, fue menor a lo registrado por Catalán *et al.* (2003), Fonseca *et al.* (2001) y Reyes y Morlet (2005), principalmente debido al tamaño del área y esfuerzo de muestreo realizado en estos trabajos. En ambos bosques la familia Asteraceae (AQ = 13; CP = 7) fue la mejor representada con 17 especies, superior a lo reportado por Catalán (2004) quien registró 11, esta diferencia probablemente se debe a que sólo registró los árboles y arbustos de esta familia; mientras que, Fonseca *et al.* (2001) y Reyes y Morlet (2005) registraron un número mayor de especies en esta familia (n = 56, n = 70,

respectivamente), tal vez por el tamaño de área de muestreo y los objetivos del trabajo, ya que recolectaron plantas trepadoras, hierbas, arbustos y árboles. La segunda familia con mayor número de especies fue Solanaceae (AQ = 9; CP = 8) con nueve, igual a lo registrado por Catalán (2004), pero inferior a lo reportado por Fonseca *et al.* (2001) y Reyes y Morlet (2005) quienes registraron 20 y 28 especies respectivamente, ésta diferencia se debe quizás a la metodología empleada y el tamaño de muestreo. En la Sierra Madre del Sur estas familias (Asteraceae y Solanaceae) han sido señaladas con una riqueza de especies elevada y las de mejor distribución (Jiménez-Ramírez *et al.*, 1993; Diego-Pérez *et al.*, 2001; Lozada *et al.*, 2003). En ambos bosques el género con mayor número de especies fue *Solanum* (AQ = 6; CP = 6) con seis, debido tal vez, a la cercanía entre ambos bosques y que son especies de amplia distribución en el área de estudio. Catalán (2004) registró cinco especies de este género, parecido a lo registrado en este trabajo; sin embargo, Fonseca *et al.* (2001) y Reyes y Morlet (2005) registraron un número mayor de especies (18 y 11 especies, respectivamente).

De acuerdo con las medidas de diversidad α los bosques de AQ y de CP fueron diferentes tanto en diversidad como en abundancia de especies, dos de los índices utilizados señalaron una mayor diversidad para el bosque AQ (Fisher, Shannon); mientras que, el índice de Simpson mostró una mayor diversidad para el bosque CP, esto quizá se deba a que este índice se encuentra influenciado por las especies más dominantes. La comparación mediante la prueba de *t* señaló que ambos fueron distintos, lo cual se confirma con los coeficientes utilizados para evaluar la diversidad β que mostraron una semejanza menor del 50%; esto probablemente debido a sus diferentes características ambientales (exposición, temperatura).

La riqueza y diversidad de especies vegetales sobre todo arbustos, hierbas y trepadoras, fue mayor en el bosque AQ, probablemente a que existe mayores aperturas en el dosel que facilita su establecimiento y desarrollo.

6.2. Estructura de la vegetación

6.2.1. Componente arbóreo. El número y la abundancia de especies en el bosque AQ fue menor que en el bosque CP; ésta diferencia probablemente se debe a la fragmentación por

aprovechamiento forestal que anteriormente se realizaba en el área, escasa regeneración y actividades como recolección de la flor de manita (Fonseca *et al.*, 2001; Catalán *et al.*, 2003).

En el bosque AQ las especies con mayor valor de importancia relativo (VIR) fueron *A. guatemalensis* y *Q. laurina*, por lo que se consideró como un tipo de vegetación, la formación de este bosque puede deberse a la misma razón señalada por Fonseca *et al.* (2001) para el bosque de *A. guatemalensis* y *Cupressus* sp.: la tala del bosque mesófilo de montaña. Actualmente *A. guatemalensis* se encuentra bien establecida en la zona y presenta altas densidades (40 ind/ha) y áreas basales (10.37 m²/ha); Catalán *et al.* (2003), Fonseca *et al.* (2001) y Reyes y Morlet (2005) han indicado la importancia de esta especie en el componente arbóreo del bosque mesófilo de montaña.

En el bosque CP las especies con mayor VIR fueron *S. schaffneri*, *C. pentadactylon* y *P. americana*; se consideraron las dos últimas especies para nombrar este tipo de bosque, por ser árboles con elevadas alturas (25 - 33 m) y áreas basales (9.09 - 12.94 m²/ha). *S. schaffneri* forma parte de pastizales y matorrales, así como de bosques de encino y pino (Rzedowski, 1978) en México, y es la especie más importante en el bosque de CP por su gran abundancia (405 ind/ha). Catalán *et al.* (2003) encontraron a *S. schaffneri* como la segunda especie más importante del bosque mesófilo de montaña, y a *C. pentadactylon* como la primera más importante; asimismo, tanto Fonseca *et al.* (2001) como Reyes y Morlet (2005) señalaron a esta última especie como importante dentro del bosque mesófilo de montaña.

6.2.2. Componente arbustivo. En el bosque AQ se recolectaron mayor cantidad de ejemplares de arbustos que en el bosque CP; esto puede deberse a la presencia de espacios con alta incidencia de radiación solar, lo que estimula a esta forma de vida a crecer y establecerse en la parte baja del bosque (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2003).

Salvia mexicana fue la hierba más representativa en ambos bosques; esta especie es de amplia distribución, como fue señalado por Reyes y Morlet (2005) en el área de Carrizal, y por Diego-Pérez *et al.* (2001) para la comunidad El Jilguero en la Sierra Madre del Sur.

Xylosma flexuosum se encontró con abundancia en claros del bosque en lugares abiertos y con mayor incidencia de luz solar (menor humedad); es considerada como parte de la vegetación secundaria (Rzedowski, 1978). Fonseca *et al.* (2001) señalaron a ésta especie como arbusto representativo del bosque mesófilo de montaña.

Solanum cervantesii es un arbusto que se encontró en ambos bosques; pero que estuvo mejor representado en el bosque CP, quizás por su preferencia a la orilla de ríos y caminos. Diego-Pérez *et al.* (2001) señalan que las especies de esta familia se distribuyen en este tipo de ambientes, ocasionados principalmente por la perturbación humana.

6.2.3. Distribución vertical. La mayor riqueza y abundancia de especies se registró en el estrato bajo (< 13 m), debido principalmente a que la mayoría de las plantas en este estudio fueron arbustos y hierbas en ambos bosques

En el bosque AQ el estrato alto estuvo conformado principalmente por *A. guatemalensis*, *Q. laurina* y *Quercus* sp., especies distintivas por su altura y características de este bosque. Estudios anteriores han señalado la representatividad (Fonseca *et al.*, 2001) y elevada densidad (Catalán *et al.*, 2003) de *A. guatemalensis* en el área de estudio; sin embargo, señalan una altura aproximada entre 25 y 30 m y asociada con *Cupressus lusitanica*, en este trabajo *A. guatemalensis* alcanzó una altura máxima de 42 m y se asoció mayormente con *Q. laurina* y *Quercus* sp. El estrato bajo fue representado principalmente por árboles de bajo porte como *S. schaffneri*, especie señalada entre las más importantes por Catalán *et al.* (2003), y *R. floribunda* ha sido señalada por García-Rendón (1993) como una especie dominante en el estrato bajo (2 – 4 m) del bosque de pino y mesófilo de montaña en la comunidad de Omiltemi.

En el bosque CP el estrato alto fue integrado por *A. acuminata*, *C. pentadactylon*, *P. americana* y *M. dentata*, similar a lo registrado por Reyes y Morlet (2005), quienes describieron a *C. pentadactylon*, *A. acuminata* y *M. dentata* entre los 30 y 40 m; asimismo, Fonseca *et al.* (2001) y Catalán *et al.* (2003) registraron a *C. pentadactylon* entre los 25 y 30 m. El estrato medio estuvo constituido por *M. dentata*, *Salvia* sp., *P. americana*, *B. fonsecae* y *S. pringlei*; la mayor parte de estos individuos son árboles que crecen bajo el dosel, como ha sido señalado por Reyes y Morlet

(2005) para *M. dentata* y *B. fonsecae* (15 m). El estrato bajo estuvo conformado por árboles y en su mayor parte por arbustos; es importante mencionar que *Lozanella enantiophylla* se distribuye en los diferentes estratos (árboles de 11 a 33 m), y que en el bosque CP se ubican muy cerca de las corrientes de agua, en condiciones similares a las señaladas por Fonseca *et al.* (2001).

El componente arbóreo del bosque CP presentó la estructura horizontal más compleja: mayor número de especies, abundancia y área basal; mientras que, el componente arbustivo fue más complejo en el bosque AQ: mayor número de especies, abundancia y dominancia. En cuanto a la estructura vertical, en el bosque CP fue más compleja, al menos en los estratos alto y medio donde se registró el mayor número de especies y abundancia; mientras que, el estrato bajo del bosque AQ fue más complejo ya que se registraron una mayor cantidad de especies y abundancia de ejemplares.

7. Literatura citada

- Barkman, J. J. 1979. The investigation of vegetation texture and structure. Pp. 123-160. *In*: M. J. Werger (ed.). The study of vegetation. Junk. The Hague-Boston.
- Bawa, K. S. y L. McDade. 1994. The plant community: composition, dynamics, and life-history processes—commentary. Pp. 68. *In*: L. McDade, K.S. Bawa, H. A. Hespenheide y G. S. Hartshorn (eds.). La Selva: Ecology and natural history of a neotropical rain forest. The University of Chicago, Chicago, Illinois.
- Bouza, N. C y D. Covarrubias. 2005. Estimación del índice de diversidad de Simpson en “m” sitios de muestreo. *Revista de Investigación Operacional* 26: 187-195.
- Carreto, P. B. E. y A. Almazán J. 2004. No. 14 Vegetación de la laguna de Tuxpan y alrededores. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 32 p.
- Catalán, H. C. 2004. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. Tesis de Doctorado. Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 81 p.
- Catalán, H., L. López-Mata y T. Terrazas. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del*

- Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 74: 209-230.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York. 1262 p.
- Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford y P. F. Yeo. 1985. The families of Monocotyledons: Structure, Evolution and Taxonomy. Springer Verlag, Berlin. 519 p.
- Dansereau, P. 1957. Biogeography an ecological perspective. The Ronald Press, New York. 394 p.
- Diego-Pérez, N. 2000. No. 10 Lagunas Playa Blanca, El Potosí, Salinas del Cuajo y zonas circundantes. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 33 p.
- Diego-Pérez, N., R. M. Fonseca, F. Lorea, L. Lozada y L. Monroy. 1997. Canyon of the Zopilote region. Pp. 144-147. *In*: Davis, S. D., Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). Centres of plant diversity. Las Américas.
- Diego-Pérez, N., S. Peralta-Gómez y B. Ludlow-Wiechers. 2001. No. 11. El Jilguero, bosque mesófilo de montaña. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 42 p.
- Excel, 2003. Microsoft Excel. Microsoft Office para Windows XP.
- Fonseca R. M., E. Velázquez y E. Domínguez. 2001. No.12. Carrizal de Bravos, bosque mesófilo de montaña. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 41 p.
- Fonseca, R. M. y L. Lozada P. 1993. No. 1 Laguna de Coyuca. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 23 p.
- Gallardo, C. 1996. No. 8 Parque ecológico La Villita, Zihuatanejo, Guerrero. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 61 p.
- García-Rendón M. 1993. Vegetación. Pp 39-56. *In*: J. Llorente-Bousquets y I. Luna-Vega (eds.). Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México.

Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.

Google Earth. 2007. Imagen Digital Globe. www.google.com

Jiménez-Ramírez, J., J. L. Contreras-Jiménez, R. E. González-Flores, R. A. Ocampo, G. Lozano-Váldes y S. Torres-Reynoso. 1993. Plantas Vasculares. Pp 127-250. *In*: J. Llorente-Bousquets y I. Luna-Vega (eds.). Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.

Landsberg, J., T. O'Connor y D. Freudenberger. 1999. The impacts of livestock grazing on biodiversity in natural ecosystems. Pp. 752-777. *In*: H. J. Jung y G. C. Jr. Fahey (eds.). Nutritional ecology of herbivores. Proceedings of the Vth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. American Society of Animal Science, Savyo.

Lozada, L., Ma. E. León, J. Rojas y R. de Santiago. 2003. No.13. Bosque mesófilo de montaña en El Molote. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 34 p.

Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.

McAleece, N., P. J. D. Lambeshead, G. L. J. Paterson y J. D. Gage. 1997. BioDiversityPro, version beta. <http://www.sams.ac.uk/research/software>.

Meza, L. y J. López-García. 1997. Vegetación y Mesoclima de Guerrero. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 53 p.

Morán, R. y R. Riba. 1995. Flora Mesoamericana. Vol. 1 Psilotaceae a Salviniaceae. *In*: G. Davise, M. Sousa y S. Knapp (eds.). Flora Mesoamericana. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 470 p.

Mueller-Dumbois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. J. Wiley and Sons. Nueva York. 547 p.

Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics 5: 285-307.

- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 1998. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México. 521 p.
- Peralta, G. S. 1995. No. 5 Cañón del Zopilote (Área Papalotepec). *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 37 p.
- Pielou, E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley, New York.
- Rangel, C. J. O. y A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Pp. 59-87. *In*: J. O. Rangel-Ch (ed.). Diversidad Biótica II. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Reyes, G. T. y M. A. Morlet, V. 2005. Estudio florístico del ejido de Carrizal de Bravo, municipio de Leonardo Bravo, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero. 95 p.
- Ruiz-Jaén, M. C. y T. Mitchell-Aide. 2005. Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. *Forest Ecology and Management* 218: 159-173.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D. F. 432 p.
- Sánchez, O. y G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomologica Mexicana* 75: 119-145.
- Sánchez-Rodríguez, E. V., L. López-Mata, E. García-Moya y R. Cuevas-Guzmán. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies de un bosque mesófilo de montaña en la sierra de Manantlán, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 73: 17-34.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestre – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies de riesgo. Diario Oficial de la Federación, miércoles 6 de marzo del 2002. 82 p.

- Vargas, A. y A. Pérez. 1996. No. 7 Cerro Chilatepetl y alrededores (Cuenca del Balsas). *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F. 49 p.
- Velázquez, E. y E. Domínguez Licona. 2003. No.15 Cerro Teotepec. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 38 p.
- Verduzco, C. y L. Cristina-Rodríguez. 1995. No. 4 El Rincón de la Vía. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 43 p.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey. 663 p.

8. Apéndices

Apéndice 1.1. Listado florístico de los bosques de *Abies-Quercus* (AQ) y de *Chiranthodendron-Persea* (CP) en Carrizal de Bravo, Guerrero.

Familia Especie	Tipo de bosque	Forma de vida	Categoría de riesgo
ACTINIDIACEAE			
<i>Saurauia pringlei</i> Rose	CP, AQ	A	
APIACEAE			
<i>Hydrocotyle mexicana</i> Schlttdl. & Cham.	CP	H	
Apiaceae sp. 1	AQ		
AQUIFOLIACEAE			
<i>Ilex toluhana</i> Hemsl.	AQ	A	
ARALIACEAE			
<i>Oreopanax sanderianus</i> Hemsl.	AQ	T	
<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	CP, AQ	A	
ASPLENIACEAE			
<i>Asplenium blepharophorum</i> Bertol.	CP, AQ	H	
<i>Asplenium fragrans</i> Sw.	CP	H	
<i>Asplenium muenchii</i> A. R. Sm.	CP	H	
ASTERACEAE			
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	AQ	H	
* <i>Eupatorium</i> sp.	CP, AQ	H	
* <i>Eupatorium aschenbornianum</i> S.Schauer	AQ	H	
<i>Rumfordia floribunda</i> DC. var. <i>floribunda</i>	CP, AQ	A	
* <i>Schistocarpha</i> aff. <i>seleri</i> Rydb. +	CP, AQ	Arb	
* <i>Senecio schaffneri</i> Sch. Bip. ex Klatt	CP, AQ	A	
<i>Senecio</i> sp.	CP, AQ	Arb	
Asteraceae sp.1	CP	A	
Asteraceae sp.2	CP	Arb	

Apéndice 1.1. Continuación

Familia Especie	Tipo de bosque	Forma de vida	Categoría de riesgo
Asteraceae sp.3	AQ	Arb	
Asteraceae sp.4	AQ	Arb	
Asteraceae sp.5	AQ	Arb	
Asteraceae sp.6	AQ	Arb	
Asteraceae sp.7	AQ	Arb	
Asteraceae sp.8	AQ	Arb	
Asteraceae sp.9	CP	Arb	
Asteraceae sp.10	CP	Arb	
BERBERIDACEAE			
<i>Berberis ilicifolia</i> L. f. +	AQ	Arb	
BETULACEAE			
<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schtdl.) Furlow	CP, AQ	A	
<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) C. Koch	AQ	A	Pr
CAMPANULACEAE			
<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth var. <i>laxiflora</i>	AQ	H	
CELASTRACEAE			
<i>Euonymus corymbosus</i> Sprague & Bullock +	CP	A	
<i>Zinowiewia concinna</i> Lundell	CP, AQ	A	P
CLETHRACEAE			
<i>Clethra mexicana</i> DC.	AQ	A	
CHLORANTHACEAE +			
<i>Hedyosmum mexicanum</i> C. Cordem. +	CP	Arb	
COMMELINACEAE			
<i>Commelina</i> sp.	CP, AQ	Arb	
CONVALLARIACEAE			
* <i>Maianthemum flexuosum</i> (Bertol.) La Frankie	AQ	H	
<i>Maianthemum scilloideum</i> (M. Martens & Galeotti) La Frankie	CP, AQ	H	

Apéndice 1.1. Continuación

Familia Especie	Tipo de bosque	Forma de vida	Categoría de riesgo
EUPHORBIACEAE			
<i>Bernardia fonsecae</i> A. Cerv. & J. Jiménez Ram.	CP, AQ	A	
* DRYOPTERIDACEAE			
* <i>Polystichum</i> sp.	CP, AQ	H	
FAGACEAE			
* <i>Quercus laurina</i> Bonpl.	AQ	A	
<i>Quercus</i> sp.	CP, AQ	A	
FLACOURTIACEAE			
<i>Xylosma flexuosum</i> (Kunth) Hemsl.	CP, AQ	Arb	
LAMIACEAE			
<i>Salvia elegans</i> Vahl	CP	H	
<i>Salvia mexicana</i> L.	CP, AQ	Arb	
<i>Salvia</i> sp.	CP, AQ	Arb	
LAURACEAE			
<i>Persea americana</i> Mill.	CP	A	
<i>Persea</i> sp.	CP	A	
LYTHRACEAE			
<i>Cuphea</i> sp.	AQ	H	
MELASTOMATACEAE			
<i>Miconia militis</i> Wurdack +	CP	Arb	
MYRSINACEAE			
<i>Synardisia venosa</i> (Mast.) Lundell	AQ	A	
ORCHIDACEAE			
Orchidaceae sp. 1	CP	H	
PINACEAE			
<i>Abies guatemalensis</i> Rehder	AQ	A	P
PIPERACEAE			
<i>Peperomia hispidula</i> (Sw.) A. Dietr.	AQ	H	

Apéndice 1.1. Continuación

Familia Especie	Tipo de bosque	Forma de vida	Categoría de riesgo
POACEAE			
<i>Zeugites americanus</i> Willd	CP, AQ	H	
POLYPODIACEAE			
<i>Polypodium</i> sp.	CP	H	
PTERIDACEAE			
<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	AQ	H	
<i>Pteris cretica</i> L.	CP	H	
* RHAMNACEAE +			
* <i>Rhamnus hintonii</i> M. C. Johnst. & L. A. Johnst. +	AQ	Arb	
ROSACEAE			
<i>Rubus adenotrichos</i> Schldl.	AQ	Arb	
RUBIACEAE			
<i>Crusea coccinea</i> DC.	CP, AQ	H	
<i>Deppea</i> sp.	AQ	Arb	
<i>Didymaea</i> aff. <i>hispidula</i> L. O. Williams	AQ	Arb	
RUTACEAE			
* <i>Casimiroa</i> sp.	AQ	A	
<i>Zanthoxylum affine</i> Kuuth	CP	A	
SABIACEAE			
<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	CP, AQ	A	
SMILACACEAE			
* <i>Smilax mollis</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	AQ	T	
<i>Smilax</i> sp.	CP, AQ	Arb	
SOLANACEAE			
<i>Cestrum dumetorum</i> Schldl.	AQ	Arb	
<i>Cestrum nitidum</i> M. Martens & Galeotti +	CP, AQ	Arb	
<i>Physalis pubescens</i> L.	CP, AQ	H	

Apéndice 1.1. Continuación

Familia Especie	Tipo de bosque	Forma de vida	Categoría de riesgo
<i>Solanum aligerum</i> Schltld.	CP, AQ	A	
* <i>Solanum brachystachys</i> Dunal	CP, AQ	Arb	
<i>Solanum cervantesii</i> Lag.	CP, AQ	A	
<i>Solanum ionidium</i> Bitter +	CP, AQ	T	
<i>Solanum nigricans</i> M. Martens & Galeotti	CP, AQ	Arb	
<i>Solanum</i> sp.	CP, AQ	Arb	
STERCULIACEAE			
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larreat.	CP	A	A
STYRACACEAE			
<i>Styrax argenteus</i> C. Presl var. <i>hintonii</i> (Bullock) Gonsoulin	AQ	A	
THEACEAE			
<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	AQ	A	
<i>Ternstroemia pringlei</i> (Rose) Standl. +	AQ	Arb	
ULMACEAE			
<i>Lozanella enantiophylla</i> (Donn. Sm.) Killip & C.V. Morton	CP	A	
URTICACEAE			
Urticaceae sp. 1	CP, AQ	Arb	
WOODSIACEAE			
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	CP	H	

* Familias, géneros y especies no registrados por Fonseca *et al.* (2001).+ Familias y especies no registradas por Catalán *et al.* (2003). Forma de vida: A = árbol, Arb = arbusto, H = hierba, T = trepadora; categoría de riesgo: A = amenazada, P = peligro de extinción y Pr = protección especial.

Apéndice 1.2. Distribución vertical de árboles y arbustos en los bosques de *Chiranthodendron-Persea* y de *Abies-Quercus* en Carrizal de Bravo, Guerrero.

Especie	Bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i> Altura (m)	Especie	Bosque de <i>Abies-Quercus</i> Altura (m)
	Intervalo 25 - 36 m		Intervalo 28 - 42 m
<i>Alnus acuminata</i> (n = 8)	30.75 (29, 36) 2.42	<i>Abies guatemalensis</i> (n = 5)	38.00 (28, 42) 5.65
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> (n = 3)	29.66 (28, 33) 2.88	<i>Quercus laurina</i> (n = 4)	34.75 (31, 42) 4.92
<i>Lozanella enantiophylla</i> (n = 1)	33	<i>Quercus</i> sp. (n = 3)	31.66 (30, 35) 2.88
<i>Persea americana</i> (n = 7)	28.57 (26, 31) 2.37	<i>Clethra mexicana</i> (n = 1)	30
<i>Meliosma dentata</i> (n = 1)	28	<i>Cleyera integrifolia</i> (n = 1)	30
	Intervalo 13 - 24 m		Intervalo 14 - 27 m
<i>Saurauia pringlei</i> (n = 2)	18 (15, 21) 4.24	<i>Ostrya virginiana</i> (n = 5)	22.40 (16, 26) 3.84
<i>Alnus acuminata</i> (n = 2)	20	<i>Quercus laurina</i> (n = 1)	25
<i>Persea americana</i> (n = 3)	19.33 (18, 20) 1.54	<i>Alnus acuminata</i> (n = 1)	20
<i>Salvia</i> sp. (n = 5)	16.20 (13, 20) 2.66	<i>Cleyera integrifolia</i> (n = 2)	16.50 (15, 18) 2.12
<i>Meliosma dentata</i> (n = 6)	15.91 (15, 18) 1.20	<i>Saurauia pringlei</i> (n = 2)	16.00 (15, 17) 1.41
<i>Bernardia fonsecae</i> (n = 3)	14.00 (13, 15) 1.00	<i>Abies guatemalensis</i> (n = 2)	18.00 (16, 20) 2.82
<i>Lozanella enantiophylla</i> (n = 1)	14	<i>Meliosma dentata</i> (n = 1)	15
<i>Solanum aligerum</i> (n = 2)	14	<i>Styrax argenteus</i> (n = 2)	14.5 (14, 15) 0.70
<i>Euonymus corymbosus</i> (n = 1)	13.5	<i>Bernardia fonsecae</i> (n = 1)	14

Promedio (altura mínima, máxima) desviación estándar.

Apéndice 1.1. Continuación

Bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>		Bosque de <i>Abies-Quercus</i>	
Especie	Altura (m)	Especie	Altura (m)
	Intervalo 1- 12 m		Intervalo 1 - 13 m
<i>Alnus acuminata</i> (n = 5)	10.44 (6.2, 12) 2.52	<i>Ternstroemia pringlei</i> (n = 4)	9.43 (4.7, 13) 3.79
<i>Bernardia fonsecae</i> (n = 7)	8.00 (4.2, 12) 3.44	<i>Abies guatemalensis</i> (n = 1)	12
<i>Euonymus corymbosus</i> (n = 1)	12	<i>Bernardia fonsecae</i> (n = 2)	9.25 (6.5, 12) 3.88
<i>Persea americana</i> (n = 2)	12	<i>Cleyera integrifolia</i> (n = 3)	9.66 (7, 12) 2.51
<i>Saurauia pringlei</i> (n = 2)	11.50 (11, 12) 0.70	<i>Meliosma dentata</i> (n = 4)	8.00 (5, 12) 2.82
<i>Lozanella enantiophylla</i> (n = 2)	11	<i>Synardisia venosa</i> (n = 1)	12
<i>Meliosma dentata</i> (n = 6)	7.83 (4.5, 11) 2.76	<i>Casimiroa</i> sp. (n = 22)	5.57 (2.2, 10) 1.97
<i>Solanum aligerum</i> (n = 27)	5.79 (3.2, 11) 2.38	<i>Rhamnus hintonii</i> (n = 2)	6.05 (4.5, 7.6) 2.19
<i>Senecio schaffneri</i> (n = 81)	4.27 (1.2, 9) 1.67	<i>Alnus acuminata</i> (n = 1)	7.5
<i>Solanum cervantesii</i> (n = 4)	5.03 (2.4, 8.5) 2.52	<i>Solanum nigricans</i> (n = 2)	6.20 (5.9, 6.5) 0.42
<i>Salvia</i> sp. (n = 7)	4.39 (2.2, 6) 1.31	<i>Solanum aligerum</i> (n = 4)	4.12 (1.6, 6) 1.83
<i>Asteraceae</i> sp.1 (n = 42)	5.95 (2, 12) 2.73	<i>Rumfordia floribunda</i> (n = 34)	4.35 (3, 5.7) 0.59
		<i>Senecio schaffneri</i> (n = 18)	4.07 (2.8, 5.6) 0.75
		<i>Eupatorium aschenbornianum</i> (n = 7)	4.78 (3.2, 6) 1.04
		<i>Styrax argenteus</i> (n = 1)	5.5
		<i>Asteraceae</i> sp.8 (n = 8)	5.87 (3.6, 9) 2.02

promedio (altura mínima, máxima) desviación estándar.

CAPÍTULO II

Diversidad de murciélagos

Resumen

Se describe y compara la riqueza y diversidad de murciélagos entre un bosque de *Abies-Quercus* con otro de *Chiranthodendron-Persea*, en la comunidad de Carrizal de Bravo, Guerrero. El trabajo de campo se realizó de julio de 2005 a junio de 2006 en siete períodos utilizando el método de captura-recaptura, cada período tuvo una duración de dos noches por cada tipo de bosque. Se colocaron un total de seis redes de nylon (9 m de largo x 2 m de alto) por tipo de bosque, entre la vegetación y sobre cuerpos de agua, con una separación aproximada de 20 m entre cada red y a diferentes alturas. Las redes se abrieron antes del anochecer y se mantuvieron así por seis horas, con revisiones cada 20 o 30 minutos. Se utilizaron modelos de acumulación de especies con base en el esfuerzo de captura realizado (Chao 2, Exponencial y Bootstrap) para determinar el número esperado de especies por tipo de bosque. Para calcular la diversidad α se utilizaron los índices de Margalef (D_{Mg}) basado en la riqueza específica, de Simpson (λ -Simp) en la dominancia y de Shannon (H') en la equidad. También se evaluó la diversidad β mediante coeficientes de semejanza para datos basados en la presencia-ausencia de especies (Jaccard, Sorenson) y en la abundancia proporcional de cada especie (Morisita-Horn, Sorenson).

Se capturaron un total de 635 especímenes, pertenecientes a 16 especies, 12 géneros y cuatro familias. Las especies más abundante fueron *Sturnira ludovici* ($n = 388$) y *Anoura geoffroyi* ($n = 101$). De acuerdo con sus hábitos alimenticios se encontraron cuatro tipos de alimentación: murciélagos insectívoros (10 especies), nectarívoros (tres), frugívoros (dos) y hematófagos (una). El modelo Bootstrap logró la mejor predicción y ajuste, tanto para el bosque de *Abies-Quercus* ($n = 9$, 78%) como para el de *Chiranthodendron-Persea* ($n = 17$, 88%). El bosque de *Chiranthodendron-Persea* presentó una mayor diversidad α ($D_{Mg} = 2.28$, λ -Simp = 0.469, $H' = 1.244$), pero estas diferencias no fueron significativas ($t = 1.956$, $gl = 490$, $t_{0.05} = 1.964$) con respecto al bosque de *Abies-Quercus*. La diversidad β mostró baja semejanza entre ambos tipos de bosque compartiendo sólo seis especies: *Pteronotus parnellii*, *Mormoops megalophylla*, *Leptonycteris nivalis*, *Anoura geoffroyi*, *Sturnira ludovici* y *Myotis californicus*. Esto podrían deberse a las condiciones en los sitios de captura (semiplanos con pozas y remansos de agua) y a las características de la vegetación (composición de especies, estructura del bosque).

1. Introducción

El término riqueza se refiere al número de especies que se encuentra en un sitio determinado, sin tomar en cuenta su abundancia; mientras que diversidad comprende tanto la riqueza como la abundancia de una población (Moreno, 2001). Los estudios sobre diversidad permiten conocer los aspectos demográficos (tamaño, abundancia, estructura de la población) de una comunidad, que aunado a los aspectos ecológicos (distribución, hábitat, nicho) y biológicos (alimentación, reproducción) permiten establecer bases sólidas para promover la conservación de las especies.

El estado de Guerrero se encuentra dividido por cuatro regiones fisiográficas: Sierra de Taxco, Depresión del Balsas, Sierra Madre del Sur y Costa del Pacífico (Meza y López, 1997); en las cuales se ha señalado una alta diversidad de especies y endemismos (Fa y Morales, 1993). La parte central de la Sierra Madre del Sur (SMS) se caracteriza por su gran variedad de climas, relieves, suelos y tipos de vegetación (Meza y López, 1997). Los estudios realizados en las zonas templadas de Guerrero son escasos e insuficientes, y se han realizado principalmente en las áreas más accesibles y seguras. De acuerdo con la información existente, la riqueza de murciélagos en esta zona es de aproximadamente 30 especies (Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993; Taboada-Salgado, 2006); una riqueza baja si se considera el tamaño de la superficie de esta región fisiográfica.

La mayor parte de la superficie del ejido de Carrizal de Bravo está destinada a las actividades productivas (agricultura, fruticultura y silvicultura), mientras que sitios como Las Truchas, Los Cajones, Joya Verde y Cacho de Oro, se han decretado como áreas de conservación por la gran riqueza de flora y fauna que en estas se ha descrito. Sin embargo, no existe información sobre las comunidades de murciélagos que ayude a conocer y entender el papel que desempeñan dentro del bosque para contribuir con más elementos a la conservación de esta zona de la SMS.

2. Antecedentes

En el estado de Guerrero los murciélagos son el orden de mamíferos mejor representado con aproximadamente 70 especies, que corresponden al 50% de los murciélagos que se distribuyen en México (Ramírez-Pulido *et al.*, 1986, 2000; Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1990, 1994;

Almazán-Catalán *et al.*, 2005). La información de los murciélagos se encuentra concentrada principalmente en listados que aportan aspectos de su distribución, sistemática e historia natural (Ramírez-Pulido *et al.*, 1977; León-Paniagua y Romo-Vázquez, 1993; Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993), y se han realizado sólo para algunas regiones ubicadas cerca de las vías de comunicación y ciudades principales, debido principalmente al fácil acceso y la seguridad para trabajar en campo.

Los estudios sobre murciélagos de Guerrero se han enfocado principalmente a regiones cálidas y semicálidas, el primero fue el realizado por Martínez y Villa (1940) quienes aportaron información sobre el hábitat de cuatro especies de murciélagos para la región norte (*Macrotus mexicanus mexicanus*, *Tadarida brasiliensis*, *Leptonycteris nivalis yerbabuenae* y *Desmodus rotundus murinus*). Posteriormente, Lukens y Davis (1957) aportaron información sobre la distribución y hábitat de 29 especies de murciélagos, provenientes de diferentes localidades del estado, en donde no se incluye a Carrizal. Ramírez-Pulido y Armella (1987) describieron los patrones de actividad, y Ramírez-Pulido *et al.* (1993) los patrones reproductivos de *Glossophaga soricina*, *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus lituratus*, en la Costa Grande de Guerrero. Finalmente, Taboada-Salgado (2006) realizó el listado de los murciélagos en la región templada de Los Morros, ubicada en la Sierra Madre del Sur (a 7 km de Carrizal) aproximadamente entre los 1800 y 2000 msnm; este autor encontró 23 especies, las familias Phyllostomidae con 11 especies y Vespertilionidae con 9 especies, fueron las de mayor riqueza, y con el mayor número de murciélagos registrados en los bosques de pino-encino y pino.

Algunos estudios han comparado la diversidad de murciélagos entre distintos bosques, tomando en cuenta las características de las unidades de muestreo (ubicación geográfica, clima, altura sobre el nivel del mar), de la vegetación (tipo, estado de conservación) y de los murciélagos (familia, hábitos alimenticios). Estos trabajos se han realizado principalmente en zonas tropicales: selva baja caducifolia, a nivel del mar (Montiel *et al.*, 2006); selva mediana y cultivos de café, entre los 1100 y 1550 msnm (García-Estrada *et al.*, 2006), y selva alta perennifolia, a 150 msnm (Medellín, 1993).

Sin embargo, existen pocos trabajos en zonas templadas, uno de ellos es el de Pérez-Torres y Ahumada (2004) quienes describieron la estructura y composición de las comunidades de

murciélagos en bosques alto-andinos fragmentados y no fragmentados en la Sabana de Bogotá; donde capturaron 12 especies, pertenecientes a seis géneros y tres familias, el género *Sturnira* presentó el mayor número de especies (n = 5); esta diversidad es la más alta que se ha registrado para sitios entre 2,750 y 2,850 msnm en la región de la Sabana. Se encontró una diversidad menor en los bosques fragmentados, con una reducción de murciélagos filostómidos probablemente por una pérdida en sus zonas de alimentación (Pérez-Torres y Ahumada, 2004).

En México, Iñiguez (1993) estudió los patrones ecológicos de murciélagos en la Sierra de Manantlán (suroeste de Jalisco y noreste de Colima). En la zona se encuentran cinco tipos de vegetación: bosque de galería, bosque de encino, bosque de pino, bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña, los cuales se distribuyen entre los 1600 a los 2180 msnm. Capturó un total de 624 especímenes, pertenecientes a 18 géneros y 27 especies, de las cuales *Sturnira ludovici* (n = 223), *Dermanura tolteca* (n = 88) y *A. jamaicensis* (n = 26) fueron las especies mejor representadas; asimismo, se aportó información sobre su distribución altitudinal, patrones de actividad y de reproducción, concluyendo que la mayor parte de los murciélagos fueron de distribución tropical, ocupando hábitats templados como consecuencia de la confluencia de las regiones Neotropical y Neártica, y que la comunidad de murciélagos no fue muy diversa comparada con otras localidades tropicales, debido a su posición geográfica y a la marcada estacionalidad que influye directamente en el alimento (Iñiguez, 1993).

3. Objetivos e Hipótesis

Como se puede apreciar, en el estado de Guerrero la información sobre las comunidades de murciélagos se encuentran principalmente en listados realizados en su mayor parte en regiones cálidas, por lo que este estudio tiene como propósito estudiar los murciélagos en una zona templada de la SMS contribuyendo con información sobre su diversidad y aportando aspectos ecológicos que permitan su conservación.

Por lo anterior, los objetivos planteados son:

1. Conocer la riqueza y diversidad de especies de murciélagos en dos tipos de bosques: bosque de *Abies-Quercus* y bosque de *Chiranthodendron-Persea*.
2. Obtener las diversidades alfa (α) y beta (β) en los bosques de *Chiranthodendron-Persea* y *Abies-Quercus*.

Y las siguientes hipótesis:

1. La riqueza y diversidad de especies de murciélagos es diferente en ambos bosques.
2. Los valores de las diversidades alfa (α) y beta (β) de murciélagos son mayores en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* que en el de *Abies-Quercus*.

4. Materiales y Métodos

El estudio se realizó en dos bosques: bosque de *Abies-Quercus* y bosque de *Chiranthodendron-Persea* en el ejido de Carrizal de Bravo. Estas localidades fueron seleccionadas debido a que no existen estudios ecológicos para comunidades de murciélagos en regiones templadas del estado y por las facilidades brindadas por los habitantes del ejido para trabajar de manera segura en campo.

4.1. Características del bosque. Los aspectos físicos de ambos bosques se describen en la sección de Área de estudio, mientras que la riqueza de especies vegetales y sus características estructurales en el Capítulo I.

4.2. Captura de murciélagos. Cada período de captura tuvo una duración de cuatro noches, dos noches por bosque. Debido a que los murciélagos son susceptibles a la luz de la luna, las capturas se realizaron durante noches de luna nueva para evitar sesgos relacionados con la fobia lunar

(Morrison, 1978). El trabajo de campo se realizó de julio de 2005 a junio del 2006, distribuido en siete períodos de captura:

- 1) 7 al 10 de julio del 2005.
- 2) 2 al 5 de septiembre del 2005.
- 3) 1 al 4 de noviembre del 2005.
- 4) 30 de diciembre del 2005 a 2 de enero del 2006.
- 5) 23 al 27 de febrero del 2006.
- 6) 26 al 29 de abril del 2006.
- 7) 23 al 26 de junio del 2006.

4.2.1. Procedimiento de muestreo. Para la captura de murciélagos se colocaron en cada bosque, seis redes de nylon de 9 m de largo por 2 m de alto, tres en cada unidad de muestreo (UM), y se utilizó el método de captura-recaptura. Las redes se colocaron a diferentes alturas del suelo: 1 a 3 m, 3.5 a 5.5 m y 6 a 8 m, entre la vegetación del bosque y sobre cuerpos de agua, con una separación aproximada de 20 m entre cada una (Figura 2.1). Las redes se abrieron antes del anochecer y se mantuvieron así por seis horas, con revisiones cada 20 o 30 minutos. Las redes colocadas de 1 a 3 y de 3.5 a 5.5 m, se movieron en cada período de muestreo para favorecer la captura, debido a que los murciélagos aprenden y detectan la ubicación de las mismas.

4.2.2. Toma de datos y marcaje. A cada uno de los murciélagos capturados se les registró la siguiente información: hora y altura de captura, y en algunos se recolectó el polen y las excretas; estos datos se escribieron en una etiqueta que se amarró al saco de manta donde se colocaba y transportaba al murciélago. Por la mañana, a cada murciélago se le registró en el catálogo de campo: la especie, sexo, condiciones reproductoras, medidas somáticas (longitud del cuerpo, cola, pata, oreja, tibia, antebrazo y longitud del tercer metacarpo), color del pelo y peso. Posteriormente, cada murciélago se marcó con un collar o con anillos de plástico de distintos colores en los dedos, siguiendo un código preestablecido; por último, se liberaron en el mismo sitio de captura. Los especímenes que murieron fueron preservados en taxidermia (piel y esqueleto o piel y cráneo) o en alcohol al 70% (Romero-Almaraz *et al.*, 2000) y se depositarán en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM.

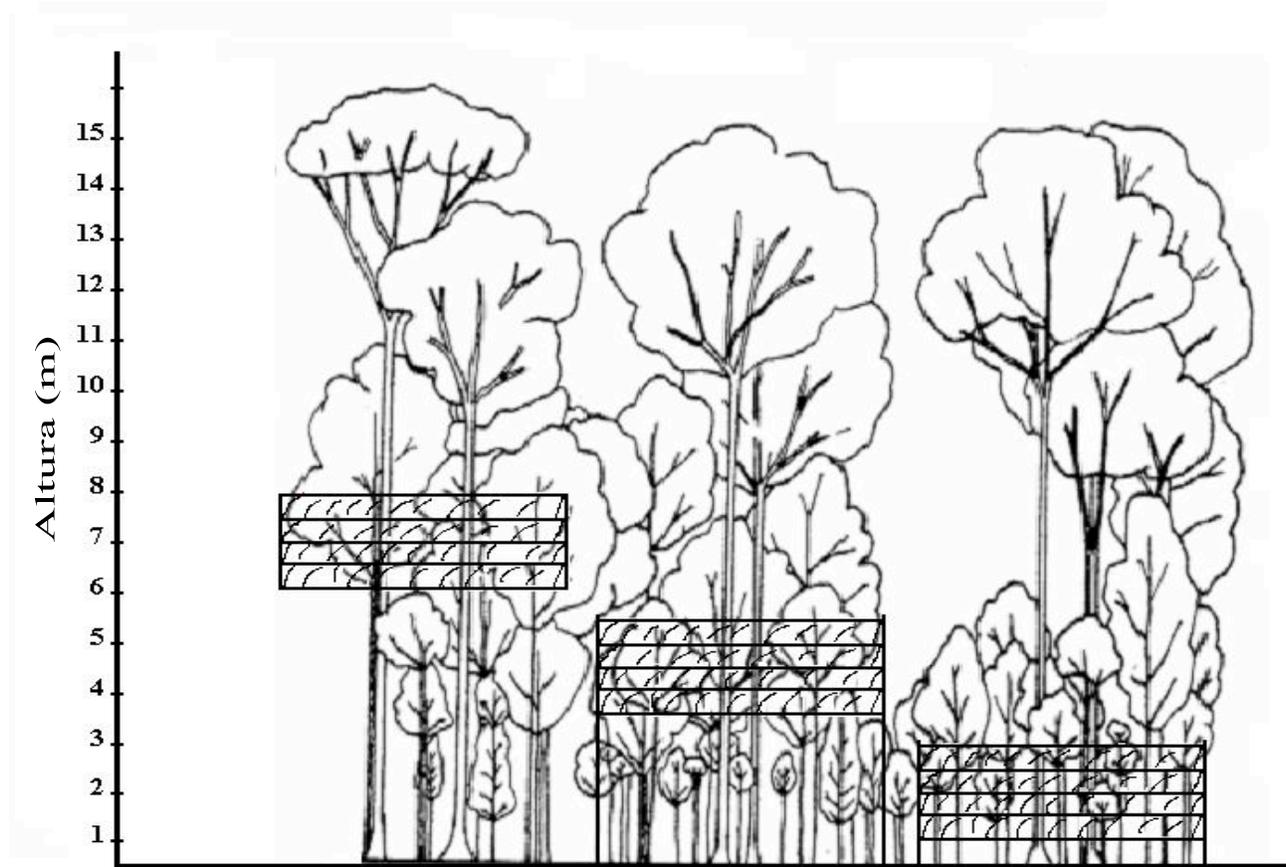


Figura 2.1. Distribución vertical y horizontal de las redes en cada unidad de muestreo (UM).

4.3. Esfuerzo de captura. En cada bosque se realizó el mismo esfuerzo de captura, y se analizó hasta obtener un total de $18,144 \text{ m}^2 \text{ h/red}$, esto se logró en 28 noches de muestreo. Ambas muestras se aleatorizaron 100 veces para suavizar la curva de acumulación de especies al repetir la reordenación de las muestras. La superficie que cubre cada red en metros cuadrados (18 m^2) se multiplicó por el total de redes colocadas (12 redes), los días de captura (2 días), el número de h/red trabajadas (6 h) y el total de salidas realizadas (7 salidas); lo cual generó $18,144 \text{ m}^2 \text{ h/red}$ como esfuerzo de captura total y $9,072 \text{ m}^2 \text{ h/red}$ por cada bosque.

4.4. Funciones de acumulación de especies. Se realizaron por cada bosque, utilizando tres modelos: a) Chao 2, este modelo es un estimador poco sesgado para poblaciones pequeñas; b) Bootstrap, es un método basado en cálculos intensivos y hace uso de un gran número de cálculos repetitivos para estimar la distribución muestral de la población (Covarrubias, 2007); y c)

Exponencial, indica que conforme las especies de un bosque aumentan, la probabilidad de añadir una nueva especie disminuye de forma exponencial (Moreno, 2001).

Chao 2

$$Chao\ 2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

donde: S = número total de especies de un tipo de bosque,
 L = número de especies representadas por un solo espécimen en un bosque, y
 M = número de especies representadas por dos especímenes en un bosque.

Exponencial

$$Exp = (a [1 - \exp(-bn)]/b)$$

donde: a = tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario,
 b = un parámetro relacionado con la forma de la curva, y
 n = unidades de esfuerzos de muestreo.

Bootstrap

$$B = S + \sum (1 - p_j)^n$$

donde: S = número total de especies,
 p_j = proporción de UM que contiene a cada especie, y
 n = número total de períodos de muestreo.

4.5. Diversidad de especies. Se determinó para cada bosque, incluyendo los cambios de estructura con el tiempo (diversidad α), utilizando índices basados en la riqueza específica (Margalef), equidad (Shannon; Magurran, 1988) y dominancia (Simpson; Bouza y Covarrubias, 2005).

Simpson

$$\lambda\ Simp = 1 - \sum_{i=1}^k \frac{n_i (n_i - 1)}{n (n - 1)}$$

donde: k = número de especies conocidas,
 n_i = número total de especímenes en la i -ésima especie, y
 n = número total de especímenes capturados en cada bosque.

Margalef

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

donde: S = número de especies, y
 N = número total de especímenes.

Shannon

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

donde: p_i = proporción de individuos en la i -ésima especie.

Ambas comunidades se analizaron mediante una prueba de t (Zar, 1999), debido a que el índice de Shannon subestima la diversidad (Zar, 1999); también se calcularon la diversidad máxima (H'_{max}) y la equitatividad (J , Pielou, 1969).

$$H'_{max} = \ln(S)$$

$$J = H'/H'_{max}$$

donde: S = número total de especies por bosque.

4.6. Coeficientes de semejanza. Las especies de murciélagos compartidas entre ambos bosques (diversidad β), o el recambio de especies entre ambos bosque, se evaluaron mediante coeficientes de semejanza para datos basados en la presencia-ausencia de especies y en la abundancia proporcional de cada especie (número de especímenes por bosque). Los análisis basados en datos de presencia-ausencia reflejan la relación que guardan las especies compartidas entre distintos bosque (Magurran, 1988; Sánchez y López, 1988), se utilizaron dos coeficientes:

Jaccard

$$C_j = \frac{j}{a + b - j}$$

donde: j = número de especies compartidas en ambos bosque,
 a = número de especies en el bosque de *Chiranthodendron-Persea*,
 b = número de especies en el bosque de *Abies-Quercus*.

Sorenson

$$Cs = \frac{2(j)}{a + b}$$

donde: j = número de especies compartidas en ambos bosque,
 a = número de especies en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP),
 b = número de especies en el bosque de *Abies-Quercus* (AQ).

Para el análisis de semejanza basado en datos de abundancia proporcional (Magurran, 1988; Moreno 2001) se utilizaron los siguientes índices:

Morisita-Horn

$$C_{M-H} = \frac{2 \sum (an_i bn_j)}{(da + db) aN bN}$$

donde: an_i = número de especímenes de la i -ésima especie en el bosque CP,
 bn_j = número de especímenes de la j -ésima especie en el bosque AQ,
 aN = número total de especímenes en el bosque CP,
 bN = número total de especímenes en el bosque AQ.
 $da = \sum an_j / aN$ y $db = \sum bn_j / bN$.

Sorenson

$$C_{scuant} = \frac{2 jN}{aN + bN}$$

donde: aN = número total de especímenes en el bosque CP,
 bN = número total de especímenes en el bosque AQ,
 jN = suma de la abundancia más baja de cada especie compartida entre bosques.

Por último, se comparó la riqueza total obtenida en Carrizal de Bravo, con las de otras áreas cercanas mediante el coeficiente de Jaccard, el cual refleja las relaciones faunísticas mediante un dendograma de semejanza. Los análisis estadísticos se realizaron con los programas BioDiversity Pro (McAleece *et al.*, 1997) y EstimateS (Colwell, 1997).

5. Resultados

5.1. Esfuerzo de captura. En el bosque AQ se capturaron siete especies, que se alcanzaron en el quinto período de muestreo (febrero 2006), a los 6,480 m² h/red; mientras que para el bosque CP se registraron un total de 15 especies que se alcanzaron en el último período de captura (junio 2006), a los 9,072 m² h/red (Figura 2.2).

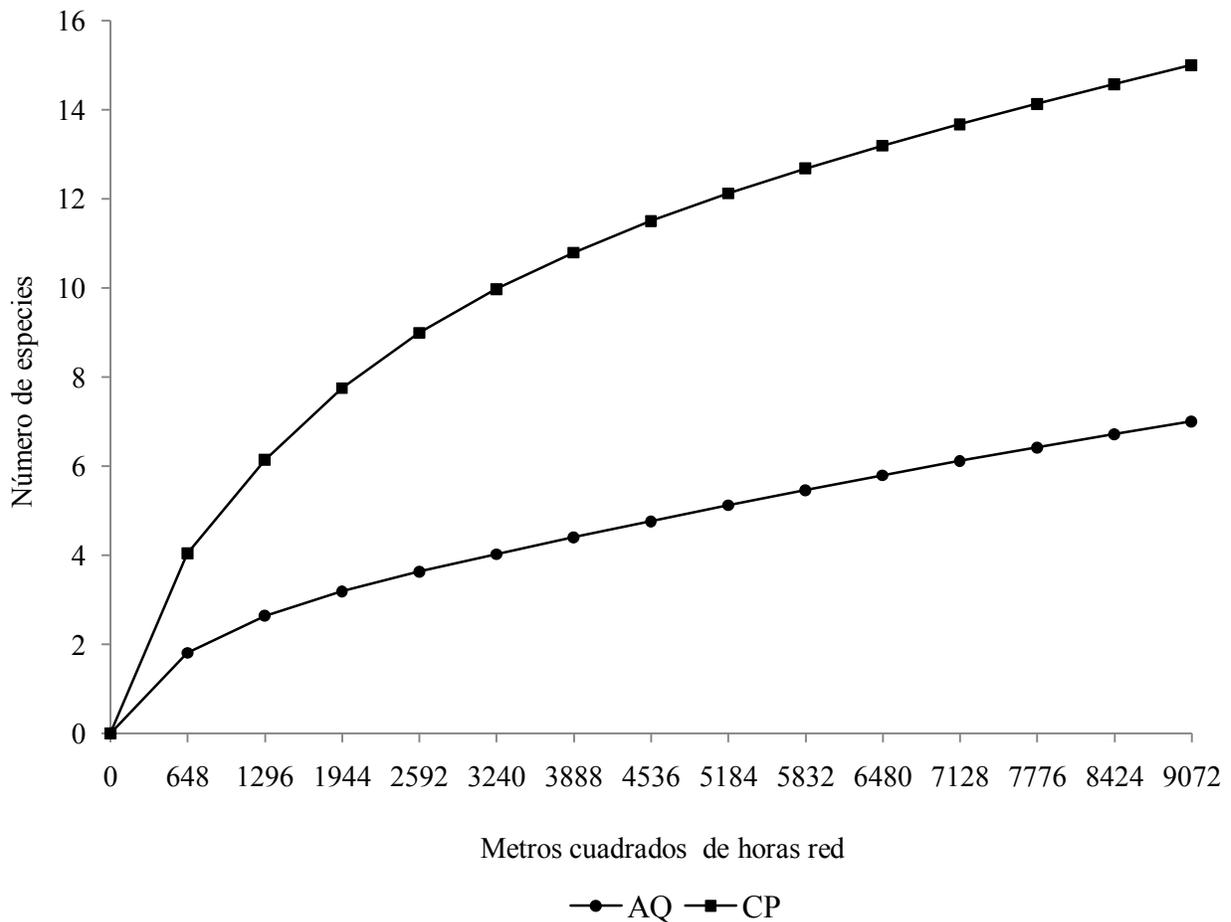


Figura 2.2. Relación entre el número de especies y la superficie en metros cuadrados de horas red por bosque: bosque de *Abies-Quercus* (AQ) y bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP).

5.2. Funciones de acumulación de especies. De acuerdo con los modelos utilizados para predecir el número de especies por bosque, la diversidad de especies en ambos bosque no está representada completamente. Con el modelo Bootstrap se logró la mejor predicción y ajuste para

los datos, estimando que en el bosque AQ debe tener al menos nueve especies, por lo tanto, con el muestreo realizado sólo se registró 78% (n = 7) de los murciélagos; mientras que en el bosque CP se estimó que pueden existir 17 especies, y sólo se registró 88% (n = 15). Con el modelo Exponencial se estimaron nueve especies para el bosque AQ y 22 especies para el bosque CP, y con el modelo de Chao 2 se estimó la presencia de 10 especies en el bosque AQ, y de 23 especies en el bosque CP (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Número de especies estimadas por tres modelos en dos bosques: bosque de *Abies-Quercus* (AQ) y *Chiranthodendron-Persea* (CP).

Tipo de bosque	Especies capturadas	Bootstrap	Exponencial	Chao2
AQ	7	9	9	10
CP	15	17	22	23

5.3. Riqueza de especies. Se capturaron un total de 635 especímenes con 39 recapturas, para un total de 674 registros, pertenecientes a 16 especies, 12 géneros y cuatro familias (Cuadro 2.2). En el bosque de *Abies-Quercus* (AQ), se capturaron 168 especímenes, pertenecientes a siete especies, siete géneros y tres familias, y se recapturaron cinco especímenes (cuatro de *S. ludovici* y uno de *A. geoffroyi*). En el bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP) se capturaron 467 especímenes pertenecientes a 15 especies, 11 géneros y cuatro familias, y se recapturaron 34 especímenes (33 de *S. ludovici* y uno de *Eptesicus fuscus*).

El período de captura donde se registró la mayor riqueza y abundancia de murciélagos fue febrero; en el bosque AQ se capturaron siete especies y 73 especímenes, mientras que en el bosque CP se registraron 10 especies y 160 especímenes. Abril fue el segundo período con mayor riqueza y abundancia, en el bosque AQ se capturaron tres especies y 39 especímenes, y en el bosque CP se registraron nueve especies y 78 especímenes. El período de captura que presentó la menor riqueza y abundancia fue septiembre para ambos bosques (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.2. Clasificación taxonómica, número de especímenes por especie en cada bosque y tipo de alimentación.

Especie	Tipos de bosque		Tipo de alimentación
	AQ	CP	
Familia Mormoopidae			
<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)	2	3	I
<i>Mormoops megalophylla</i> (Peters, 1864)	1	1	I
Familia Phyllostomidae			
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy St. - Hilaire, 1810)	0	1	H
<i>Leptonycteris nivalis</i> (de Saussure, 1860)	14	1	N
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	72	29	N
<i>Choeroniscus godmani</i> (Thomas, 1903)	1	0	N
<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924	77	311	F
<i>Dermanura azteca</i> (Andersen, 1906)	0	1	F
Familia Molossidae			
<i>Tadarida brasiliensis</i> (I. Geoffroy Saint-Hilaire, 1805)	0	63	I
Familia Vespertilionidae			
<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson y Garnot, 1826)	0	5	I
<i>Lasiurus cinereus</i> (Palisot de Beauvois, 1796)	0	28	I
<i>Lasiurus intermedius</i> H. Allen, 1862	0	5	I
<i>Eptesicus furinalis</i> (D'Orbigny, 1847)	0	3	I
<i>Eptesicus fuscus</i> (Palisot de Beauvois, 1796)	0	10	I
<i>Myotis californicus</i> (Audubon y Bachman, 1842)	1	3	I
<i>Myotis velifer</i> (J. A. Allen, 1890)	0	3	I
Total de especímenes	168	467	
Total de insectívoros	3	10	10
Total de hematófagos	0	1	1
Total de nectarívoros	3	2	3
Total de frugívoros	1	2	2

AQ = bosque de *Abies-Quercus*, CP = bosque de *Chiranthodendron-Persea*, I = Insectívoros, H = Hematófagos, N = Nectarívoros, F = Frugívoros.

Cuadro 2.3. Riqueza y abundancia de murciélagos por período de captura en cada bosque.

Especie	Bosque de <i>Abies-Quercus</i>						
	Julio	Septiembre	Noviembre	Enero	Febrero	Abril	Junio
<i>Pteronotus parnellii</i>					2		
<i>Mormoops megalophylla</i>					1		
<i>Choeroniscus godmani</i>					1		
<i>Leptonycteris nivalis</i>					14		
<i>Anoura geoffroyi</i>	1		1	15	36	19	
<i>Sturnira ludovici</i>	21		2	8	18	20	8
<i>Myotis californicus</i>					1		
Total	22		3	23	73	39	8
Bosque de <i>Chiranthodendron-Persea</i>							
<i>Pteronotus parnellii</i>					3		
<i>Mormoops megalophylla</i>						1	
<i>Desmodus rotundus</i>						1	
<i>Leptonycteris nivalis</i>					1		
<i>Anoura geoffroyi</i>				2	27		
<i>Sturnira ludovici</i>	54	8	8	43	93	66	39
<i>Dermanura azteca</i>						1	
<i>Tadarida brasiliensis</i>			38	5	18	2	
<i>Lasiurus blossevillii</i>			2		3		
<i>Lasiurus cinereus</i>			12	6	8	2	
<i>Lasiurus intermedius</i>			1	2	2		
<i>Eptesicus furinalis</i>						3	
<i>Eptesicus fuscus</i>			2	2	4	1	1
<i>Myotis californicus</i>					1	2	2
<i>Myotis velifer</i>	1						
Total	55	8	63	60	160	79	42

La familia con mayor número de especies fue Vespertilionidae con siete, seguida de Phyllostomidae con seis, Mormoopidae con dos y Molossidae con una. Los géneros mejor representados fueron *Lasiurus* con tres especies (*L. blossevillii*, *L. cinereus*, *L. intermedius*), seguido por *Eptesicus* (*E. fuscus*, *E. furinalis*) y *Myotis* (*M. californicus*, *M. velifer*) con dos cada uno (Figura 2.3).

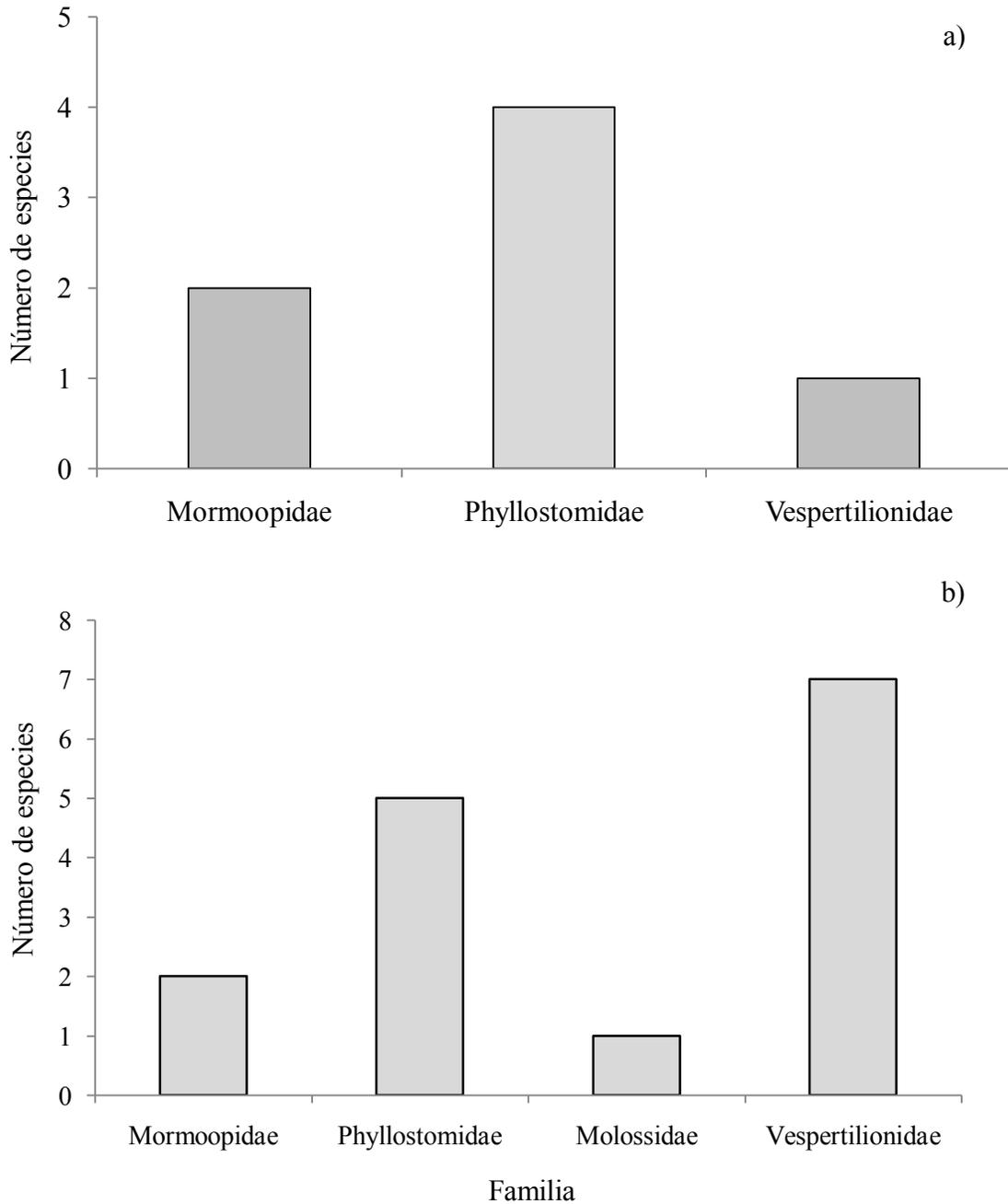


Figura 2.3. Número de especies por familia en los bosques de *Abies-Quercus* (a) y *Chiranthodendron-Persea* (b).

En el bosque AQ *S. ludovici* presentó la mayor abundancia (n = 77), abundancia proporcional (0.458) y porcentaje (45.8%), seguida por *A. geoffroyi* (n = 72, 0.429, 42.9%, respectivamente) y *Leptonycteris nivalis* (n = 14, 0.083, 8.3%, respectivamente; cuadro 2.4). Asimismo, en el bosque CP, *S. ludovici* fue la especie más importante con la mayor abundancia (n = 311), abundancia proporcional (0.666) y porcentaje (66.6%); seguida por *T. brasiliensis* (n = 63, 0.135, 13.5%) y *A. geoffroyi* (n = 29, 0.062, 6.2%; cuadro 2.5). Las especies con menor abundancia fueron: *D. rotundus*, *C. godmani* y *D. azteca* con un espécimen cada una.

Cuadro 2.4. Abundancia, abundancia proporcional y porcentaje de las especies capturadas en el bosque de *Abies-Quercus*.

Especie	Abundancia	Abundancia proporcional	Porcentaje
<i>Sturnira ludovici</i>	77	0.458	45.8
<i>Anoura geoffroyi</i>	72	0.429	42.9
<i>Leptonycteris nivalis</i>	14	0.083	8.3
<i>Pteronotus parnellii</i>	2	0.012	1.2
<i>Mormoops megalophylla</i>	1	0.006	0.6
<i>Choeroniscus godmani</i>	1	0.006	0.6
<i>Myotis californicus</i>	1	0.006	0.6
Total	168	1.000	100.0

5.4. Tipos de alimentación. De las 16 especies de murciélagos, 10 fueron insectívoras, tres nectarívoras, dos frugívoras y una hematófaga. El número de murciélagos insectívoros y frugívoros fue mayor en el bosque CP (n = 10, n = 2, respectivamente) que en bosque AQ (n = 3, n = 1, respectivamente). El número de murciélagos nectarívoros estuvo mejor representado en el bosque AQ (n = 3) que en el bosque CP (n = 2). La única especie hematófaga se capturó en el bosque CP (Cuadro 2.2).

5.5. Diversidad de especies. El índice de Margalef señaló una clara diferencia entre el bosque AQ ($D_{Mg} = 1.17$) y el bosque CP ($D_{Mg} = 2.28$), pero el índice de Simpson mostró que los resultados entre ambos bosques fueron parecidos (AQ - λ -*Simp* = 0.397, CP - λ -*Simp* = 0.469). Sin embargo, con el índice de Shannon se obtuvieron valores distintos entre el bosque AQ ($H' = 1.072$, $H'_{max} =$

1.946, $J' = 0.551$) y el bosque CP ($H' = 1.244$, $H'_{max} = 2.718$, $J' = 0.459$), pero estas diferencias no fueron significativas ($t = 1.956$, $gI = 490$, $t_{0.05} = 1.964$; cuadro 2.6).

Cuadro 2.5. Abundancia, abundancia proporcional y porcentaje de las especies capturadas en el bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

Especie	Abundancia	Abundancia proporcional	Porcentaje
<i>Sturnira ludovici</i>	311	0.666	66.6
<i>Tadarida brasiliensis</i>	63	0.135	13.5
<i>Anoura geoffroyi</i>	29	0.062	6.2
<i>Lasiurus cinereus</i>	28	0.060	6.0
<i>Eptesicus fuscus</i>	10	0.021	2.1
<i>Lasiurus blossevillii</i>	5	0.011	1.1
<i>Lasiurus intermedius</i>	5	0.011	1.1
<i>Pteronotus parnellii</i>	3	0.006	0.6
<i>Eptesicus furinalis</i>	3	0.006	0.6
<i>Myotis californicus</i>	3	0.006	0.6
<i>Myotis velifer</i>	3	0.006	0.6
<i>Mormoops megalophylla</i>	1	0.002	0.2
<i>Desmodus rotundus</i>	1	0.002	0.2
<i>Leptonycteris nivalis</i>	1	0.002	0.2
<i>Dermanura azteca</i>	1	0.002	0.2
Total	467	1.000	100.0

5.6. Coeficientes de semejanza. Los bosques AQ y CP comparten seis especies: *P. parnellii*, *M. megalophylla*, *L. nivalis*, *A. geoffroyi*, *S. ludovici* y *M. californicus*. De acuerdo con los coeficientes de Jaccard y Sorenson basados en presencia-ausencia de especies, entre ambos bosques se muestra baja semejanza ($C_j = 0.375$ y $C_s = 0.545$), los coeficientes basados en datos de abundancia de especímenes mostraron distintos valores, el de Sorenson ($C_{scuant} = 0.349$) señaló poca semejanza, pero el de Morisita-Horn ($C_{M-H} = 0.763$) mostró una mayor semejanza entre ambos bosques (Cuadro 2.6).

Cuadro 2.6. Valores de los índices de diversidad y coeficientes de semejanza para el bosque de *Abies-Quercus* y el bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

Tipos de bosque	Diversidad α							Diversidad β			
	S	A	D_{Mg}	λ -Simp	H'	H'_{max}	J	C_j	C_s	C_{scuant}	C_{M-H}
AQ	7	168	1.17	0.397	1.072	1.946	0.551				
CP	15	467	2.28	0.469	1.244	2.718	0.459				
CP-AQ								0.375	0.545	0.349	0.763

S = número de especies, A = total de individuos, índices de diversidad: D_{Mg} = Margalef, λ -Simp = Simpson, H' = Shannon, H'_{max} = máxima de Shannon, J = equidad de Pielou; coeficientes de semejanza: C_j = de Jaccard, C_s = de Sorenson, C_{scuant} = cuantitativo de Sorenson y C_{M-H} = Morisita-Horn.

La comparación de la riqueza de murciélagos de Carrizal de Bravo con otras zonas templadas del estado de Guerrero: Omiltemi (Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993), Los Morros (Taboada-Salgado, 2006) y Taxco (León-Paniagua y Romo-Vázquez, 1993), muestra una mayor semejanza con la comunidad de Omiltemi (Figura 2.4).

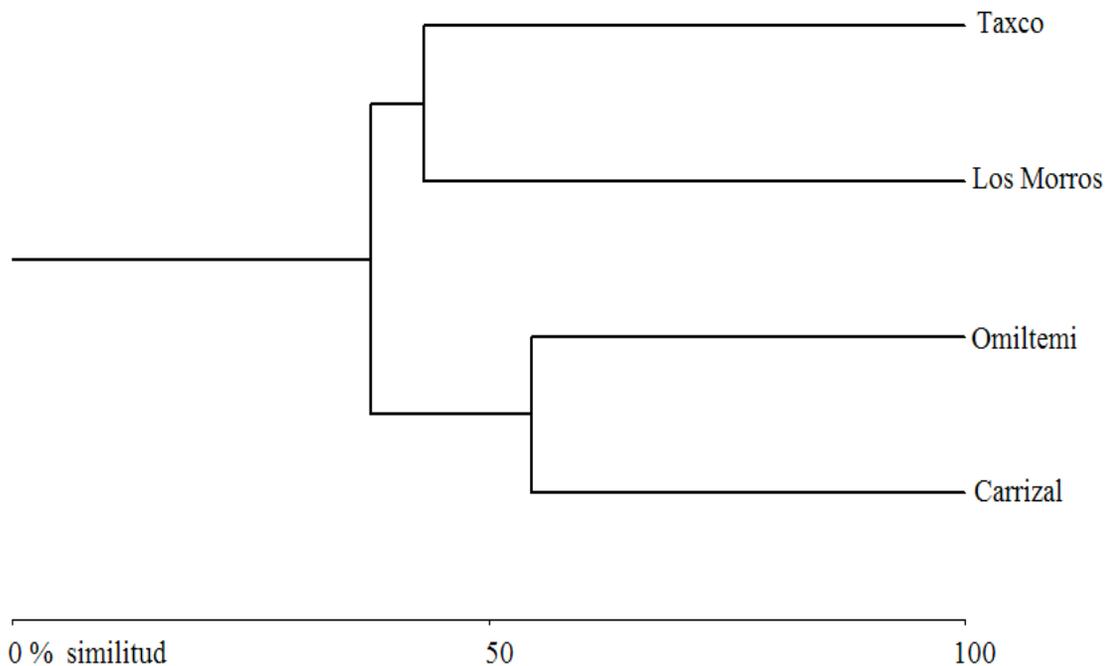


Figura 2.4. Dendrograma de semejanza (%) en la riqueza de murciélagos para cuatro áreas del estado de Guerrero.

6. Discusión y Conclusión

6.1. Curvas de acumulación

Con base en los tres modelos de acumulación utilizados para estimar el número de especies por tipo de bosque, se apreció que la riqueza de murciélagos aún no se encuentra totalmente representada. El modelo Bootstrap logró la estimación más parecida con los resultados obtenidos en este trabajo, sólo dos especies más en cada bosque, por lo tanto, es probable que tales especies pudieran encontrarse en alguna época del año o en algún estrato vertical del bosque. En cuanto a los modelos Exponencial y Chao2, la estimación obtenida para el bosque AQ fue 23% ($n = 9$) y 30% ($n = 10$) respectivamente, mayor a lo obtenido en campo, mientras que para el bosque CP fue 32% ($n = 22$) y 35% ($n = 23$) mayor; de acuerdo con lo anterior, será posible alcanzar la riqueza estimada ampliando la superficie en las unidades de muestreo e intensificando el esfuerzo de muestreo (mayor número de redes).

6.2. Riqueza

Este estudio es el primero en el estado de Guerrero que compara la riqueza y diversidad de murciélagos en dos tipos de bosque, así como de los pocos realizados en las zonas templadas de México; por lo tanto, no es adecuado compararlo con trabajos que existen cerca del ejido Carrizal de Bravo, como los realizados en Omiltemi (Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993) y Los Morros (Taboada-Salgado, 2006), ya que su objetivo principal fue integrar listados de los murciélagos o mamíferos en cada región, utilizando un mayor esfuerzo de captura y posiblemente abarcando más de dos tipos de vegetación.

La riqueza de especies obtenida en Carrizal de Bravo ($n = 16$) fue superior a lo señalado en Colombia para una zona templada (Pérez-Torres y Ahumada, 2004); la temperatura y altura sobre el nivel del mar fueron similares; pero el tamaño de las unidades de muestreo y su estado de conservación fueron diferentes a las de Carrizal de Bravo, donde además se realizó un mayor esfuerzo de muestreo. En contraste el trabajo de Iñiguez (1993) registró un mayor número de especies de murciélagos ($n = 27$) en la Estación Científica Las Joyas, pero esta diferencia se debe

principalmente a la variedad en tipos de vegetación muestreados, tamaño de las unidades de muestreo y metodología aplicada. Asimismo, la riqueza de murciélagos en zonas tropicales como el sur de Chiapas (n = 43): selva mediana y cultivos de café asociado a distintos tipos de manejo (Estrada-García *et al.*, 2006) y Los Tuxtlas (n = 39): fragmentos de selva perennifolia, cultivos de cacao y café, plantaciones de cítricos (Estrada y Coates-Estrada, 2001), fue mayor que en Carrizal de Bravo, probablemente debido a un mayor esfuerzo de muestreo y diferente metodología utilizada, así como una mayor disponibilidad de alimento para los murciélagos durante prácticamente todo el año (Emmons y Feer, 1997; Estrada y Coates-Estrada, 2001).

La diferencia en la riqueza de murciélagos entre el bosque AQ (n = 7) y el bosque CP (n = 15) se debe probablemente a la composición de especies vegetales y las características estructurales del bosque, ya que podrían ofrecerles una mayor variedad y disponibilidad de alimento, así como mejores sitios de percha y refugios. El número de especímenes fue mayor en el bosque CP (n = 467) que en el bosque AQ (n = 168), debido principalmente a la ubicación de las redes colocadas sobre las pozas y remansos de agua, sitios ideales para que los murciélagos obtengan agua y alimento (insectos). En febrero se registró la mayor riqueza y abundancia de murciélagos, tanto en el bosque AQ (n = 73) como en el bosque CP (n = 160); lo que coincide con la floración y fructificación de numerosas especies de árboles y arbustos (Capítulo I), así como con los movimientos migratorios registrados para *L. nivalis* (Villa, 1967; Kunz, 1982), *T. brasiliensis* (Villa, 1956; Wilkins, 1989) y *L. cinereus* (Cryan, 2003), realizados principalmente en busca de mejores condiciones climáticas y una mayor disponibilidad de alimento. Challenger (2003) ha señalado que al inicio de la época seca en bosques de pino, encino y selva baja caducifolia, disminuye el alimento para muchos animales, provocando que se dirijan hacia otro tipo de bosques, como el mesófilo de montaña, donde encuentran un mayor número de recursos.

Las familias Vespertilionidae (n = 7) y Phyllostomidae (n = 6) fueron las que presentaron el mayor número de especies. Se ha señalado que los murciélagos vespertilionidos son más abundantes en zonas templadas, mientras que los filostómidos lo son en las zonas tropicales (Glover, 1939; Villa, 1967); en Carrizal de Bravo estas familias prácticamente aportaron el mismo número de especies, lo cual puede deberse a que en esta localidad confluyen dos regiones biogeográficas con características de zonas templadas y tropicales (Fonseca *et al.*, 2001).

Proporciones similares de especies en ambas familias de murciélagos también se han registrado en las zonas templadas de Omiltemi (Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993), Sierra de Taxco (León-Paniagua y Romo-Vázquez, 1993) y Los Morros (Taboada-Salgado, 2006).

Sturnira ludovici fue la especie más abundante ($n = 388$) en el área de estudio, al igual que en la comunidad de Omiltemi (Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993) y la Sierra de Manantlán (Iñiguez, 1993). Fue registrada durante todos los períodos de muestreo, esta abundancia quizá se deba a que encuentra recursos alimenticios disponibles todo el año. Se ha señalado que algunas plantas de la familia Solanaceae (Lindner y Morawetz, 2006), entre ellas los arbustos del género *Solanum*, son parte importante de la dieta de esta especie (Fleming, 1986; García-Estrada *et al.*, 2006), lo cual coincide con la riqueza ($n = 9$) y abundancia (2,742 ind/ha) de estos arbustos en el área de estudio (Capítulo I). Por lo tanto, la mayor abundancia de *S. ludovici* en el bosque CP puede ser debida, a la alta densidad de estas plantas pertenecientes al género *Solanum* ($n = 1,990$ ind/ha).

Anoura geoffroyi fue la segunda especie más abundante ($n = 102$) en el área de estudio, en el bosque AQ se registraron 72 especímenes y 29 en el bosque CP; mientras que *L. nivalis* estuvo representada por 14 en el bosque AQ, y por uno en el bosque CP, lo que indica una preferencia por el bosque con mayor riqueza de especies de plantas, quizás porque encuentran una mayor variedad y cantidad de alimento.

Tadarida brasiliensis ($n = 63$), *L. cinereus* ($n = 28$), *E. fuscus* ($n = 10$), *L. blossevillii* ($n = 5$), *L. intermedius* ($n = 5$), *E. furinalis* ($n = 3$) y *M. velifer* ($n = 3$) fueron capturados sólo en el bosque CP, probablemente porque prefieren el bosque con una mayor densidad y cobertura del componente arbóreo, el cual proporciona alimento y refugio todo el año. Sin embargo, se ha mencionado que prefieren volar por encima del dosel (Freeman, 1981), y en zonas abiertas dentro del bosque donde se alimentan (Sherman, 1939); quizás por esta razón la abundancia de estas especies en el área de estudio fue baja cuando las redes se colocaron entre la vegetación y alta cuando las redes se colocaron en sitios abiertos como las orillas del río o sobre arroyos y pozas de agua (Medellín, 1993).

6.3. Diversidad

Los índices utilizados para medir la diversidad α (Margalef, Simpson, Shannon) señalaron que la comunidad de murciélagos en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP) fue más diversa, que la del bosque de *Abies-Quercus* (AQ). El índice de Margalef mostró la mayor diferencia entre ambos bosques, principalmente porque se basa en la riqueza específica de cada comunidad de murciélagos. El valor más alto del índice de Simpson se obtuvo en el bosque CP, debido quizás a que se encuentra influenciado por las especies más abundantes, como *S. ludovici* y *T. brasiliensis*, importantes en la dispersión y polinización de diversas especies vegetales, así como en el control de insectos. El índice de Shannon señaló que no existe una distribución equitativa entre riqueza y abundancia para ambas comunidades de murciélagos, por lo tanto, la diversidad de murciélagos entre ambos bosques no fue significativamente diferente; esto puede deberse a que el índice subestima la diversidad cuando se captura sólo un espécimen de cierta especie (Magurran, 1988), como fue el caso para: *M. megalophylla* (CP, AQ), *D. rotundus* (CP), *C. godmani* (AQ), *L. nivalis* (CP), *D. azteca* (CP) y *M. californicus* (AQ). Dichas especies probablemente no sean residentes del área de estudio y la visiten por alimento o refugio sólo en ciertas épocas del año. Los coeficientes para determinar la diversidad β con datos de presencia-ausencia y de abundancia proporcional mostraron baja semejanza entre tipos de bosque; En contraste el de Morisita-Horn indicó que las comunidades de murciélagos fueron más parecidas, probablemente por la influencia de la especie más abundante: *S. ludovici* (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Cabe resaltar que la mayoría de los murciélagos vespertilionidos no fueron registrados en el bosque AQ (con excepción de *M. californicus*), lo cual influyó en los valores de diversidad β ; estos murciélagos pudieron estar en algún otro sitio dentro del bosque, ya sea forrajeando, perchando, o quizás alimentándose arriba del dosel como se ha registrado en algunas regiones templadas de Norteamérica (Kalcounis *et al.* 1999).

Carrizal de Bravo presenta una mayor semejanza con Omiltemi (54.5%) compartiendo 12 especies de murciélagos, debido quizás a la cercanía de estas áreas, a condiciones parecidas en topografía, tipo de vegetación, y composición de especies vegetales; posteriormente con Los Morros (44.4%) por las características topográficas y de vegetación parecidas, además que

comparte especies de amplia distribución; por último, con la sierra de Taxco (35.3%) con la cual comparte principalmente especies de amplia distribución para México.

Considerando que para Guerrero se han descrito 70 especies de murciélagos en una superficie aproximada de 64,282 km², la riqueza y diversidad en Carrizal de Bravo fue elevada: 16 especies (23%) en una superficie de tan sólo 0.4 ha. La región Sierra Madre del Sur, posee diversas condiciones ambientales, tipos de vegetación y una variada topografía, características determinantes en la riqueza y diversidad de la fauna silvestre (Fa y Morales, 1993; Escalante *et al.*, 1993; Bernard, 2001).

7. Literatura citada

- Almazán-Catalán, J. A., C. Sánchez-Hernández y M. L. Romero-Almaraz. 2005. Registros sobresalientes de mamíferos del estado de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana* 2: 155-157.
- Bernard, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 115-126.
- Bouza, N. C y D. Covarrubias. 2005. Estimación del índice de diversidad de Simpson en “m” sitios de muestreo. *Revista de Investigación Operacional* 26: 187-195.
- Challenger, A. 2003. La situación actual del medio ambiente en Veracruz: los servicios ambientales y la conservación ecológica. Memorias del Primer Simposio-Taller Internacional sobre Servicios Ambientales en el estado de Veracruz, del 11 al 14 de mayo de 2003. Consejo Estatal de Protección al Ambiente del Gobierno del Estdo de Veracruz, Instituto de Ecología S.A. y Comisión Nacional Forestal, Huatusco, Veracruz.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 501 User's guide and application published at. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Covarrubias, M. D. 2007. Modelos de muestreo para la estimación de índices de diversidad. Tesis de Doctorado. Facultad de Matemáticas y Computación. Universidad de la Habana. La Habana, Cuba. 116 p.

- Cryan, P. M. 2003. Seasonal distribution of migratory tree bats (*Lasiurus* and *Lasionycteris*) in North America. *Journal of Mammalogy* 84: 579-593.
- Emmons, L. H. y F. Feer. 1997. Neotropical rainforest mammals. The University of Chicago Press, Chicago. 307 p.
- Escalante, P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. 1993. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. Pp. 279-304. *In*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). *Diversidad biológica de México: Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2001. Species composition and reproductive phenology of bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 17: 627-646.
- Fa, E. J. y L. M. Morales. 1993. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315-352. *In*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). *Diversidad biológica de México: Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Fleming, T. H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. Pp. 119-135. *In*: Estrada, A. y T. H. Fleming (eds.). *Frugivores and seed dispersal*. Dr. W. Junk Publishers – Dordrecht.
- Fonseca R. M., E. Velázquez y E. Domínguez. 2001. No.12. Carrizal de Bravos, bosque mesófilo de montaña. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). *Estudios florísticos en Guerrero*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 41 p.
- Freeman, P. W. 1981. Correspondence of food habits and morphology in insectivorous bats. *Journal of Mammalogy* 62: 166-173.
- García-Estrada, C., A. Damon, C. Sánchez-Hernández, L. Soto y N. Ibarra. 2006. Bat diversity in montane rainforest and shaded coffee under different management regimes in southeastern Chiapas, Mexico. *Biological Conservation* 132: 351-361.
- Glover, M. A. 1939. *Bats*. Dover Publications, New York. 368 p.
- Iñiguez, D. L. I. 1993. Patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos de la Sierra de Manantlán. Pp. 355-370. *In*: Medellín R. A. y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología. México, D. F.

- Jiménez-Almaraz, T., J. Juárez Gómez y L. León Paniagua. 1993. Mamíferos. Pp. 503-549. *In*: I. Luna Vega y J. Llorente-Bousquet (eds.). Historia natural del parque ecológico Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kalcounis, M. C., K. A. Hobson, R. M. Brigham y K. R. Hecker. 1999. Bat activity in the boreal forest: importance of stand type and vertical strata. *Journal of Mammalogy* 80: 673-682.
- Kunz, T. H. 1982. Ecology of bats. Plenum Press, New York. 425 p.
- León-Paniagua, L. y E. Romo-Vázquez. 1993. Mastofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero. Pp. 45-64. *In*: Medellín R. A. y G. Ceballos (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología. México, D. F.
- Lindner, A. y W. Morawetz. 2006. Seed dispersal by frugivorous bats on landslides in a montane rain forest in southern Ecuador. *Chiroptera Neotropical* 12: 232-237.
- Lukens, P. W. Jr. y W. B. Davis. 1957. Bats of the Mexican state of Guerrero. *Journal of Mammalogy* 38: 1-14.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- Martínez, L. y B. Villa R., 1940. Segunda contribución al conocimiento de los murciélagos mexicanos. II. Estado de Guerrero. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 11: 291-361.
- McAleece, N., P. J. D. Lambeshead, G. L. J. Paterson y J. D. Gage. 1997. BioDiversityPro, version beta. <http://www.sams.ac.uk/research/software>.
- Medellín, R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-354. *In*: Medellín R. A. y G. Ceballos (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología. México, D. F.
- Meza, L. y J. López G. 1997. Vegetación y mesoclimas de Guerrero. *In*: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca (eds.). Estudios florísticos en Guerrero. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 53 p.
- Montiel, S., A. Estrada y P. León. 2006. Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, Mexico: species richness, diversity and spatio-temporal dynamics. *Journal Tropical Ecology* 22: 267-276.

- Moreno, E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, España 1: 83 p.
- Morrison, D. W. 1978. Lunar phobia in a Neotropical fruit bat, *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Animal Behavior* 26: 852-855.
- Pérez-Torres, J. y J. A. Ahumada P. 2004. Murciélagos en bosques alto-andinos, fragmentados y continuos, en el sector occidental de la sabana de Bogotá (Colombia). *Facultad de Ciencias, Pontifica Universidad Javeriana, Universitas Scientiarum* 9: 33-46.
- Pielou, E. C. 1969. *An introduction to mathematical ecology*. Wiley, New York.
- Ramírez Pulido, J., M. C. Britton, A. Perdomo y A. Castro. 1986. *Guía de los mamíferos de México*. Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 720 p.
- Ramírez-Pulido J. y A. Castro-Campillo. 1990. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México, 1983-1988*. Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 120 p.
- Ramírez-Pulido J. y A. Castro-Campillo. 1994. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México, 1989-1993*. Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 216 p.
- Ramírez-Pulido J. y M. A. Armella. 1987. Activity patterns of neotropical, bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in Guerrero, México. *The Southwestern Naturalist* 32: 363-370.
- Ramírez-Pulido J., A. Castro-Campillo, M. A. Armella y A. Salome-Méndez. 2000. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México, 1994-2000*. Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 280 p.
- Ramírez-Pulido J., M. A. Armella y A. Castro-Campillo. 1993. Reproductive patterns of three neotropical bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in Guerrero, México. *The Southwestern Naturalist* 38: 24-29.
- Ramírez-Pulido, J., A. Martínez y C. Urbano. 1977. *Mamíferos de la Costa Grande de Guerrero, México*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 48: 248-292.
- Romero-Almaraz, M. L., C. Sánchez-Hernández., C. García-Estrada y R. D. Owen. 2000. *Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio*. Facultad de Ciencias e Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México,

y Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
151 p.

Sánchez, O. y G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomologica Mexicana* 75: 119-145.

Sherman, H. B. 1939. Note on the food of some Florida bats. *Journal of Mammalogy* 20: 103-104.

Taboada-Salgado, A. 2006. Contribución a la historia natural de los murciélagos de la comunidad de Los Morros municipio Leonardo Bravo, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero. 89 p.

Villa, R. B. 1956. *Tadarida brasiliensis mexicana* (Saussure), el murciélago guanero, es una subespecie migratoria. *Acta Zoológica Mexicana* 1: 1-11.

Villa, R. B. 1967. Los murciélagos de México. Su importancia en la economía y la salubridad, su clasificación, sistemática. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 91 p.

Wilkins, K. T. 1989. *Tadarida brasiliensis*. *Mammalian Species* 331: 1-10.

Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey. 663 p.

CAPÍTULO III

Relación entre la estructura de la vegetación y la
diversidad de murciélagos

Resumen

Se estudio la relación entre las características estructurales de los árboles y arbustos con la diversidad y distribución vertical de los murciélagos en la comunidad de Carrizal de Bravo, Guerrero. Se colocaron por tipo de bosque (*Abies-Quercus*: AQ; *Chiranthodendron-Persea*: CP) un total de seis redes de nylon de 9 m de largo por 2 m de alto, entre la vegetación del bosque y sobre cuerpos de agua, colocadas a diferentes alturas del suelo: 1 a 3 m, 3.5 a 5.5 m y 6 a 8 m, con una separación aproximada de 20 m entre cada red; se abrieron antes del anochecer y se mantuvieron abiertas seis horas, con revisiones cada 20 o 30 minutos. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP); para identificar aquellas variables de la vegetación que tuvieran mayor relación con la diversidad de murciélagos. Se determinó la diversidad en cada estrato vertical mediante el índice de Shannon (H') y la equidad (J), analizándose con la prueba de t a un nivel de significancia ajustado por el método de Bonferroni. Los datos obtenidos en campo para la vegetación y los murciélagos se agruparon por tipo de bosque, para la riqueza y abundancia de plantas por tipo de bosque y componente vegetal (arbóreo, arbustivo), así como para la riqueza y abundancia de murciélagos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los dos primeros componentes en cada bosque explicaron 64.3% (AQ) y 76.2% (CP) de la variabilidad total. Las variables con mayor peso relativo fueron altura y abundancia de árboles en el bosque AQ; y altura tando de arbustos como de árboles en el bosque CP. Se capturaron un total de 16 especies de murciélagos en ambos bosques: se registraron 15 especies (94%) en el estrato inferior, nueve (56%) en el medio, y seis (37.5%) en el superior, presentando la mayor diferencia los estratos inferior y superior. La diversidad entre estratos fue distinta en ambos tipos de bosque, siendo el estrato inferior el más diverso; lo cual podría ser debido al comportamiento de cada especie, disponibilidad de alimento y de espacios abiertos, así como características de los sitios de captura. La relación más clara con la vegetación se observó en los murciélagos *Leptonycteris nivalis*, *Anoura geoffroyi* y *Sturnira ludovici*, los cuales se alimentan de polen y diásporas de diversas especies vegetales que se distribuyen en los tipos de bosque muestreados en el área de estudio.

1. Introducción

Los murciélagos utilizan las plantas no sólo como alimento, sino también como corredores, espacios de protección y refugios. Cada mamífero se encuentra restringido a un hábitat determinado caracterizado por plantas con cierta forma de vida, tamaño, forma, densidad del follaje y patrón de ramificación, determinando la forma en que éstos viven en el bosque (Vaughan, 1988).

Se ha estudiado la estrecha relación que existe entre la cubierta vegetal y los murciélagos desde distintos puntos de vista, algunos trabajos han evaluado los efectos que ocasiona la fragmentación del bosque en la riqueza de los murciélagos (Medellín *et al.*, 2000; Bernard y Fenton, 2003; Montiel *et al.*, 2006); mientras que otros han analizado y comparado la diversidad y los patrones demográficos de los murciélagos en selvas modificadas por cultivos de café (García-Estrada *et al.*, 2006); sin embargo, la mayor parte de los estudios han descrito los hábitos alimenticios de algunas especies de murciélagos que se distribuyen en zonas tropicales (Bizerril y Raw, 1998; Zortéa, 2003).

La estructura vertical y horizontal del bosque influye de manera directa en la riqueza, distribución y abundancia de la fauna silvestre (DeWalt *et al.*, 2003). Sin embargo, es difícil definir claramente la relación que existe entre las características de la estructura de la vegetación con la diversidad de los murciélagos, debido principalmente a los pocos estudios realizados; no obstante, es razonable suponer que ésta relación es estrecha y dependiente, ya que los murciélagos encuentran una gran variedad de alimentos, sitios de percha, refugios y de apareamiento, en diversos espacios de la cubierta vegetal.

2. Antecedentes

Algunos estudios realizados en el estado de Guerrero han señalado que la riqueza de murciélagos se debe principalmente al estado de conservación de la vegetación (Ramírez-Pulido *et al.*, 1977; Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993), pero no se identificaron las especies vegetales en los sitios de

muestreo y tampoco se evaluaron características estructurales de la vegetación que pueden estar asociadas a la diversidad de murciélagos.

Desde hace 10 años se han realizado estudios que aportan información sobre la relación vegetación-murciélagos, describiendo principalmente la distribución vertical de éstos y los factores que intervienen en su diversidad. Entre estos estudios se encuentran las aportaciones de Hodgkison *et al.* (2004) quienes estudiaron la estratificación vertical de murciélagos frugívoros en las tierras bajas de Malasia, relacionándola con la estructura del hábitat, morfología de las alas y peso de los murciélagos. Estos autores encontraron que las diferencias morfológicas del ala (tamaño, forma) y el peso pueden ser significativas en su distribución vertical, porque brindan un vuelo más manejable; asimismo, señalaron que la heterogeneidad del hábitat puede ser otro factor importante en la diversidad de murciélagos porque ofrece diversos espacios para volar y alimentarse.

En África, en los bosques tropicales del Parque Nacional de Tai, Costa de Marfil, Henry *et al.* (2004) estudiaron la composición, abundancia y estratificación de una comunidad de murciélagos; no encontraron diferencias significativas en su distribución vertical; pero a nivel del dosel registraron diferencias en densidad y señalaron que la riqueza de especies y el éxito de captura fueron distintos durante las diferentes estaciones del año, debido principalmente a los patrones de lluvia y a las respuestas en el comportamiento de las especies.

En Europa, en Kaiserslautern, Alemania, Kusch *et al.* (2004) estudiaron las preferencias de hábitat y forrajeo de murciélagos insectívoros; concluyendo que la estructura horizontal del bosque no influye en su actividad y trayectoria, debido a que se alimentan en los distintos pisos verticales (entre el dosel y sobre el dosel), cambiando su actividad cuando la vegetación presenta una estructura más compleja.

En América del Norte, en Saskatchewan, Canadá, Kalcounis *et al.* (1999) estudiaron la actividad de murciélagos insectívoros en tres bosques templados con distinta composición de especies vegetales; encontrando que la mayor actividad de murciélagos se registró en bosques con mayor riqueza de especies vegetales, y que los murciélagos fueron más activos dentro y sobre el dosel

que en la parte baja del bosque. En América del Sur, en la selva del Amazonas, Brasil, Bernard (2001) estudió la estratificación vertical de una comunidad de murciélagos y señaló que su distribución fue heterogénea, debido principalmente a la disponibilidad de alimento y espacios abiertos.

En México, Medellín *et al.* (2000) evaluaron la diversidad de murciélagos y su relación con la diversidad y estructura de la vegetación para una selva, así como cultivos de cacao y maíz, en Chajul, Chiapas; encontrando que el número de especies raras y la diversidad de murciélagos se correlacionaron con algunas características de la vegetación; sin embargo, la abundancia de murciélagos no tuvo correlación con éstas características de la vegetación. También en México, García-Estrada *et al.* (2006) estudiaron las diferencias entre la diversidad α y β de una comunidad de murciélagos, evaluando cómo influyen los factores ambientales y la estructura de la vegetación en la riqueza de murciélagos para una selva mediana y plantaciones de café con cinco tipos de manejo en el sureste de Chiapas. Estos autores encontraron una correlación de las características estructurales de la vegetación (cobertura de hierbas; copa, área basal y número de árboles) con la diversidad de murciélagos, debido principalmente a la complejidad de la selva, la cual provee diversos recursos a los organismos que ahí habitan.

3. Objetivos e Hipótesis

Debido a que los estudios realizados son aun insuficientes, y a que en Guerrero particularmente en el ejido de Carrizal de Bravo no existen investigaciones que relacionen las características estructurales de la vegetación con la diversidad de murciélagos y su distribución vertical, los objetivos de este capítulo son:

1. Establecer la relación entre las características estructurales de los componentes arbóreos y arbustivos con la diversidad de murciélagos registrada en ambos tipos de bosque.
2. Determinar la distribución vertical de los murciélagos en cada tipo de bosque.

Con las siguientes hipótesis:

1. Las características estructurales del componente arbóreo, en comparación con las del arbustivo, tienen una mayor relación con la diversidad de murciélagos.
2. La distribución de murciélagos es distinta en cada estrato vertical de la vegetación.

4. Materiales y Métodos

El estudio se realizó en dos tipos de bosque: *Abies-Quercus* (AQ) y *Chiranthodendron-Persea* (CP), en el ejido Carrizal de Bravo. El muestreo, medición, recolecta, identificación y determinación de atributos estructurales de la vegetación se realizó de acuerdo con la metodología descrita en el Capítulo I, mientras que la captura e identificación de los murciélagos se llevó a cabo siguiendo la metodología señalada en el Capítulo II.

4.1. Características estructurales de la vegetación. Se obtuvieron un total de siete variables por tipo de bosque, de los árboles fueron: abundancia (AbunArb), altura (AltArb), área basal (AB) y cobertura (CoberArb); y de los arbustos: abundancia (AbunArbs), altura (AltArbs) y cobertura (CoberArbs). Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) por tipo de bosque para identificar aquellas variables de mayor relación con la diversidad de murciélagos.

4.2. Distribución vertical de los murciélagos. Las redes fueron colocadas en tres estratos verticales: inferior de 1 a 3 m (I); medio entre 3.5 y 5.5 m (M), superior de 6 a 8 m (S). Se determinó la diversidad en cada estrato vertical mediante el índice de Shannon (H') y la equidad (J), analizándose con la prueba de t a un nivel de significancia ajustado por el método de Bonferroni.

Índice de *Shannon*

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

donde: p_i = proporción de individuos en la i -ésima especie.

$$J = H'/H'_{\max}$$

donde : H' = valor del índice de diversidad,
 H'_{\max} = diversidad máxima calculada.

Para conocer el porcentaje de semejanza entre los tres estratos se obtuvo el coeficiente de *Jaccard*, el cual refleja las relaciones faunísticas mediante un dendrograma de agrupamiento. Los análisis estadísticos se realizaron mediante los programas BioDiversity Pro (McAleece, 1997) y SAS (SAS, Institute, Inc. 2001).

4.3. Relación entre vegetación-murciélagos. Los datos obtenidos en campo de la estructura vegetal y la diversidad de murciélagos fueron insuficientes para realizar un análisis estadístico robusto que permitiera respaldar la relación vegetación-murciélagos; por lo tanto, se utilizaron y agruparon los datos obtenidos en campo para la vegetación y los murciélagos por tipo de bosque. En un primer cuadro se agruparon la riqueza y abundancia de plantas por tipo de bosque y componente vegetal (arbóreo, arbustivo), así como la riqueza y abundancia de murciélagos; mientras que en un segundo cuadro se agruparon los valores estimados mediante componentes principales para las variables de vegetación y los valores obtenidos con el índice de Shannon para el bosque y los murciélagos, con el fin de observar si las variables tenían la misma secuencia (mayor/menor). También se consultaron los resultados obtenidos por Jiménez-Salmerón (2008), quien describió los hábitos alimenticios de los murciélagos filóstomidos y su relación con las plantas en esta zona de estudio.

5. Resultados

5.1. Características estructurales del bosque de *Abies-Quercus*. De acuerdo con los resultados de ACP, los dos primeros componentes explicaron 64.3% de la variabilidad total (Cuadro 3.1). En el componente principal uno (CP1) la variable con mayor peso relativo fue la altura de árboles (AltArb), en tanto que en el componente principal dos (CP2) la variable con mayor peso relativo fue la abundancia de árboles (AbunArb; cuadro 3.2).

Cuadro 3.1. Matriz de correlación de las características estructurales de la vegetación en el bosque de *Abies-Quercus*.

Variables	Valores propios	Matriz de correlación	
		Proporción de la varianza	Varianza acumulada
1	2.8509	0.4073	0.4073
2	1.6522	0.2360	0.6433
3	1.2278	0.1754	0.8187
4	0.7262	0.1038	0.9225
5	0.2841	0.0406	0.9631
6	0.2586	0.0369	1.0000
7	2.8509	0.4073	0.4073

Cuadro 3.2. Componentes principales y variables de la estructura de la vegetación en el bosque de *Abies-Quercus*.

Variables	Componentes principales	
	CP1	CP2
AbunArb	-.1563	0.6747
AltArb	0.5693	-.0616
AB	0.5572	-.0181
CoberArb	0.0111	-.2081
AbunArbs	-.3558	0.3560
AltArbs	0.2676	0.4059
CoberArbs	0.3773	0.4534

5.2. Características estructurales del bosque de *Chiranthodendron-Persea*. De acuerdo con los resultados de ACP, los dos primeros componentes explicaron 76.2% de la variabilidad total (Cuadro 3.3). En el componente principal uno (CP1) la variable con mayor peso relativo fue la altura de arbustos (AltArbs); en tanto que en el componente principal dos (CP2) la variable con mayor peso relativo fue la altura de árboles (AltArb; cuadro 3.4).

Cuadro 3.3. Matriz de correlación de las características estructurales de la vegetación en el bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

Variables	Valores propios	Matriz de correlación	
		Proporción de la varianza	Varianza acumulada
1	3.0719	0.4388	0.4388
2	2.2655	0.3237	0.7625
3	1.3417	0.1917	0.9542
4	0.3207	0.0458	1.0000
5	0.0000	0.0000	1.0000
6	0.0000	0.0000	1.0000
7	0.0000	0.0000	1.0000

Cuadro 3.4. Componentes principales y variables de la estructura de la vegetación en el bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

Variables	Componentes principales	
	CP1	CP2
AbunArb	0.4498	-.0759
AltArb	0.2257	0.5639
AB	0.2707	0.4609
CoberArb	0.4955	0.2974
AbunArbs	0.1940	-.3416
AltArbs	0.4993	-.2799
CoberArbs	0.3752	-.4243

5.3. Distribución vertical de murciélagos. Se capturaron un total de 16 especies en ambos bosques: 15 (94%) en el estrato inferior (I), nueve (56%) en el medio (M), y seis (37.5%) en el superior (S; cuadro 3.5).

Cuadro 3.5. Distribución vertical de murciélagos en dos tipos de bosque en Carrizal de Bravo.

Especie	Estrato			Total de especímenes
	I	M	S	
<i>Sturnira ludovici</i>	119	193	106	418
<i>Anoura geoffroyi</i>	49	40	13	102
<i>Tadarida brasiliensis</i>	56	6	1	63
<i>Lasiurus cinereus</i>	18	7	3	28
<i>Leptonycteris nivalis</i>	8	7		15
<i>Eptesicus fuscus</i>	7	3		10
<i>Myotis californicus</i>	5	1		6
<i>Pteronotus parnellii</i>	3	2		5
<i>Lasiurus blossevillii</i>	4		1	5
<i>Lasiurus intermedius</i>	4		1	5
<i>Eptesicus furinalis</i>	3			3
<i>Mormoops megalophylla</i>	2			2
<i>Desmodus rotundus</i>		1		1
<i>Dermanura azteca</i>	1			1
<i>Myotis velifer</i>	1			1
<i>Choeronyctus goldmani</i>	1			1
Riqueza	15	9	6	
Abundancia	281	260	125	
H'	1.744	0.922	0.581	
J	0.644	0.420	0.324	

I = inferior, M = medio, S = superior, H' = índice de diversidad de Shannon, J = equidad.

En el bosque de *Abies-Quercus* la mayor riqueza se registró en el estrato I ($n = 7$), seguido del M ($n = 4$) y S ($n = 2$), mientras que la mayor abundancia se presentó en el M ($n = 72$). *A. geoffroyi* y *S. ludovici* se registraron en los tres estratos, la primera fue más abundante en el I, y la segunda en el M (Cuadro 3.6). Aunque el índice de diversidad de Shannon mostró claras diferencias entre cada estrato, la diferencia más significativa se presentó entre los estratos I y S ($t = 4.697$, $gl = 94$, $t_{0.05} = 2.402$). Los estratos I y M compartieron cuatro especies (*P. parnellii*, *L. nivalis*, *A. geoffroyi*, *S. ludovici*) presentando el mayor porcentaje de semejanza (57.1%; figura 3.1).

Cuadro 3.6. Riqueza, abundancia y diversidad (H') de murciélagos capturados en tres estratos verticales del bosque de *Abies-Quercus*.

Especie	Estrato			Número de especímenes	Altura promedio
	I	M	S		
<i>Sturnira ludovici</i>	22	34	24	80	4.21
<i>Anoura geoffroyi</i>	32	30	11	73	3.48
<i>Leptonycteris nivalis</i>	7	7		14	2.83
<i>Pteronotus parnellii</i>	1	1		2	2.58
<i>Mormoops megalophylla</i>	1			1	2.40
<i>Choeronyctus goldmani</i>	1			1	2.00
<i>Myotis californicus</i>	1			1	2.40
Riqueza	7	4	2		
Abundancia	65	72	35		
H'	1.212	1.005	0.622		
J	0.623	0.725	0.898		

I = inferior, M = medio, S = superior, H' = índice de diversidad de Shannon, J = equidad.

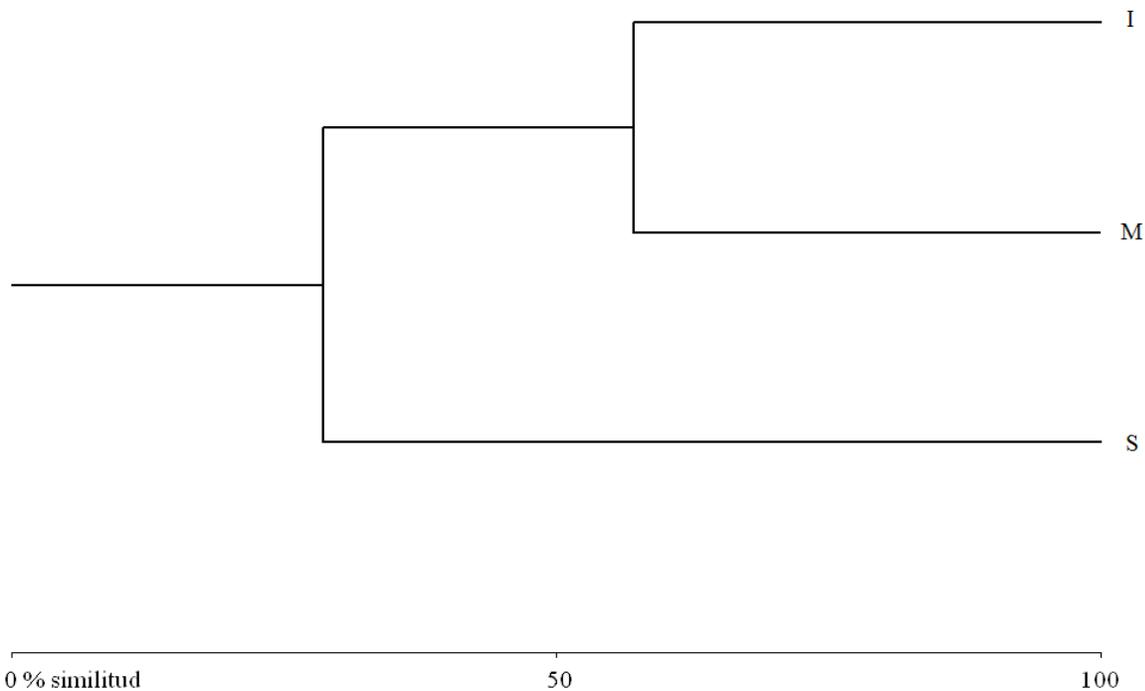


Figura 3.1. Dendrograma de similitud entre los estratos verticales en el bosque de *Abies-Quercus*.

En el bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP) la mayor riqueza y abundancia se registraron en el estrato I (n = 14; n = 216), seguido del M (n = 8; n = 188) y S (n = 6; n = 90). *A. geoffroyi*, *T. brasiliensis* y *L. cinereus* se registraron en todos los estratos, siendo más abundantes en el estrato I, mientras que *S. ludovici* también se registró en los tres estratos pero fue más abundante en el estrato M (Cuadro 3.7). El índice de diversidad de Shannon mostró claras diferencias entre cada estrato, sin embargo la diferencia más significativa fue entre los estrato I y S ($t = 8.741$, $gl = 175$, $t_{0.05} = 2.402$).

Cuadro 3.7. Riqueza, abundancia y diversidad (H') de murciélagos capturados en tres estratos verticales del bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

Especie	Estrato			Número de especímenes	Altura promedio
	1	2	3		
<i>Sturnira ludovici</i>	97	159	82	338	4.28
<i>Tadarida brasiliensis</i>	56	6	1	63	2.22
<i>Anoura geoffroyi</i>	17	10	2	29	2.84
<i>Lasiurus cinereus</i>	18	7	3	28	3.17
<i>Eptesicus fuscus</i>	7	3		10	2.85
<i>Lasiurus blossevillii</i>	4		1	5	2.94
<i>Lasiurus intermedius</i>	4		1	5	2.47
<i>Myotis californicus</i>	4	1		5	2.13
<i>Pteronotus parnellii</i>	2	1		3	2.50
<i>Eptesicus furinalis</i>	3			3	1.20
<i>Mormoops megalophylla</i>	1			1	1.20
<i>Desmodus rotundus</i>		1		1	3.95
<i>Leptonycteris nivalis</i>	1			1	1.20
<i>Dermanura azteca</i>	1			1	2.00
<i>Myotis velifer</i>	1			1	2.50
Riqueza	14	8	6		
Abundancia	216	188	90		
H'	1.652	0.680	0.433		
J	0.626	0.327	0.242		

I = inferior, M = medio, S = superior, H' = índice de diversidad de Shannon, J = equidad.

Los estratos I y M compartieron siete especies (*P. parnellii*, *A. geoffroyi*, *S. ludovici*, *T. brasiliensis*, *L. cinereus*, *E. fuscus*, *M. californicus*) presentando el mayor porcentaje de semejanza (46.6%; figura 3.2).

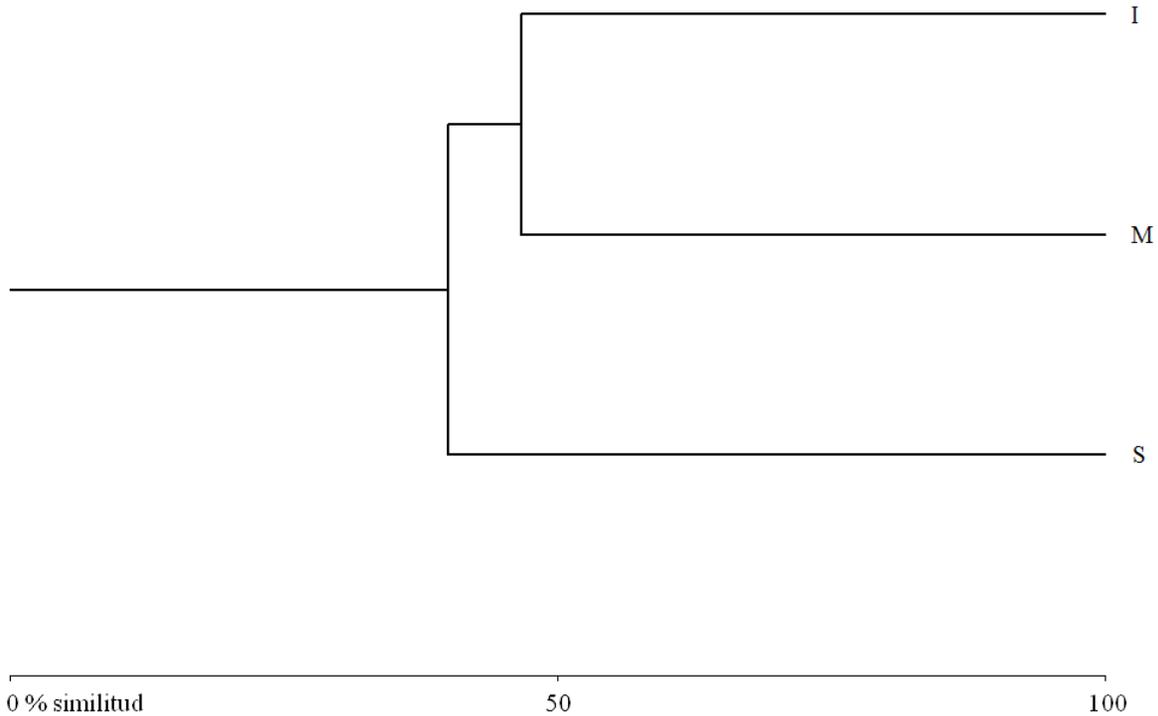


Figura 3.2. Dendrograma de similitud entre los tres estratos verticales del bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

5.4. Relación entre vegetación-murciélagos. En el bosque AQ se presentó la mayor riqueza y abundancia de especies vegetales, así como la mayor riqueza y abundancia de especies arbustivas. En contraste, el bosque CP tuvo la mayor riqueza y abundancia de especies arbóreas, así como la mayor riqueza y abundancia de murciélagos (Cuadro 3.8).

Cuadro 3.8. Número de especies y abundancia de individuos vegetales y de murciélagos en dos tipos de bosque.

	Tipo de bosque	
	AQ	CP
Vegetación		
Número de especies (Nsp)	63	51
Abundancia (Abun)	1747	1680
Nsp-Árboles	28	33
Abun- Árboles	175	279
Nsp-Arbustos	43	35
Abun-Arbustos	896	709
Murciélagos		
Número de especies	7	15
Abundancia	168	467

AQ = bosque de *Abies-Quercus*, CP = bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

De acuerdo con el índice de Shannon, en el bosque AQ se registró la mayor diversidad por tipo de bosque y por componente vegetal (arbóreo, arbustivo), así como dos de las cuatro variables con mayor peso en el análisis de componentes principales. Sin embargo, la mayor diversidad de los murciélagos se registró en el bosque CP (Cuadro 3.9).

Cuadro 3.9. Índice de diversidad y componentes principales de la vegetación y de murciélagos en dos tipos de bosque.

	Tipo de bosque	
	AQ	CP
Vegetación		
H' - Bosque	3.094	3.007
H' - Componente arbóreo	2.894	2.612
H' - Componente arbustivo	2.662	2.378
AbunArb	.6747	
AltArb	.5693	.5639
AltArbs		.4993
Murciélagos		

H' = índice de diversidad de Shannon, AbunArb = abundancia de árboles, AltArb = altura de árboles, AltArbs = altura de arbustos, AQ = bosque de *Abies-Quercus*, CP = bosque de *Chiranthodendron-Persea*.

6. Discusión y Conclusión

6.1. Distribución vertical de los murciélagos

En ambos tipos de bosque el estrato inferior registró la mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies, *D. rotundus* fue la única especie que no se capturó en este estrato. *S. ludovici*, *A. geoffroyi*, *T. brasiliensis* y *L. cinereus* se capturaron en todos los estratos, mientras que *E. furinalis*, *M. megalophylla*, *D. azteca*, *M. velifer* y *C. goldmani* se capturaron sólo en un estrato; ésta diferencia en diversidad entre estratos puede ser debida al comportamiento de cada especie (Henry *et al.*, 2004), disponibilidad de alimento y de espacios abiertos (Bernard, 2001), así como características de los sitios de captura (ver Capítulo II). Las redes colocadas en el estrato superior registraron la diversidad más baja de murciélagos, posiblemente porque se ubicaron en la parte del fuste limpio de los árboles (desprovisto de vegetación) donde se encuentran más expuestos a la depredación, o también debido a que el viento debido a mueve las redes y los murciélagos las detectan con mayor facilidad.

Los murciélagos filostómidos se capturaron en todos los estratos, principalmente en los estratos inferior y medio, quizás debido a la variedad en su dieta (polén, semillas, pulpa, insectos) que les permite encontrar alimento a distintas alturas y componentes del bosque (arbóreo, arbustivo, herbáceo). La mayor parte de los murciélagos vespertiliónidos se capturaron en el estrato inferior (*L. blossevillii*, *L. intermedius*, *E. furinalis*, *M. velifer*) y sólo *L. cinereus* fue capturado en los tres estratos, aunque con baja abundancia en sus poblaciones; esto probablemente se deba a que las especies de esta familia son más activos a nivel del dosel y sobre el dosel (Kalcounis *et al.*, 1999), donde prefieren perchar y alimentarse (Kusch *et al.*, 2004).

Sturnira ludovici se capturó en todos los estratos y fue la especie más abundante en ambos tipos de bosque, en promedio se capturaron a 4 m de altura en sitios con espacios abiertos y cercanos a la orilla del río. *A. geoffroyi* fue la segunda especie con mayor abundancia registrándose en todos

los estratos a una altura promedio de 3 m, en sitios con mayor densidad vegetal y frecuentemente en redes colocadas junto a arbustos como *Senecio schaffneri* en el bosque AQ. En el bosque CP, *T. brasiliensis* y *L. cinereus* se registraron en todos los estratos entre 2 y 3 m de altura en promedio, con frecuencia en pozas de agua rodeadas por abundante vegetación.

Los estratos inferior y medio presentaron la mayor semejanza en ambos tipos de bosque: en AQ compartieron cuatro especies (*P. parnellii*, *L. nivalis*, *A. geoffroyi*, *S. ludovici*) y en CP siete (*P. parnellii*, *A. geoffroyi*, *S. ludovici*, *T. brasiliensis*, *L. cinereus*, *E. fuscus*, *M. californicus*); las cuales no mostraron una preferencia por algún estrato, tal vez porque encontraron los recursos necesarios (alimento, refugio) en los distintos estratos y componentes del bosque.

6.2. Relación entre vegetación-murciélagos

La altura de árboles y arbustos en ambos tipos de bosque probablemente influyó en la distribución y riqueza de los murciélagos, debido a que les ofreció diversos refugios, sitios de percha y fuente de alimento (Bernard, 2001). La abundancia de árboles también ha sido señalada dentro de las características que influyen en la diversidad de murciélagos, ya que produce un bosque más complejo ofreciendo diversos recursos a los murciélagos para vivir y reproducirse (García-Estrada *et al.*, 2006).

En el bosque CP, tanto árboles como murciélagos presentaron la mayor riqueza de especies y abundancia de organismos, lo cual sugiere que el componente arbóreo ofreció un mayor número de recursos para los murciélagos en dicho tipo de bosque. Medellín *et al.* (2000) señalaron que existió correlación entre la diversidad de plantas y de murciélagos, pero la abundancia de éstos fue independiente de la diversidad vegetal, lo cual coincide con lo encontrado para la mayoría de las poblaciones de murciélagos capturados en los bosques del presente trabajo. Sin embargo, poblaciones como las de *S. ludovici* y *A. geoffroyi* pudieron ser favorecidas por el componente arbóreo ya que frecuentemente fueron capturadas en redes colocadas a 8 m de altura.

El tipo de bosque con menor diversidad de especies arbustivas presentó la mayor diversidad de especies de murciélagos, lo cual posiblemente dependió de los sitios donde fueron colocadas las

redes: pozas y remansos de agua (ver Capítulo II). Sin embargo, la diversidad y características estructurales de la vegetación son importantes para la diversidad y distribución de los murciélagos, debido a que éstos realizan sus funciones vitales (alimentación y reproducción) en los distintos componentes del bosque; así mismo, los murciélagos son fundamentales para el establecimiento y estructura de la vegetación (Fleming y Heithaus, 1981).

Las relaciones más importantes entre la vegetación y los murciélagos son por alimento, principalmente la riqueza y abundancia, así como su distribución vertical y horizontal (Medellín *et al.*, 2000; Bernard, 2001; Hodgkison *et al.*, 2004; García-Estrada *et al.*, 2006). De acuerdo con el trabajo de Jiménez-Salmerón (2008), los murciélagos *L. nivalis*, *A. geoffroyi* y *S. ludovici* se alimentan de polen y diásporas de diversas especies vegetales que se distribuyen en los tipos de bosque muestreados en el área de estudio.

L. nivalis se alimentó de granos de polen de *Chiranthodendron pentadactylon* en el bosque AQ, mientras que *A. geoffroyi* de polen de *C. pentadactylon* como de *Alnus* sp. en ambos tipos de bosque, además de polen de otras especies registradas en el área de estudio (*Pinus* sp.; *Agave* sp.). Esta relación vegetación-murciélagos es favorecida por la abundancia y distribución de *C. pentadactylon* en el área de estudio (Jiménez-Salmerón, 2008).

Jiménez-Salmerón (2008) encontró granos de polen de *C. pentadactylon*, así como diásporas de *Solanum aligerum* y *S. nigricans* como parte principal de la dieta de *S. ludovici*, que fue la especie más importante por su abundancia y distribución en ambos bosques (ver Capítulo II). Los arbustos del género *Solanum* se registraron en el estrato inferior (desde 1 m de altura) y los árboles de *C. pentadactylon* en el superior (a los 32 m).

7. Literatura citada

- Bernard, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 115-126.
- Bernard, E. y M. B. Fenton. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35: 262-277.

- Bizerril, M. X. A. y A. Raw. 1998. Feeding behaviour of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seed in Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 14: 109-114.
- DeWalt, S. J., S. K. Maliakal y J. S. Denslow. 2003. Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. *Forest Ecology and Management* 182: 139-151.
- Fleming, T. H. y E. R. Heithaus. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica* 13: 45-53.
- García-Estrada, C., A. Damon, C. Sánchez-Hernández, L. Soto y N. Ibarra. 2006. Bat diversity in montane rainforest and shaded coffee under different management regimes in southeastern Chiapas, Mexico. *Biological Conservation* 132: 351-361.
- Henry, M., P. Barreire, A. Gautier-Hion y M. Colyn. 2004. Species composition, abundance and vertical stratification of a bat community (Megachiroptera: Pteropodidae). *Journal of Tropical Ecology* 20: 21-29.
- Hodgkison, R., S. T. Balding, A. Zubaid y T. H. Kunz. 2004. Habitat structure, wing morphology, and the vertical stratification of Malaysian fruit bats (Megachiroptera: Pteropodidae). *Journal of Tropical Ecology* 20: 667-673.
- Jiménez-Almaraz, T., J. Juárez Gómez y L. León Paniagua. 1993. Mamíferos. Pp. 503-549. *In*: I. Luna Vega y J. Llorente-Bousquet (eds.). *Historia natural del parque ecológico Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jiménez-Salmerón, Y. Q. 2008. Relación de la vegetación con los gremios frugívoros y polinívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en Carrizal de Bravo, Guerrero. Tesis de Maestría, Postgrado Forestal, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 83 p.
- Kalcounis, M. C., K. A. Hobson, R. M. Brigham y K. R. Hecker. 1999. Bat activity in the boreal forest: importance of stand type and vertical strata. *Journal of Mammalogy* 80: 673-682.
- Kusch, J., C. Weber, S. Idelberger y T. Koob. 2004. Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoology* 53: 113-128.
- McAleece, N., P. J. D. Lambeshead, G. L. J. Paterson y J. D. Gage. 1997. BioDiversityPro, version beta. <http://www.nhm.ac.uk/science/projects/worldmap/>.

- Medellín, R. A., M. Equihua y M. A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14: 1666-1675.
- Montiel, S., A. Estrada y P. León. 2006. Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, México: species richness, diversity and spatio-temporal dynamics. *Journal of Tropical Ecology* 22: 267-276.
- Ramírez-Pulido, J., A. Martínez y C. Urbano. 1977. Mamíferos de la Costa Grande de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 48: 248-292.
- SAS Institute Inc. (2001). SAS. Release 8.1. Edition. North Carolina.
- Vaughan, A. T. 1988. Mamíferos. Northern Arizona University. 587 pp.
- Zortéa, M. 2003. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Biology* 63: 159-168.

CONCLUSIONES GENERALES

Conclusiones generales

1. En el bosque de *Abies-Quercus* (AQ) se recolectaron 1747 ejemplares, pertenecientes a 63 especies, 42 géneros y 34 familias; mientras que, en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP) se recolectaron 1680 ejemplares, pertenecientes a 51 especies, 34 géneros y 30 familias. La diversidad alfa fue mayor en el bosque AQ, sin embargo, la comparación mediante la prueba de t señaló que ambos fueron distintos, lo cual se confirma con los coeficientes utilizados para evaluar la diversidad β que mostraron una semejanza menor del 50%; debido a sus diferentes características ambientales (exposición, temperatura). La riqueza y diversidad de especies vegetales sobre todo arbustos, hierbas y trepadoras, fue mayor en el bosque AQ, probablemente a que existe mayores aperturas en el dosel que facilita su establecimiento y desarrollo.
2. En el bosque de *Abies-Quercus* el componente arbóreo estuvo conformado por 28 especies, de las cuales *Abies guatemalensis*, *Quercus laurina* y *Rumfordia floribunda* presentaron el mayor valor de importancia relativo (VIR), mientras que el componente arbustivo estuvo representado por 43 especies, los mayores VIR fueron para *Salvia mexicana*, *Xylosma flexuosum* y Asteraceae sp. 3. En este bosque se registraron los árboles con mayor altura conformado principalmente por *Abies guatemalensis*, *Quercus laurina* y *Quercus* sp. (42-28 m). El bosque de *Chiranthodendron-Persea* presentó mayor riqueza en el componente arbóreo ($n = 33$), de las cuales *Senecio schaffneri*, *Chiranthodendron pentadactylon* y *Persea americana* fueron las de mayor valor de importancia relativo (VIR). En el componente arbustivo se registraron 35 especies, de las cuales *Salvia mexicana*, *Solanum cervantesii* y *Salvia* sp., presentaron mayor VIR. Las especies de mayor altura fueron: *Alnus acuminata*, *Persea americana* y *Chiranthodendron pentadactylon* (36-25 m).
3. El componente arbóreo del bosque CP presentó la estructura horizontal más compleja: mayor número de especies, abundancia y área basal; mientras que, el componente arbustivo fue más complejo en el bosque AQ: mayor número de especies, abundancia y dominancia. En cuanto a la estructura vertical, en el bosque CP fue más compleja, al menos en los estratos alto y medio donde se registró el mayor número de especies y abundancia; mientras que, el estrato

bajo del bosque AQ fue más complejo ya que se registraron una mayor cantidad de especies y abundancia de ejemplares.

4. Se capturaron un total de 635 especímenes con 39 recapturas, pertenecientes a 16 especies, 12 géneros y cuatro familias. En el bosque de *Abies-Quercus* (AQ), se capturaron 168 especímenes, pertenecientes a siete especies, siete géneros y tres familias, y en el bosque de *Chiranthodendron-Persea* (CP) se capturaron 467 especímenes pertenecientes a 15 especies, 11 géneros y cuatro familias. Sin embargo, las funciones de acumulación de especies señalan que la riqueza en ambos bosques no está representada completamente. La familia con mayor número de especies fue Vespertilionidae. *Sturnira ludovici* fue la especie mejor representada en los dos tipos de bosque.
5. La diversidad alfa fue mayor en el bosque de *Chiranthodendron-Persea*, sin embargo, no hubo diferencias significativas. Mientras que la diversidad beta mostró baja semejanza entre los murciélagos de ambos bosques. Estas diferencias deben principalmente a las diversas características del ambiente y la vegetación de cada tipo de bosque, ya que les ofrece una mayor variedad y disponibilidad de alimento, así como mejores sitios de percha y refugios.
6. En ambos bosques el estrato inferior registró la mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies, *S. ludovici*, *A. geoffroyi*, *T. brasiliensis* y *L. cinereus* se capturaron en todos los estratos, mientras que *E. furinalis*, *M. megalophylla*, *D. azteca*, *M. velifer* y *C. goldmani* se capturaron sólo en un estrato, esta diferencia en la diversidad se debió principalmente a las características de los sitios de captura.
7. La estructura de la vegetación influye en la diversidad de murciélagos, principalmente en especies como *S. ludovici*, y *A. geoffroyi* que fueron las más representativas en el área de estudio. La relación más importante entre la vegetación y los murciélagos fue por alimento, ya que determina su riqueza, abundancia y la distribución vertical y horizontal. Los murciélagos *L. nivalis*, *A. geoffroyi* y *S. ludovici* se alimentaron de polen (*Chiranthodendron pentadactylon*; *Pinus* sp.; *Agave* sp) y diásporas (*Solanum aligerum* y *S. nigricans*) de diversas especies vegetales que se distribuyen en los tipos de bosque muestreados, área de estudio o región; contribuyendo a la polinización y distribución de algunas plantas.