

COMUNIDADES DE MURCIELAGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EN
POTRERO, GUAMIL Y BOSQUE MADURO, DE RIO DULCE, IZABAL

por

María Genoveva Rodríguez Castañeda

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades
Guatemala, 2000

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

COMUNIDADES DE MURCIELAGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EN
POTRERO, GUAMIL Y BOSQUE MADURO, DE RIO DULCE, IZABAL

Guatemala

2000

COMUNIDADES DE MURCIELAGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EN
POTRERO, GUAMIL Y BOSQUE MADURO, DE RIO DULCE, IZABAL

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

COMUNIDADES DE MURCIELAGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EN
POTRERO, GUAMIL Y BOSQUE MADURO, DE RIO DULCE, IZABAL

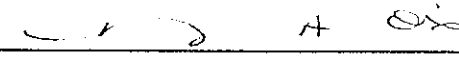


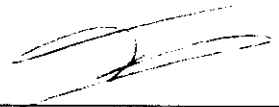
Genoveva Rodríguez Castañeda

Trabajo de investigación presentado para optar al grado
académico de Licenciatura en Biología

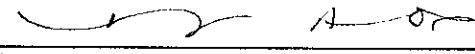
Guatemala 2000

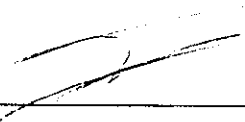
Vo. Bo.:

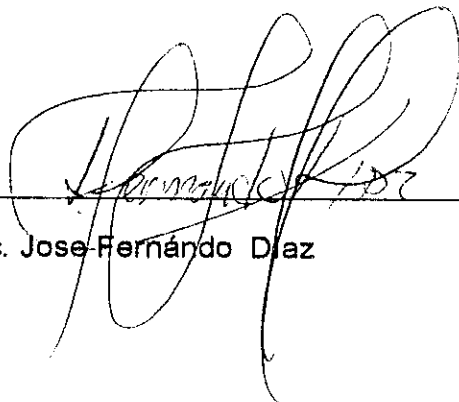
(f) 
Dra. Margaret Dix
Asesora

(f) 
Lic. Enio Cano
Asesor

Tribunal:

(f) 
Dra. Margaret Dix

(f) 
Lic. Enio cano

(f) 
Lic. Jose Fernando Diaz

Fecha de aprobación: 5, Octubre del 2000

PREFACIO

Esta tesis nace de la necesidad de realizar evaluaciones ecológicas que ayuden a la mejor toma de decisiones para la conservación. Trabajé con murciélagos porque han sido muy poco estudiados y en otros países lo consideran como un grupo adecuado para indicar grados de perturbación en un hábitat. Mi interés por los murciélagos nace desde el primer año de estudio universitario, notando lo importantes que son para la regeneración de bosques. Investigadores como Jorge Erwin López y Sergio Pérez me motivaron a seguir con el estudio de murciélagos, enseñándome a identificarlos y tomarles datos, así que al terminar mis cursos tenía claro que trabajaría con este grupo. En la preparación del modelo experimental de este trabajo fue muy valiosa la asesoría del Lic. Enio Cano, quien me guió hacia la forma de elaborar correctamente un estudio ecológico de murciélagos. Así decidí trabajar con las diferencias en las comunidades de murciélagos en tres distintos hábitats (Potrero, bosque en regeneración y bosque maduro). Dado a mi interés por el bosque Húmedo subtropical inundable, y gracias a que la división de investigación de FUNDAECO se inclinaba hacia esta misma zona de vida, logre hacer mi estudio en esta zona. Los sitios donde se realizó el estudio están ubicados en las fincas Black Creek y Salvador, son propiedad de Tito y Claudio Bassi. Luego para que la parte experimental de mi estudio pudiera ser realizada en un corto tiempo (9 días), fue indispensable la valiosa colaboración de Ingrid Arias, Alexis Cerezo, Edy Contreras, Miguel Angel Ramírez y Eileen Salguero, quienes pasaron horas de desvelo y mucho esfuerzo para la colecta de datos. Luego fue sencillo sentarme a analizar mis datos y sacar conclusiones acerca de la composición de las comunidades de murciélagos.

CONTENIDO

	Página
PREFACIO	iv
LISTA DE CUADROS	
LISTA DE GRAFICOS	
RESUMEN	xi
Capítulos	
I. Introducción	
Introducción	
A. Fragmentación de hábitat	13
B. Importancia de murciélagos como indicadores de fragmentación, pérdida de cobertura boscosa y altitud	15
C. Relaciones mutualistas entre murciélagos y plantas neotropicales	18
D. Area de estudio	22
E. Justificación	23
F. Objetivos	23
G. Hipótesis	24
II. Metodología	
A. Descripción de sitios de muestreo	25
1. Sitio 1	25
2. Sitio 2	27
3. Sitio 3	29
B. Diseño del muestreo	30
C. Análisis vegetacional	33
1. Estimación de porcentaje de cobertura de dosel	33
D. Análisis estadístico	34

III. Resultados	Página
A. Composición de las comunidades de murciélagos en potrero, guamil joven y bosque maduro de las Fincas Black Creek y Salvador	38
1. Riqueza de especies y número de individuos	38
a. Análisis por hábitat	40
b. Análisis por sitio de muestreo	41
2. Número de individuos de cada especie capturados en bosque maduro, guamil joven y potrero de los sitios 1, 2 y 3	41
3. Descripción de los hábitos de las especies de murciélagos colectados y los hábitats en que se encontraron. Incluyendo tipo de dieta, dormidero y hábitat en que se encontraron	42
4. Ordenamiento: Análisis de correspondencias rectificadas (DCA)	50
a. Especies generalistas	50
b. Especies que prefieren sitios poco perturbados	51
c. Especies que prefieren sitios perturbados	52
B. Análisis de la estructura de las comunidades de murciélagos en los hábitats potrero, guamil joven y bosque maduro	62
1. Riqueza de especies, número de individuos, Índices de biodiversidad y biomasa	62
2. Prueba de normalidad en la distribución de datos	63
3. Número de individuos	63
4. Riqueza de especies	64
5. Índice de diversidad de Shannon Wiener	64
6. Índice de diversidad de Brillouin	65
7. Biomasa,	65
8. Biomasa/individuo	66
9. Análisis de varianza no paramétrico de los datos	73
10. Correlaciones no paramétricas de la estructura de las comunidades de murciélagos con el porcentaje de cobertura de dosel	73
C. Curvas de acumulación de especies	75

IV. Discusión	Página
A. Diseño experimental	80
B. Composición de las comunidades de murciélagos	81
1. Riqueza de especies y número de individuos	81
2. Curvas de acumulación de especies	84
3. Número de individuos de cada especie capturados en bosque maduro, guamil joven y potrero de los sitios 1, 2 y 3	84
4. Ordenamiento: Análisis de correspondencias rectificadas(DCA)	86
a. Tendencias de todas las especies capturadas	86
b. Análisis de las especies generalistas	87
c. Análisis de las especies con preferencias a sitios no perturbados	88
d. Análisis de las especies con preferencias a sitios perturbados	91
C. Análisis de la estructura de las comunidades de murciélagos en potrero, guamil joven y bosque maduro.	92
1. Riqueza de especies, número de individuos, índices de biodiversidad y biomasa	92
2. Correlaciones no paramétricas de las comunidades de murciélagos con el porcentaje de cobertura de dosel	96
D. Murciélagos como indicadores biológicos	96
E. Deducciones de este trabajo sobre la conservación	100
V. Conclusiones	103
VI. Recomendaciones	105
VII. Bibliografía	107
VIII. Anexos	
Anexo I. Posición en la que se colocarán las redes de niebla	116
Anexo II. Foto satelar de la región de estudio, con la demarcación de los sitios de muestreo 1, 2, y 3	117
Anexo III. Diagrama idealizado de la distribución de los sitios de muestreo y disposición de las redes en los tres hábitats de cada sitio	118
Anexo IV. Boleta para la toma de datos	119

	Página
Anexo V. Boleta para el análisis vegetacional	120
Anexo VI. Boleta de toma de datos para análisis de cobertura de dosel	121
Anexo VII. Clave dicotómica para las especies de murciélagos encontradas en la finca Salvador y Black Creek, Río Dulce, Izabal	122
Anexo VIII. Listado de las especies encontradas y su número de ingreso a la Colección de mamíferos de la UVG	125
Anexo IX. Perfiles idealizados de vegetación	126
Anexo X. Listado de las especies de vegetación encontradas en los distintos hábitats de los sitios 1, 2, y 3	135

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Listado de plantas polinizadas y/o dispersas por murciélagos	20
2. Ubicación en coordenadas UTM, porcentaje de cobertura de dosel y distancia entre hábitats del primer sitio	25
3. Ubicación en coordenadas UTM, porcentaje de cobertura de dosel y distancia entre hábitats del segundo sitio	27
4. Ubicación en coordenadas UTM, porcentaje de cobertura de dosel y distancia entre hábitats del tercer sitio	29
5. Esfuerzo de captura para el inventario de las comunidades de murciélagos en tres distintos hábitats y para el mosaico total de los hábitats analizados	32
6. Listado de especies y número de individuos capturados en cada unidad de muestreo	39
7. Número de especies, número de individuos y número de especies únicas para bosque maduro, guamil joven y potrero	40
8. Número de especies que comparten los hábitats	40
9. Número de capturas y número de especies reportadas para cada sitio de muestreo	41
10. Listado de los murciélagos presentes en la Finca Salvador y Black Creek, el dormitorio, la dieta típica y en qué hábitat se capturó	49
11. Número de individuos, número de especies, índices de diversidad y biomasa para cada hábitat, en cada sitio	62
12. Prueba de Kolmogorov Smirnov para la normalidad de la distribución del número de especies, número e individuos, índice de diversidad de Shannon y Brillouin y biomasa	63
13. Ji cuadrado (X^2) para el análisis de Kruskal Wallis, para comparar el número de individuos, riqueza de especies, índice de Shannon Wiener (H'), índice de diversidad de Brillouin (H_B) y biomasa	73
14. Correlación por rangos de Spearman, entre porcentaje de cobertura de dosel, número de individuos y número de especies	74
15. Listado de la especie más abundante para cada hábitat y el porcentaje de capturas que se obtuvo para estas en el hábitat que fueron más abundante	74
16. Estimadores del máximo de especies Bootstrap y Jackknife, porcentaje de representatividad y número de especies estimado de cada unidad de muestreo	76

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
1. Análisis de correspondencias rectificado (DCA) para bosque maduro, guamil joven y potrero de los sitios 1, 2 y 3	53
2. Análisis de correspondencias rectificado (DCA). Muestra de la distribución de abundancia de <i>Glossophaga spp</i>	54
3. Análisis de correspondencias rectificado (DCA). Muestra de la distribución de abundancia de <i>Carollia brevicauda</i>	55
4. Análisis de correspondencias rectificado (DCA). Muestra de la distribución de abundancia de <i>Carollia perspicillata</i>	56
5. Análisis de correspondencias rectificado (DCA). Muestra de la distribución de abundancia de <i>Sturnira lilium</i>	57
6. Análisis de correspondencias rectificado (DCA). Muestra de la distribución de abundancia de <i>Artibeus lituratus</i>	58
7. Análisis de correspondencias rectificado (DCA). Muestra de la distribución de labundancia de <i>Artibeus jamaicensis</i>	59
8. Análisis de correspondencias rectificado (DCA). Muestra de la distribución de abundancia de <i>Dermanura spp</i>	60
9. Análisis de correspondencias rectificado (DCA). Muestra de la distribución de abundancia de <i>Desmodus rotundus</i>	61
10. Diagrama de cajas que presenta la distribución del número de individuos de murciélagos capturados en bosque maduro, guamil y potrero	67
11. Diagrama de cajas que presenta la distribución del número de especies de murciélagos capturados en bosque maduro, guamil y potrero	68
12. Diagrama de cajas que presenta la distribución del índice de Shannon, para las comunidades de murciélagos, capturados en bosque maduro, guamil y potrero	69
13. Diagrama de cajas que presenta la distribución del índice de Brillouin, para las comunidades de murciélagos, capturados en bosque maduro, guamil y potrero	70
14. Diagrama de cajas que presenta la distribución de la biomasa de los murciélagos, capturados en bosque maduro, guamil y potrero	71
15. Diagrama de cajas que presenta la distribución de la relación biomasa /individuo de los murciélagos, capturados en bosque maduro, guamil y potrero	72
16. Curva de acumulación de especies para bosques maduros 1 a 3	77
17. Curva de acumulación de especies para guamiles juvenes 1 a 3	78
18. Curva de acumulación de especies para potreros 1 a 3	79

RESUMEN

En Guatemala, el bosque tropical estacionalmente inundable de las áreas planas de la zona de Izabal está reducido a pequeños fragmentos. Estos, en la mayoría de casos, están aislados por una matriz de potreros, cultivos y bosques de crecimiento secundario. Los bosques naturales maduros quedan entonces como pequeños parches, que cada año van reduciéndose en tamaño.

Es importante conocer el efecto que tiene la pérdida de bosque sobre la fauna y el papel que juega la fauna en la regeneración de los bosques, para tomar medidas efectivas para su conservación. Los murciélagos son buenos indicadores de perturbación de hábitat. Son considerados como agentes claves en la regeneración de bosques neotropicales y representan el 53% de las especies de mamíferos en Guatemala.

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar si existe un cambio significativo en la estructura y composición de las comunidades de murciélagos debido a la pérdida de hábitat y comparar los habitats: potrero, bosque de regeneración secundaria (guamil) y bosque maduro. Se escogieron tres sitios y en cada uno se hizo un muestreo simultáneo en los tres habitats. Para cada hábitat se evaluaron: su riqueza y la abundancia de especies.

En total se capturaron 420 murciélagos repartidos en 29 especies, lo que coloca al departamento de Izabal como una de las regiones estudiadas más diversas para murciélagos en Guatemala.

El análisis de correspondencias sin tendencia (DCA) muestra una separación clara entre los habitats perturbados y los no perturbados. Además se encontraron especies tales como *Artibeus lituratus* y *Sturnira lilium*, que están más asociadas a habitats perturbados, mientras que *Carollia brevicauda* es más abundante en bosques maduros y guamiles. Hubo una alta correlación entre cobertura boscosa y la abundancia y la riqueza de especies. Los resultados de este trabajo sugieren que algunas especies, tales como *Carollia brevicauda*, *Sturnira lilium* y *Artibeus jamaicensis*, por su abundancia y alta tasa de captura, son un grupo útil para el monitoreo del efecto de la pérdida de hábitat sobre las especies de murciélagos.

I. INTRODUCCION

El área de bosques tropicales, estacionalmente inundables, conocidos como "bajos" del área de Izabal ha estado sujeta a deforestación extensiva, la que ha dejado, en la actualidad, parches de bosques maduros aislados, dentro de una matriz que contiene distintos habitats. La matriz está compuesta principalmente por potreros, cultivos de banano y maíz, guamiles y bosques maduros (Cerezo com. pers, 1999; obs. pers, 2000). En este trabajo se evaluó el efecto que tiene el cambio de hábitat, representado por potrero, guamil y bosque maduro sobre la estructura y composición de las comunidades de murciélagos.

A. Fragmentación de hábitat

El bosque húmedo tropical cálido es uno de los ecosistemas más diversos y complejos del mundo y es uno de los más amenazados. La FAO (1997) calculó una pérdida de 129,100 km² anuales de bosques tropicales en países subdesarrollados, de los cuales 56,900 km² pertenecen a América Latina y el Caribe. En el neotrópico, la pérdida de cobertura de bosque tropical ha dejado una matriz de distintos habitats como potreros, cultivos, bosques de regeneración secundaria y los habitats no perturbados como bosques bajos, bosques riberaños, bosques inundables, y demás ecotonos. En Centroamérica la rotación de cultivos es la actividad dominante en el uso de la tierra y un principal causante de deforestación.

La conversión de bosque a tierra de cultivos ocurre usualmente por pedazos. Los agricultores paulatinamente cortan los árboles de bosques continuos para sus cultivos. Así el bosque se va convirtiendo en un mosaico de pequeños cultivos (usualmente de maíz), seguido de campos en varios estadios de sucesión y parches remanentes de bosque maduro (Schulze *et al.* , 2000).

Fragmentación se define como la subdivisión de algo continuo en pedazos de menor tamaño (Real Academia Española, 1992). En los habitats naturales, este fenómeno puede ser causado por varias razones: agricultura, manejo forestal inadecuado, urbanización y cambios climáticos. La fragmentación tiene dos efectos principales, el primero y probablemente el más obvio, es la reducción total del área de hábitat original y el segundo es el efecto de borde, generado entre el hábitat original y el alterado por el hombre (Botkin y Keller, 1997).

La pérdida de área total del hábitat original afecta tanto a la flora como a la fauna de un ecosistema. Ciertas especies son adaptables y muchas veces favorecidas por habitats perturbados, mientras otras especies son inadaptables a tales cambios. Esto genera, en muchos casos, el desplazamiento de las especies especialistas por especies generalistas o más adaptables a los habitats perturbados. Este efecto de la pérdida de habitats naturales sobre la flora y la fauna es cuantificable no sólo en el número de especies presentes sino también en la abundancia relativa de las poblaciones (Botkin y Keller, 1997).

Las comunidades tropicales son más susceptibles a la pérdida de diversidad que las comunidades en zonas templadas, ya que las especies tropicales están típicamente distribuidas en densidades menores, su rango de distribución no es muy grande y frecuentemente sus capacidades de dispersión son inferiores (Botkin y Keller, 1997).

Villard *et al.* (1999) afirman que la fragmentación en los bosques tropicales afecta la abundancia, movimiento y persistencia de ciertas aves. También produce cambios en la amplitud de las fluctuaciones de las poblaciones, el patrón de actividad y el área de forrajeo en aves e insectos polinizadores (Feisinger, 1983; Aizen y Feisinger, 1994; Kalko *et al.* 1999).

Las especies sensibles a la fragmentación son típicamente especialistas para cierto hábitat que difícilmente cruzan los límites de éste (Klein, 1989; Laurance, 1994). El aislamiento de remanentes de bosque y, por ende, el efecto que tiene la fragmentación en las poblaciones animales, depende fuertemente de la matriz de habitats que presenta el paisaje y de la adaptabilidad de las especies a estos cambios de paisajes (Debinski y Holt, 2000).

El segundo efecto principal de la fragmentación es el efecto de borde. Este causa cambios microclimáticos e incrementa la turbulencia del viento en los bosques tropicales (Turton y Freiburger, 1997; Ferreira y Laurance, 1997). Esto, a su vez, aumenta el índice de mortandad de los árboles (Ferreira y Laurance, 1997). También se ha determinado que la pérdida de biomasa sobre el nivel del suelo en bosques fragmentados es mayor en los bordes que en el centro. Esto sugiere que la forma de los fragmentos de bosque también se debe tomar en cuenta para la conservación de la flora y la fauna (Laurance *et al.*, 1997).

Varias especies tropicales han evolucionado juntas y han generado mutualismos complejos como lo son las relaciones entre polinizador y planta, dispersor de semillas y planta y parásito y hospedero. Estas relaciones también se están viendo afectadas por la fragmentación, ya que la extinción local de una de estas especies involucra inevitablemente la extinción de la otra (Howe, 1984; Aizen y Feisinger, 1994).

B. Importancia de los murciélagos como indicadores de fragmentación, pérdida de cobertura boscosa y altitud.

Es importante realizar estudios con murciélagos, ya que en ecosistemas tropicales húmedos este grupo abarca aproximadamente el 50% de las especies de mamíferos (Estrada *et al.* 1993a). En Guatemala, es el grupo más numeroso

en especies de mamíferos, ya que constituyen el 53% del total de mamíferos registrados (López, 1992).

Según Fenton et al. (1992), la mayoría de murciélagos caza en gran variedad de habitats y unas especies son más especializadas que otras. Los autores subrayan la necesidad de generar datos poblacionales para habitats específicos de estas especies. En estudios hechos en la península de Yucatán, México y en São Paulo, Brasil se encontró que la familia Phyllostomidae, en especial la subfamilia Phyllostominae, parece tener un gran potencial como indicador de perturbación de hábitat debido a la fidelidad de ciertas especies a bosques no perturbados, como es el caso de *Carollia perspicillata* y *Micronycteris* spp. (Fenton, et al. 1992; Pedro et al. 1996).

En su evaluación del efecto de potreros, cultivos de café, cítricos, cacao y cultivos mixtos sobre los murciélagos de la región del sur de México, Estrada et al. (1993) encontraron que, mientras especies como *Carollia brevicauda*, *Pteronotus parnellii*, *Sturnira liliium*, *Vampyrodes cracchioli*, *Artibeus jamaicensis*, *Dermanura tolteca* y *Dermanura phaeotis* habitan comúnmente en bosque maduro, bosque secundario y cultivos ninguna de estas especies aparece en potreros. Sugirieron que estos habitats son inadecuados para murciélagos ya que no tienen la suficiente cobertura boscosa, recursos alimenticios y perchas, tanto para comer como para el descanso diurno.

También observaron que, en estos sitios tan descubiertos, existe alto riesgo de ser depredados por la lechuza, *Tyto alba* Chubb, o el gavilán murcielaguero, *Falco ruficularis* Ridgway (Fenton y Fleming, 1976; Estrada et al., 1993a). Las especies como *Diclidurus virgo* Thomas y *Leptonycteris curasoae* Martínez y Villa únicamente se encontraron en bosques maduros (Estrada et al., 1993b).

Los factores que influyen en la distribución y en la abundancia de las poblaciones de murciélagos no son obvios. La especificidad alta en sitios para perchar, tanto para comer como para su estadío durante el día, parece ser el factor principal (Tamsitt, 1967). El área que los murciélagos abarcan en el forrajeo y la accesibilidad de alimento también limita su distribución (Kalko et al. 1999).

La distribución elevacional de las especies de murciélagos varía, pero la mayoría de especies no parece ser tan fiel a un estrato altitudinal, más parece responder a la disponibilidad de recursos alimenticios (Valle, 1997). Para Guatemala, en los sitios más fríos como Zunil, Quetzaltenango, López (1992) encontró cierta estratificación en las especies de murciélagos como: *Platyrrhinus helleri* Peters, *Uroderma bilobatum* Davis y *Centurio senex* Gray que no sobrepasaron los 1500 msnm. Por otro lado, *Pteronotus davyi* Thomas, *Dermanura azteca* Andersen y *Natalus stramineus* Dalquest y Hall se mantuvieron entre los 1750 y los 2500 msnm. Sus muestreos se tomaron en cultivos de café, cardamomo y en partes de bosque nuboso perturbado, en donde aún se encontraron especies sensibles a la perturbación. Estos resultados concuerdan, en parte, con el trabajo de Estrada et al. (1993b) quien observó que los cultivos como el café con sombra conservan la riqueza y abundancia de murciélagos, incluidas especies sensibles y que cultivos como el cacao y cítricos reducen la riqueza y abundancia de especies, además de carecer de especies sensibles.

C. Relaciones mutualistas entre murciélagos y plantas.

Los murciélagos tienen una fuerte relación coevolutiva con las plantas. De manera que ellos, no sólo influyen la estructura y regeneración boscosa, sino que también tienen cierta influencia sobre la época de floración y fructificación de muchas plantas centroamericanas (Baker, 1963; Janzen, 1967; Heithaus *et al.*, 1975).

La dispersión de semillas es sólo el primer paso para determinar la estructura y abundancia de plantas en un bosque (Vásquez-Yanes *et al.* 1975). Los murciélagos, a diferencia de muchos otros animales, proveen una dispersión de alta calidad debido a que:

1. rara vez destruyen las semillas que pasan por su tracto digestivo,
2. suelen comer únicamente frutos maduros con semillas maduras y
3. frecuentemente descargan las semillas en áreas abiertas que son poco visitadas por otros agentes de dispersión.

Así, las semillas dispersadas tienen más probabilidad de germinar y sobrevivir ya que los depredadores de semillas, normalmente se concentran cerca de altas concentraciones de semillas. De esta manera, los murciélagos mantienen la heterogeneidad y la composición de bosques maduros y contribuyen a la regeneración de bosques en tierras deforestadas (Fleming y Heithaus, 1981; Morán, 1989).

En el neotrópico, los murciélagos son dispersores de semillas de plantas de regeneración secundaria y de plantas de bosque maduro (ver Cuadro. 1).

Se estima que más de 500 especies de plantas de América tropical son polinizadas principalmente por murciélagos.

La subfamilia Glossophaginae se alimenta casi exclusivamente de néctar y viaja largas distancias para buscar plantas con un alto contenido de hexosa y sacarosa, además de ser bastante fiel a sus fuentes de polinización (Baker et al., 1998). Las especies neotropicales polinizadas principalmente por murciélagos se listan en el Cuadro. 1.

Cuadro 1. Plantas tanto típicas de bosque maduro como de regeneración secundaria, visitadas por murciélagos neotropicales por su néctar o frutos.

Plantas	Polinizada	Semillas dispersas	Citas bibliográficas
Plantas de regeneración 2º			
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bert.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975; Morrison, 1978a.; Baker <i>et. al.</i> , 1998;
<i>Chlorophora tinctoria</i> L.		x	Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Fleming y Heithaus, 1981; Santos <i>et. al.</i> , 1997
<i>Crescentia alata</i> H.B.K.	X		Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Crescentia cujete</i> L.	X		Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Inga vera</i> Willd.	X		Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Muntingia calabura</i> L.		x	Howell y Burch, 1974; Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975; Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Santos <i>et. al.</i> , 1997; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Solanum</i> spp.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975; Heithaus <i>et. al.</i> , 1975
<i>Spondias mombin</i> L.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975; Morrison, 1978a.
<i>Piper auritum</i> H.B.K.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975; Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Piper hispidum</i> Sw.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975
<i>Piper sanctum</i> (Miq.) Schlecht.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975
<i>Piper amalago</i> L.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975; Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Fleming y Heithaus, 1981
<i>Pseudobombax ellipticum</i> (H.B.K.) Dugand.	x		Eguiarte <i>et. al.</i> , 1987
<i>Vismia</i> sp.		x	Gorchov <i>et. al.</i> , 1995
Plantas de bosque maduro			
<i>Annona muricata</i> L.		x	Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Andira inermis</i> Swartz.		x	Heithaus <i>et. al.</i> , 1975

Plantas	Polinizada	Semillas dispersas	Citas bibliográficas
<i>Anthurium</i> sp.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975; Gorchov <i>et. al.</i> , 1995
<i>Bauhinia</i> spp.	x		Heithaus <i>et. al.</i> , 1975, Baker, <i>et. al.</i> , 1998
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.		x	Howell y Burch, 1974; Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975
<i>Ceiba pentandra</i> L.	x		Howell y Burch, 1974; Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Ceiba aescutifolia</i> H.B.K.	x		Heithaus <i>et. al.</i> , 1975
<i>Cynometra retusa</i> Britt. & Ross.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne & Panch.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975
<i>Ficus</i> spp.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975; Morrison, 1978a. August, 1981; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Hymenea courbaril</i> L.	x		Howell y Burch, 1974; Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Inocarpus</i> sp.	x		Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Lemaireocereus</i> sp.	x		Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Manilkara chicle</i> (Pittier) Gilly.	x	x	Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Marcgravia</i> sp.	x		Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Mucuna</i> sp.	x		Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Ochroma lagopus</i> Swartz.	x		Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Ocotea</i> sp.		x	Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Opuntia</i> spp.	x		Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Bombacopsis</i> spp.	x		Heithaus <i>et. al.</i> , 1975;
<i>Piper</i> spp.		x	Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Fleming y Heithaus, 1981
<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975
<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i> Donn. Smith.	x		Vázquez-Yanes, 1975
<i>Quararíbea funebris</i> (La Llave) Vischer.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975
<i>Rheedia edulis</i> Triana & Planch.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975
<i>Spondias mombin</i> L.		x	Heithaus <i>et. al.</i> , 1975; Baker <i>et. al.</i> , 1998
<i>Turpinia pinnata</i> Schlecht.		x	Vázquez-Yanes <i>et. al.</i> , 1975

D. Area de Estudio.

El estudio se realizó en las fincas Black Creek y Salvador ubicadas en el municipio de Río Dulce, Izabal, Guatemala, y tiene acceso por el Calix Creek. Estas fincas colindan al sur con la reserva natural Chocón Machacas (Anexo II), tienen una altitud aproximada de 8 msnm y juntas conforman una extensión de 25 caballerías. Son principalmente de vocación ganadera, los potreros están separados unos de otros por cercos vivos, donde la especie más común es el madre cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.). En algunos potreros existen ciertas especies de árboles grandes, generalmente solitarios, que se utilizan como sombra para el ganado (e.g. *Celiba pentandra*). Algunos potreros se han abandonado, debido a la reducción de la producción ganadera. Esto ha permitido la regeneración natural de éstos que se han transformado en guamiles jóvenes (de 2-5 años) y guamiles maduros (de 6 años en adelante). Las fincas también tienen regiones de cultivos de café, hule y sitios de bosque maduro (ver Anexo II).

En una evaluación rápida del sitio hecha por A. Cerezo, se encontraron tanto aves indicadoras de potreros y bosques perturbados como aves de bosque maduro. Tanto su topografía uniformemente plana, como la variabilidad de habitats de este lugar lo hacen un sitio interesante para conducir estudios sobre el efecto del cambio de hábitat en comunidades de fauna (Cerezo, com. pers. 1999).

E. Justificación

No se han realizado trabajos en Guatemala sobre la respuesta de las comunidades de murciélagos a la pérdida constante de bosques y cambios de habitats. Es básico hacerlo ya que este taxón tiene un papel muy importante en la dinámica de bosques maduros y en la regeneración de bosques secundarios.

Si no se toma en cuenta este taxón en la conservación, se corre riesgo de que varias especies de murciélagos que representan el 53% del total de mamíferos en Guatemala, se extingan. Se produciría como consecuencia a estas extinciones, la extinción de todas las especies de plantas tropicales con las que los murciélagos mantienen relaciones de simbiosis y mutualismo. Por otro lado, los murciélagos se están empezando a utilizar como indicadores de perturbación de hábitat y priorización de áreas protegidas, por lo que es importante evaluar en Guatemala el estado de las comunidades y cómo se ven afectadas por la pérdida de hábitat. Los resultados de este trabajo pretenden proveer información sobre la utilidad de los murciélagos en la priorización de conservación y en el manejo de bosques estacionalmente inundables de Guatemala.

F. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es correlacionar el efecto que tienen los tres distintos habitats: Potrero, guamil y bosque maduro sobre las comunidades de murciélagos.

Los objetivos generales de este trabajo son:

1. Conocer las relaciones en riqueza de especies, número de individuos, diversidad y biomasa de las especies de murciélagos de potrero, guamil y bosque maduro.
2. Estudiar y describir la susceptibilidad a cambios de habitats de los murciélagos, según sus hábitos, en las Fincas Black Creek y Salvador, Río Dulce, Izabal.
3. Realizar un análisis de ordenación para las comunidades de Chiroptera en los tres distintos habitats, para conocer la composición de las comunidades.
4. Determinar si existe una correlación entre la diversidad de murciélagos en cada hábitat y la cobertura boscosa.
5. Elaborar una guía de campo de manera que, para la gente local, sea factible identificar a los murciélagos de la región.

G. Hipótesis.

Se plantea la hipótesis de que existe diferencia en la estructura y composición de las comunidades de murciélagos en potrero, guamil y bosque maduro, en las fincas Black Creek y Salvador, Río Dulce, Izabal.

II. METODOLOGIA

A. Descripción de sitios de muestreo

De acuerdo con los requerimientos del análisis estadístico (sección II.C.) se escogieron tres sitios de muestreo en las fincas Black Creek y Salvador, con bosque húmedo tropical, estacionalmente inundable. Cada sitio tiene una altitud sobre el nivel del mar similar y una porción de potrero, guamil y bosque maduro dispuestos según mapa (Anexo II y III).

Primer sitio

- **Ubicación:** (ver Anexos II y III)

Tipo de bosque
↳ un individuo por especie
Ubicación específica

Cuadro 2. Ubicación en coordenadas UTM, porcentaje de cobertura de dosel y distancia entre habitats, del primer sitio.

Hábitat	Coordenadas UTM	% Cobertura	Distancia
Potrero	16p0299027 UTM 1747736	0	potrero-->guamil 0.99 Km
Guamil	16p0299750 UTM 1747438	1.5	guamil-->bosque 0.13 Km
Bosque	16p0299898 UTM 1747396	84.4	bosque-->potrero 0.91 Km

- **Descripción:**

Potrero: Por la naturaleza cárstica del suelo existen varias aguadas dentro del potrero y un riachuelo pasa por el límite sur. Al sur, se encuentra la comunidad Calix Creek con porciones de bosque tropical, estacionalmente inundable. En el norte, hay potreros de la Finca Salvador, al oeste potreros y la comunidad de la Finca Black Creek, al este, el bosque de la reserva Chocón Machacas. El potrero está delimitado principalmente por cercos vivos de madre cacao (*Gliricidia sepium* L.),

a. contiene árboles aislados y luego pasto. Las especies dominantes son de la familia Poaceae.

b. Guamil joven: Este es un sitio que lleva aproximadamente dos años de regeneración, luego del cultivo de maíz. Partes del suelo aún tienen indicios de que hubo quema debido a la práctica de tumba y quema, así como de rotación de la tierra. Al norte, está delimitado por una pequeña área de guamil de mayor edad (4 años aprox.). En el sur, lo limita una parte de bosque maduro tropical, estacionalmente inundable y la comunidad Calix Creek. En el este colinda con una región de cultivo de achioté (*Bixa orellana* L.), abandonado hace 3 años, aunque ha seguido brotando en áreas sin cultivo (Bassi, C. Com. pers., 1999). Al oeste, colinda con un guamil maduro. La vegetación dominante en ese sitio es el achiotillo (*Vismia camparaguey* Sprague y Riley) y *Ageratum* sp.

c. Bosque maduro: El suelo es cárstico, con indicios de que se inunda en el invierno. En la parte donde se colocaron las redes hay dos aguadas de aproximadamente 3 metros de diámetro. Al norte, se encuentra otro grupo de potreros. En el sur, colinda bosque maduro perturbado por la comunidad Cáliz Creek. Al este, colinda con el guamil número uno, y al oeste, con una pequeña área de guamil poco maduro.

Este bosque se puede clasificar como bosque tropical estacionalmente inundable con especies forestales dominantes como sangre de drago (*Pterocarpus officinalis* Jacq. Stirp. Amer.), Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *rekoi* Standl.), zapotón (*Pachira aquatica* Aubl.). También está compuesto de lianas y varios representantes de la familia Arecaceae como el escobo (*Cryosophila argentea* Bartlett), lancetillo (*Astrocaryum mexicanum* Liebm.), corozo (*Orbignya cohune*(Mart.) Dahlgren) y capuquillo (*Synechanichus fibrosus*

Wendland). La vegetación del sotobosque está dominado por retoños de árboles, palmas y helechos.

Segundo sitio

- **Ubicación:** (ver Anexos II y III)

Cuadro 3. Ubicación en coordenadas UTM, Porcentaje de cobertura de dosel y distancia entre habitats, del segundo sitio.

Hábitat	Coordenadas UTM	Cobertura Dosel	Distancia
Potrero	16p0297785 UTM 1749248	0.0833	potrero-->guamil 0.16Km
Guamil	16p0297896 UTM 1749344	4.0833	guamil-->bosque 0.15 Km
Bosque	16p0297750 UTM 1749440	77.5833	bosque-->potrero 0.05 Km

- **Descripción:**

- Potrero:** Está situado en una loma pequeña. Al sur, tiene una porción de plantación de hule con partes de bosque húmedo tropical perturbado. En el norte, se encuentra un mosaico de bosque y guamiles. Al este, tiene grupos de potreros con aguadas y pequeñas elevaciones topográficas y al oeste, colinda tanto con el bosque como con el guamil que se trabajó. Este potrero da la impresión de estar en desuso, pues el pasto está mucho más alto y se observan inicios de sucesión. Tiene principalmente corozo (*Orbignya cohune*) y ciertos árboles aislados que proporcionan sombra, alimento y descanso a varias especies de fauna. El área de estudio está cercada con alambre espigado y rodeado con madre cacao (*Gliricidia sepium*) como cerco vivo.

La especie dominante es cola de venado (*Arundinella deppeana* Nees.), de una altura promedio de 1.20m perteneciente a la familia Poaceae.

b. Guamil joven: Es un sitio que lleva aproximadamente un año y medio de regeneración. Está ubicado sobre una pequeña loma, ligeramente más alta que la loma del pastizal en el que se trabajó. Tiene un área de aproximadamente 20 metros cuadrados, al norte, existe un mosaico de guamiles y pequeñas partes de bosque. Al sur, colinda con el bosque en el que se trabajó. Al este se encuentra el pastizal en el que se trabajó y al oeste, está un guamil alto, muy tupido de aproximadamente 6 años de edad (ver Anexo III). Las especies más abundantes son el achiotillo (*Vismia camparaguey*) y tres puntas (*Neurolaena lobata* (L.) R. Br.). También son abundantes otras especies como retoños de corozo (*Orbignya cohune*), sirín de bajo (Melastomaceae), el guano (*Sabal mexicana* Martius) y hay una región cubierta de helechos.

c. Bosque maduro: El suelo es básicamente arcilloso con una alta cantidad de humus. Al norte, colinda con el guamil que se trabajó, al sur, limita con las plantaciones de hule de la Finca Black Creek. Al este, se halla el potrero que se trabajó y al oeste, se encuentra un área de guamil alto, muy cerrado. Este bosque se puede clasificar como bosque muy húmedo tropical, está altamente perturbado, con pocos árboles maduros y de un área relativamente pequeña. Las especies dominantes son: Santa María (DAP 40cm) (*Calophyllum brasiliense*), corozo (*Orbignya cohune*), capuquillo (*Synechanthus fibrosus*) y lancetillo (*Astrocaryum mexicanum*). El sotobosque está principalmente dominado por helechos, retoños de palmas y algunos representantes de las familias Rubiaceae y Melastomaceae.

Tercer sitio

- **Ubicación:** (ver Anexos II y III)

Cuadro 4. Ubicación en coordenadas UTM, porcentaje de cobertura de dosel y distancia entre habitats, del tercer sitio

Hábitat	Coordenadas UTM	Cobertura Dosel	Distancia
Potrero	16p0298205 UTM 1748061	0	potrero -->guamil 0.51Km
Guamil	16p0299398 UTM 1747554	2.4166	guamil -->bosque 0.29 Km
Bosque	16p0299132 UTM 1747672	82.875	bosque -->potrero 0.22 Km

- **Descripción:**

a. Potrero: Es igual al potrero del primer sitio, están uno al lado del otro (ver Anexo III).

b. Guamil: Lleva aproximadamente un año y medio de regeneración. Es un sitio de descanso del cultivo del maíz y aún se conservan en el suelo indicios de la tumba y quema. Al norte, está delimitado por bosque maduro de gran extensión, al sur por un bosque maduro tropical, estacionalmente inundable y la comunidad Cáliz Creek. Al este, colinda con el bosque del sitio 1 (ver Anexo III). Al oeste, limita con un bosque maduro de gran extensión. Las especies dominantes de este sitio son: *Ageratum* sp., açhiotillo (*Vismia camparaguey*), tres puntas (*Neurolaena lobata*), *Acacia* sp., corozo (*Orbignya cohune*) y varios representantes de las familias Solanaceae y Rubiaceae.

c. Bosque maduro: De suelo cárstico, inundado en invierno. En la parte donde se colocaron las redes se encuentra una aguada de aproximadamente 10 metros de largo. Al norte, colinda con bosque maduro, estacionalmente inundable, al sur se encuentra un guamil muy tupido que da, a su vez, con la comunidad Cáliz Creek. Al este, sigue el bosque hasta colindar con el guamil del sitio 1, y al oeste, colinda con un bosque ribereño, que bordea los potreros uno y tres (ver Anexo III). Este bosque se puede clasificar como bosque tropical estacionalmente inundable con especies forestales dominantes, sangre de drago (*Pterocarpus officinalis*), Santa María (*Calophyllum brasiliense*), zapotón (*Pachira aquatica*), varios representantes de la familia Arecaceae como el escobo (*Cryosophila argentea*), el lancetillo (*Astrocaryum mexicanum*), el corozo (*Orbignya cohune*) y el capuquillo (*Synechanthus fibrosus*). Este bosque tiene lianas abundantes y el sotobosque está dominado por retoños de árboles y palmas.

B. Diseño de muestreo

Se escogieron los sitios de trabajo durante un viaje de reconocimiento, en la escogencia de los sitios se tomó como prioridad que tuviesen potrero, guamil joven y bosque maduro con condiciones de altitud, vegetación, y edad parecidas a las de los demás sitios de muestreo (ver Anexos II y III). El diseño no constituye un modelo ideal por razones no controladas por el investigador, ya que se observa, en el Anexo III, que existe segregación simple debido a que los potreros se encuentran en el centro del área estudiada.

Debido a que los murciélagos son susceptibles a cambios en precipitación, temperatura y cantidad de luz nocturna (Morrison, 1978a, 1978b; Kunz y Kurta, 1988; Pérez, com.pers., 2000; Valle, 1997), se realizaron simultáneamente los muestreos de los tres habitats de cada sitio. De esta forma, cada hábitat tuvo la misma probabilidad de tener la misma tasa de captura.

Para evitar que las diferencias en los muestreos se vieran afectadas por la fobia lunar que presentan varias especies de murciélagos se hicieron muestreos únicamente en la fase de noches oscuras del mes (cinco días antes y tres después de luna nueva) (Morrison, 1978a; 1978b; Heithaus y Fleming, 1978; Pérez com. pers. 2000; Valle, 1997). La fecha de muestreo de cada sitio, comprendida dentro de los días de fase oscura del mes, se trabajó al azar para evitar pseudorrepetición (Hulbert, 1984).

Los muestreos se realizaron únicamente en la época seca (de marzo a abril), debido a que el invierno causa inundaciones en muchos de los sitios de muestreo. Además las lluvias son lo suficientemente constantes y podrían causar interrupciones largas en un muestreo sistemático.

Para cada sitio de muestreo se usaron tres juegos de 4 redes de niebla de 12m de largo y 2.6 m de alto y 36mm de luz, lo que hace un total de 374 m² de red por sitio (124.8 m² por hábitat). Las redes se colocaron al nivel del suelo, en forma de "T" (ver Anexo I y III). Se abrieron media hora antes del anochecer y se cerraron 6 horas más tarde. Fueron revisadas a intervalos de aproximadamente 15 minutos, por un grupo de 6 personas. Para efectos de comparación se realizó el mismo esfuerzo en la misma noche para cada hábitat.

Se anotaron datos de hora en que estuvieron abiertas las redes, hora en que se cerraron, clima de la noche de muestreo, número de redes operadas por noche (en caso de pérdida parcial o total de alguna red por daños ocasionados por murciélagos u otros animales), ya que esta información sirve para evaluar el esfuerzo de captura en m/hora y evaluar posibles variaciones entre los muestreos.

El esfuerzo de captura para los murciélagos en los tres hábitats analizados en este trabajo se calculó con la suma del total de metros cuadrados de red multiplicado por el número de horas trabajadas por noche; se obtuvo así m^2/h por noche. Esto permite que se pueda hacer cálculos para un sitio dado y que estos datos se puedan reportar, ya sea por período de muestreo o por tipo de vegetación y dan el mismo esfuerzo de captura total (Moreno y Halffter, 2000) (ver Cuadro 5).

Cuadro 5. Esfuerzo de captura para el inventario de las comunidades de murciélagos en tres distintos hábitats y para el mosaico total de los hábitats analizados.

Hábitat	Número de sitios de muestreo	Total de noches de captura	m / h*
Potrero	3	9	1684.8
Guamil joven	3	9	1684.8
Bosque Maduro	3	9	1684.8
Total	9	9 *	4946.4
<ul style="list-style-type: none"> • Metros de red por total de horas muestreadas de cada hábitat • Se muestrearon tres hábitats simultáneamente, por noche. 			

Los murciélagos capturados fueron identificados hasta especie con la clave de Medellín *et al.* (1988) y se elaboró una clave dicotómica con las especies encontradas para facilitar la identificación en campo.

Se apuntaron datos como número de colecta, hora de captura, largo de antebrazo, peso, sexo, edad y estado reproductivo (en caso de adultos). Para la sistematización de toma de datos se elaboró una boleta que también tiene información específica del lugar de muestreo y observaciones (ver Anexo V).

Se colectó un individuo de cada especie encontrada en este estudio para una corroboración taxonómica y para depositar especímenes "voucher" en la colección de mamíferos de la Universidad del Valle de Guatemala (ver Anexo IX). Se preparó la piel de casi todos los especímenes colectados, según la metodología de Handley (1988). Los murciélagos que se colectaron y no se les preparó la piel se inyectaron con formalina y se colocaron en frascos con formaldehído al 10%. El cráneo de los murciélagos colectados fue preservado primero en propanol al 25% y luego se sometieron a un dermestario para su preparación. Tanto el cráneo como la piel fueron debidamente etiquetados según la estandarización de las etiquetas de la colección de mamíferos de la UVG.

En este trabajo se definió como especie "rara" a aquella que tiene menos de diez individuos, se siguió el mismo parámetro que utilizó Medellín (In prep.) en su estudio.

C. Análisis vegetacional.

Se realizaron transectos de 50m X 2m para una caracterización rápida de árboles y arbustos para los tres hábitats de cada sitio. Los nombres comunes de las especies dominantes fueron anotados. Con los datos de los transectos se elaboró un perfil general de cada hábitat por sitio (ver Anexo IX).

Por medio de cuadratos de 5 X 5 m se estimaron los porcentajes de dominancia de ciertas especies de sotobosque. Se colectaron las plantas accesibles y más representativas del área, como especies voucher, para su posterior identificación sistemática. Una vez confirmada la identificación por la Dra. Elfride Pöhl, se descartaron las muestras dado que no cumplían con la calidad de muestras para pasar a ser parte del Herbario de la UVG.

1. Estimación del porcentaje de cobertura del dosel

Para estimar el porcentaje de cobertura de dosel, se utilizó un densitómetro que contiene un espejo esférico convexo (Forrest densiometer, modelo 1980). Este densitómetro mide el porcentaje abarcado por el dosel del punto de muestreo, por lo que es un buen estimador de la cobertura del dosel, no así de la densidad. Se tomaron tres puntos al azar para cada unidad de muestreo (hábitat/sitio), metodología de Lemmon (1957). En cada punto se estimó la densidad para los cuatro puntos cardinales y la media de éstos, lo que dio el porcentaje de cobertura para ese punto específico. La media de los tres puntos medidos se anotó como la cobertura de la unidad de muestreo (ver hoja de toma de datos en Anexo VI).

D. Análisis estadístico

1. Curvas de acumulación de especies

Se realizaron curvas de acumulación de especies por noche de muestreo, con la metodología sugerida por Moreno y Halffter (2000), para evaluar si el esfuerzo de captura fue suficiente para obtener una muestra significativa de la bio-

diversidad de murciélagos. Se utilizaron los modelos Clench y de dependencia lineal a la curva de acumulación de especies, para evaluar si las muestras fueron representativas.

Se utilizó el estimador del máximo de especies, basado en curvas de acumulación de especies de Jack knife y Bootstrap, para calcular el tiempo que requeriría alcanzar el máximo de especies. Estos cálculos se realizaron con el programa EstomateS 6b (Collwel, 1997).

2. Análisis de ordenación

Para describir la variación en la composición de las comunidades de murciélagos en los distintos habitats se elaboró una matriz que incluye todas las especies capturadas y sus abundancias por cada unidad de muestreo (ver Cuadro 6). Con los datos contenidos en este cuadro se realizó un método multivariado de ordenación rectificado o análisis de correspondencia sin tendencia (DCA). Este consiste en un ordenamiento según el análisis del valor "eigen" de la covarianza o correlación de la matriz calculada a partir de los datos originales. A diferencia del análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de correspondencias (CA), éste rectifica la aglomeración de datos generada por el efecto de arco y da una nueva escala a los ejes. Así las unidades de distancia se pueden entender y observar con claridad. El segundo error que corrige es que los demás componentes principales aparecen como funciones polinomiales del primero (Peet, *et al.*, 1988). Los cálculos se hicieron, con el programa de PC-ordination, versión 3.1. (Hill, 1979).

3. Análisis de la estructura de las comunidades

Se evaluó la variación en la estructura de las comunidades de murciélagos en los distintos hábitats, para lo cual se calculó primero la riqueza de especies. Este parámetro se escogió como un indicador de una respuesta al cambio de hábitat, debido a su facilidad de interpretación y a su utilidad en la determinación de prioridades de conservación (Margules y Usher, 1981). La riqueza de especies para cada hábitat se comparó con el uso del Índice de Similitud de Jaccard: $C_j = j / (a+b-j)$, donde j es el número de especies compartidas, a es el número de especies del hábitat a y b es el número de especies del hábitat b .

Adicionalmente, se utilizó la abundancia de las especies para cada hábitat en la evaluación de diferencias en la estructura de las comunidades, ya que ésta utiliza toda la información recabada de la comunidad de murciélagos estudiada. Además, es el factor que describe matemáticamente mejor a los datos obtenidos (Magurran, 1988). Se calculó la biomasa total de murciélagos para cada hábitat por medio de la suma de los datos de peso en gramos para cada unidad de muestreo, para poder tener otro parámetro de comparación entre las comunidades de murciélagos (E. Cano com. pers., 2000).

El índice de diversidad de Shannon Wiener

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

donde p_i es la proporción de individuos encontrados en la especie i . En una muestra el valor verdadero de P_i se desconoce, pero es estimado como n_i / N . Este índice asume que: 1. los individuos son muestreados al azar, a partir de una población infinitamente grande y 2. que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1988). Se utilizó debido a su alta influencia en trabajos ecológicos, ya que permite hacer comparaciones con otros trabajos.

El índice de Brillouin

$$HB = \ln N! - \sum \ln n_i! / N$$

Este índice es útil cuando no se puede garantizar que los individuos caen en las trampas por azar y que todos tienen la misma probabilidad de caer. Este índice no asume incertidumbre, sólo describe una colección conocida. Se calculó debido a que tiene estimaciones de diversidad muy parecidas al índice de Shannon, pero difiere de éste en que solamente calcula las colectas conocidas y evita la estimación de lo que no se hizo muestreo (Magurran, 1988). Los cálculos se determinaron por medio del programa Statistical Ecology: A primer on methods and computing (Ludwig y Reynolds, 1988), para DOS.

Para el análisis de la estructura de las comunidades de murciélagos, se empleó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1999). Se hicieron diagramas de cajas para observar la distribución de las especies, número de individuos, índice de Shannon Wiener, índice de Brillouin y biomasa de las comunidades de murciélagos. Ambos análisis se realizaron con el programa:

SPSS 9.0 (SPSS Inc., 1999).

Se realizó el análisis de varianza de Kruskal-Wallis, o análisis de varianza por rangos, para comparar la riqueza de especies, la abundancia, el índice de Shannon, índice de Brillouin y biomasa de las comunidades de murciélagos en potrero, guamil y bosque maduro. Este análisis es el indicado como prueba no paramétrica, es decir cuando las muestras no provienen de poblaciones distribuidas normalmente.

La prueba estadística de Kruskal-Wallis H , se calcula así:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k (R_i^2/n_i) - 3(N+1),$$

Donde n_i es el número de observaciones en el grupo i , $N = \sum_{i=1}^k$ (el número total de observaciones en todos los grupos k) y R_i es la suma de los rangos de las observaciones n_i en el grupo i (Zar, 1999). Se decidió rechazar las hipótesis nulas con un índice de significancia de 0.1, ya que por el corto período de muestreo se corre mayor riesgo de un error tipo II con el índice de significancia estándar (0.05); esta decisión se tomó desde el principio del muestreo y así se previó que las diferencias no fuesen tan marcadas. Con esta medida se pretendió incluir las diferencias obvias, aunque con un mayor riesgo de cometer error tipo I. Los cálculos se realizaron con el programa SPSS 9.0 (SPSS Inc., 1999).

Se incluyen en este trabajo correlaciones de Pearson y Spearman donde se usa riqueza de especies, abundancia y biomasa y se correlacionan estos factores con el porcentaje de cobertura de dosel calculado para cada hábitat. Esto se hizo para evaluar si la estructura de las comunidades mantiene o no una relación directa con la cobertura boscosa.

III. RESULTADOS

A. Composición de las comunidades de murciélagos en potrero, guamil joven y bosque maduro de las fincas Black Creek y Salvador.

1. Riqueza de especies y número de individuos.

En total, en todos los puntos de muestreo se encontraron 29 especies de murciélagos, 27 determinadas y contadas en campo. De estas especies se lograron 20 nuevos reportes para el área de Chocón Machacas y 6 nuevos reportes para el departamento de Izabal. *Dermanura* spp (que representa a *Dermanura watsoni* y *D. phaeotis*) y *Glossophaga* spp (que representa a *Glossophaga soricina* y *G. commissarisi*), se tomaron como una sola especie, por su dificultad de ser identificadas en el campo (Cuadro 6). Las especies encontradas representan el 30% de las especies de murciélagos y el 16% de especies de mamíferos registradas para Guatemala.

El 90% de las especies capturadas pertenecen a la familia Phyllostomidae y el 10% restante, pertenecen a las familias Mormoopidae y Emballonuridae.

Cuadro 6. Listado de especies y número de individuos capturados en cada unidad de muestreo. Donde Bos1, Bos2, Bos3= Bosques maduros del primero, segundo y tercer sitio; Gua1, Gua2 y Gua3= Guamil del primero, segundo y tercer sitio y Pot1, Pot2 y Pot3= Potrero del primero, segundo y tercer día.

	Especie	Bos1	Bos2	Bos3	Gua1	Gua2	Gua3	Pot1	Pot2	Pot3	Total
1	<i>Saccopteryx bilineata</i> *	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3
2	<i>Pteronous parnellii</i>	4	0	11	2	1	1	0	0	0	19
3	<i>Pteronotus davyi</i> *	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
4	<i>Micronycteris megalotis</i> *	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	<i>Micronycteris brachyotis</i> *	0	1	0	0	3	0	0	0	0	4
6	<i>Micronycteris schmidtorum</i> *	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
7	<i>Lonchorhina aurita</i> *	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
8	<i>Tonatia nicaraguae</i> *	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
9	<i>Phylloderma stenops</i> *	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
10	<i>Glossophaga spp.</i> ¹	3	4	6	3	6	6	5	3	2	38
11	<i>Anoura geoffroyi</i> *	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3
12	<i>Hylonycteris underwoodi</i> *	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
13	<i>Carollia brevicauda</i>	13	5	18	15	5	20	0	1	0	77
14	<i>Carollia perspicillata</i>	1	1	11	3	4	10	2	0	0	32
15	<i>Sturnira lilium</i>	2	0	1	11	2	6	8	7	8	45
16	<i>Artibeus lituratus</i>	0	0	4	1	2	10	4	7	4	32
17	<i>Artibeus intermedius</i> *	1	1	3	0	0	1	1	0	0	7
18	<i>Artibeus jamaicensis</i>	25	6	3	0	1	3	0	2	2	42
19	<i>Dermanura tolteca</i>	5	6	3	1	0	2	1	0	0	18
20	<i>Dermanura spp.</i> ²	8	0	3	1	2	8	0	0	0	22
21	<i>Uroderma bilobatum</i> *	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
22	<i>Platyrrhinus helleri</i> *	2	1	0	0	2	0	0	2	0	7
23	<i>Vampyroides caraccioli</i> *	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
24	<i>Chiroderma villosum</i> *	2	1	0	3	3	0	0	0	0	9
25	<i>Vampyressa pusilla</i> *	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
26	<i>Centurio senex</i> *	1	0	0	0	4	1	1	0	0	7
27	<i>Desmodus rotundus</i>	12	4	7	3	4	2	3	3	4	42
	Total especies	14	10	14	13	15	12	9	11	6	27
	Total individuos	80	30	75	47	42	70	26	29	21	420

* Especies "raras" definidas como aquellas que reportan menos de 10 individuos por especie.

¹ *Glossophaga spp.* incluye ambas especies *Glossophaga soricina* y *G. commissarisi*, se incluyen juntas porque en el campo no se pueden separar, por lo que no se separa el número de individuos de la especie 1 y 2.

² *Dermanura spp.* incluye ambas especies *Dermanura watsoni* y *D. phaeotis*, igual a nota 1.

➤ Análisis por hábitat

En bosque maduro y guamil joven se colectó un total de 19 especies para cada uno de los hábitats y en potrero se colectaron 17 (Cuadro 7). De las 29 especies capturadas, diez fueron colectadas sólo en un tipo de hábitat, cuatro fueron únicas de bosque maduro, dos exclusivas de guamil joven y cuatro exclusivas de potrero (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de especies, número de individuos y número de especies únicas para bosque maduro, guamil joven y potrero de las fincas Black Creek y Salvador, Río Dulce, Izabal. En el paréntesis se incluyen los porcentajes que representan los datos.

	Bosque maduro	Guamil joven	Potrero	Total
Número de individuos	185 (44%)	159 (38%)	76(18%)	420
Número de especies*	19(70%)	19(70%)	17(62%)	27
Especies únicas	4	2	4	10(37%)

* Este número sólo incluye una de las dos especies de *Glossophaga* spp., y una de *Dermanura* spp.

Los tres hábitats tuvieron el 38% de especies en común y el 63% de ellas se encontraron compartidas entre dos hábitats, el bosque maduro y el guamil joven tuvieron el índice de similitud más alto (Cuadro 8).

Cuadro 8. Número de especies que comparten los hábitats, índice de similitud de Jaccard y porcentaje de especies compartidas.

Hábitats	Número de especies compartidas	Cj	Porcentaje
Bosque maduro y guamil joven	15	0.65	56
Bosque maduro y potrero	11	0.44	41
Guamil joven y potrero	13	0.57	48
Total	17		63

* Cj = Índice de similitud de Jaccard.

De las 420 colectas, el 44% de individuos corresponde al bosque maduro, el 38% al guamil joven y el 18% al potrero.

➤ Análisis por sitio de muestreo.

En los tres hábitats del primer sitio se obtuvo el 36% de las capturas pertenecientes a un total de 18 especies (67% del total de especies). En el segundo sitio el 24% de colectas, que representa el 78% del total de especies y en el tercer sitio el 40%, pertenecientes a 16 especies (59% del total de especies) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Número de capturas y número de especies reportadas para cada sitio de muestreo.

Sitio	Número de colectas	Número de especies
1	133 (36%)	18 (67%)
2	101 (24%)	21 (78%)
3	166 (40%)	16 (59%)

2. Número de individuos para cada especie en bosque maduro, guamil joven y potrero de los sitios 1, 2 y 3.

En cada bosque se obtuvo una media de 61 individuos y de 13 especies. Las colectas de bosque maduro 1 y 3 fueron muy parecidas, mientras que el bosque maduro 2 tuvo menos colectas (30) y menos especies (10) (Cuadro 6).

En cada guamil joven se obtuvo una media de 53 individuos y de 13 especies. Las capturas en los sitios de este hábitat fueron muy variables en cuanto a número de individuos, fue en guamil joven 3 donde se colectó un mayor número de individuos (70) y menor número de especies (12), mientras que guamil joven 1 y 2 tienen similitud en cuanto a número de capturas y de especies encontradas.

Los potreros fueron bastante parejos en cuanto a número de individuos y especies, con una media de 9 especies y 25 capturas (Cuadro 6).

Entre de las especies encontradas, la más abundante fue *Carollia brevicauda* (18%) seguida por *Sturnira lilium* (11%), *Artibeus jamaicensis* (10%) y *Desmodus rotundus* (10%). Se encontraron 13 especies "raras", definidas como aquellas en que se colectaron menos de 5 individuos.

3. Descripción de los hábitos de las especies de murciélagos colectadas y sus hábitats. Se incluye el tipo de dieta, dormitorio y hábitat en que se encontraron. Basado en Reid, 1997 (ver Cuadro 10).

a. *Saccopteryx bilineata* (Temmnick, 1838): Se capturaron 2 individuos en guamil joven y 1 en potrero. Es una especie generalista en cuanto a dormitorios, duerme generalmente al descubierto, en la corteza de árboles o en vigas. Se alimenta de insectos que caza en vuelo y usualmente se mantiene volando a 3 m del suelo, por lo que las capturas en red a nivel del suelo son inusuales (Cuadro 10). Esta especie representa el 0.7 por ciento del total de las capturas de este estudio, todas provenientes de guamil y potrero (ver Cuadros 6 y 10).

b. *Pteronotus parnellii* (Gray, 1843): Se encontró la mayor parte en bosque maduro, 15 individuos que constituyen el 79% de las capturas de esta especie, en menor proporción en guamil joven, 4 individuos o el 21% de sus capturas. Duerme en cuevas húmedas o en minas. Se alimenta de insectos que colecta del follaje de las plantas, por lo que es más frecuente colectarlo en redes de niebla (ver Cuadro 10).

c. *Pteronotus davyi* (Thomas, 1892): Se encontró un individuo en bosque maduro. Duerme en cuevas profundas y húmedas y su distribución se ve

afectada por la disponibilidad de dormideros. Se alimenta mediante la caza en vuelo de palomillas y moscas, generalmente sobre cuerpos de agua (ver Cuadro 10).

d. *Micronycteris megalotis* (Gray, 1842): Se encontró un solo individuo en bosque maduro del primer sitio. Sus dormideros incluyen desde huecos en los árboles hasta techos de las casas y edificios abandonados. Se alimenta de frutos grandes, generalmente de plantas de bosques maduros y de insectos que recoge del follaje de plantas (ver Cuadro 10).

e. *Micronycteris brachyotis* (Dobson, 1878): Se encontró un individuo en bosque maduro y tres en guamil joven. Es generalista en sus dormideros, que incluyen desde cuevas y árboles huecos hasta edificios. Se alimenta casi en igual proporción de insectos y de frutos (ver Cuadro 10).

f. *Micronycteris schmidtorum* (Sanborn, 1935): Se encontró un espécimen en bosque maduro del sitio 3. Se sabe poco de los hábitos de esta especie. Se ha encontrado perchando en huecos de árboles y se sabe que se alimenta de insectos como palomillas, que caza en vuelo (ver Cuadro 10).

g. *Lonchorhina aurita aurita* (Tomes, 1863): Se encontraron tres individuos en bosque maduro del sitio 3. Esta especie duerme en grupos relativamente grandes, en cuevas o miras. Se piensa que se alimenta de insectos que caza en el vuelo. Esta especie es encontrada rara vez y es más común colectarla en bosque húmedo tropical no perturbado (Reid, 1997) (ver Cuadro 10).

h. *Tonatia nicaraguae* (Goodwin, 1942): Se encontró un individuo en el potrero del segundo sitio. Los hábitos de esta especie son poco conocidos. Se han encontrado durmiendo en termiteros y se considera que su dieta principal está conformada por insectos que recoge del follaje (ver Cuadro 10).

i. *Phylloderma stenops* (Peters, 1865): Se encontró un individuo en guamil joven del primer sitio. Los hábitos de esta especie no son muy conocidos, no se tiene información de su dormitorio. Se infiere que se alimenta principalmente de frutos grandes de plantas de bosque primario. Esta especie se colecta raras veces y en sitios muy específicos. Usualmente se ha colectado en redes sobre riachuelos de bosques húmedos tropicales (ver Cuadro 10).

j. *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766): No se distinguió en el campo de *G. commissarisi*, debido a la dificultad de hacerlo, por lo que no se conocen las proporciones de una y otra en los distintos hábitats. Se encontró distribuida en los tres hábitats equivalentemente. Es generalista en sus dormitorios, incluyen desde cuevas y túneles hasta edificaciones abandonadas. La dieta es variable según la disponibilidad de recursos, generalmente son nectarívoros en verano y en invierno se alimentan de frutos de pequeño tamaño (generalmente de plantas típicas de regeneración secundaria). Es común capturar esta especie en todo tipo de hábitats, pero es más frecuente en sitios perturbados que en bosque maduro (Reid, 1997).

k. *Glossophaga commissarisi* (Gardner, 1962): Duerme en árboles huecos y cuevas. Su dieta incluye néctar y polen de varias plantas. Esta especie es común en bosque húmedo tropical (donde es más abundante que *G. Soricina*), en plantaciones de banano y en sitios deforestados.

l. *Anoura geoffroyi* (Gray, 1838): Se capturaron dos individuos en guamil joven y uno en potrero. Duerme en cuevas y túneles, se alimenta principalmente de insectos que recoge del follaje, frutos y néctar (ver Cuadro 10).

m. *Hylonycteris underwoodi* (Thomas, 1903): Únicamente fue encontrado un individuo en el potrero del segundo sitio. Esta especie, por lo general, duerme en cuevas pequeñas y se alimenta de néctar y de polen, frutos e insectos en la época en que el néctar es escaso (ver Cuadro 10).

n. *Carollia brevicauda* (Schinz, 1821): Es la especie más abundante de las encontradas en esta investigación, representa el 18% del total de murciélagos colectados. Se encontró en los tres hábitats, principalmente en bosque maduro y guamil joven.

Es generalista en sus dormideros y come únicamente frutos, generalmente pequeños, típicos de plantas de regeneración secundaria (ver Cuadro 10).

ñ. *Carollia perspicillata* (Linneo, 1758): Está distribuida en los tres hábitats estudiados. Esta especie constituyó el 8% de las capturas y fue más abundante en bosque maduro y en guamil joven (94%) que en potrero (8%). Es generalista para sus dormideros. Su dieta incluye frutos y flores de por lo menos 68 especies de plantas (Reid, 1997) (ver Cuadro 10).

o. *Sturnira lilium* (E. Geoffroy St.-Hilaire, 1810): Está distribuida en los tres hábitats. Esta especie constituyó el 11% del total de capturas, es más común en potreros (51%) y en guamil joven (42%) que en bosque maduro (7%). Es generalista en sus dormideros y se alimenta de frutos de plantas típicas de regeneración secundaria, polen y néctar (ver Cuadro 10).

p. *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818): Está distribuida en los tres hábitats y es más común en guamil joven y potrero que en bosque maduro. Generalista en sus dormideros, incluyen cuevas y follaje. Principalmente se alimenta de frutos grandes o medianos de plantas de bosque maduro, aunque incluye algunas especies de regeneración secundaria (ver Cuadro 10).

q. *Artibeus intermedius* (J.A. Allen, 1897): Se capturó en los tres hábitats. El 71% de las capturas se dio en bosque maduro, mientras que en guamil y potrero sólo se obtuvo un 29%. Duerme en las entradas de cuevas, cavidades o follaje y es frugívoro. Se captura frecuentemente con redes sobre riachuelos, caminos con vegetación o plantaciones de bananos (ver Cuadro 10).

r. *Artibeus jamaicensis* (Leach, 1821): Se colectó en los tres hábitats. Esta especie constituyó el 10% del total de colectas. Sin embargo fue más común en bosque maduro (81% de las de esta especie). Es generalista en sus dormideros, incluso duerme en sitios cerrados como edificios y en sitios abiertos como follaje. Su dieta consiste principalmente de frutos de la familia Moraceae, también consume gran variedad de frutos y recientemente se ha reportado también como folívoro (Kunz y Diaz, 1995) (ver Cuadro 10).

s. *Dermanura tolteca* (Saussure, 1860): Se encontró en los tres hábitats. Esta especie representa el 4% del total de colectas y fue más frecuente en bosque maduro (78%) que en guamil joven (17%) y potrero (5%).

Es una especie generalista para sus dormideros, incluyen tiendas que construye con hojas de banano. Se alimenta principalmente de frutos pequeños de plantas de bosques maduros (ver Cuadro 10).

t. *Dermanura phaeotis* (Miller, 1902): Se incluye en el Cuadro 10 como *Dermanura* spp., junto con *D. watsoni*, debido a la dificultad de diferenciar estas dos especies en el campo. De manera que no se pudieron diferenciar las proporciones en las que se capturó cada especie. Se encontraron distribuidas en los tres hábitats, pero con más frecuencia en bosque maduro y guamil joven.

Dermanura phaeotis únicamente duerme en tiendas, que contruye, con hojas de heliconias y musas. Su dieta es de frutos pequeños de plantas de regeneración secundaria.

u. *Dermanura watsoni* (Thomas, 1901): Duerme en tiendas hechas con hojas de anturios, hojas de banano y de heliconias. Se alimenta de frutos pequeños de árboles incluida la *Cecropia* spp.

v. *Uroderma bilobatum* (Peters, 1866): Se encontró únicamente un individuo, en el potrero del segundo sitio. Esta especie únicamente duerme en tiendas de hojas de heliconias y palmas que modifica. Su dieta consiste principalmente en frutos de la familia Moraceae, aunque puede alimentarse de partes florales y néctar (ver Cuadro 10).

w. *Platyrrhinus helleri* (Peters, 1866): Se encontraron 7 individuos, distribuidos en los tres hábitats en forma equivalente. Esta especie es generalista en su dormidero, incluye edificios y follaje y se alimenta principalmente de frutos pequeños y de algunos insectos (ver Cuadro 10).

x. *Vampyroides caraccioli* (Thomas, 1899): Se encontraron 2 individuos, únicamente en el guamil joven del segundo sitio. Duerme en follaje de subdosel y se alimenta principalmente de frutos de la familia Moraceae, aunque puede alimentarse de otros frutos, polen y néctar (Cuadro 10).

y. *Chiroderma villosum* (Peters, 1860): Se encontraron nueve individuos, tres en bosque maduro y seis en guamil joven. No se conocen bien sus hábitos de dormideros, ni de alimentación (Reid, 1997) (Cuadro 10).

z. *Vampyressa pusilla* (Wagner, 1843): Se capturó un solo individuo en el potrero del segundo sitio. Esta especie duerme en tiendas hechas con hojas de aráceas. Son frugívoros, pero prefieren los frutos de la familia Moraceae (Cuadro 10).

aa. *Centurio senex* (Gray, 1842): Se capturaron 7 individuos en los tres hábitats, fue más común en guamil joven (71% de las capturas) y menos frecuente en potrero y bosque maduro (29%). Duerme en los nudos de las ramas y en el follaje denso. Se alimenta únicamente de frutos (Cuadro10).

bb. *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy St. Hilaire, 1810): Fue abundante en los tres hábitats. Representó el 10% del total de murciélagos reportados en esta investigación. Del 100% de capturas de esta especie, el 55% se encontró en bosque maduro, el 21% en guamil y el 24% en potrero. Es generalista en sus dormideros, aunque utiliza más frecuentemente los árboles huecos. Su alimentación es sangre de vertebrados, principalmente de ganado (Cuadro10).

Cuadro 10. Murciélagos presentes en la Finca Salvador y Black Creek, Río Dulce, Izabal. Se incluye el dormidero, la dieta típica de la especie y en qué hábitat se capturó.

Familia/subfamilia	Especie	Dorm.	Dieta*	Lugar de colecta		
				Bosque	Guamil	Potrero
Emballonuridae						
	<i>Saccopteryx billineata</i>	1	5		x	x
Mormoopidae						
	<i>Pteronous parnellii</i>	2	4	x	x	
	<i>Pteronotus davyi</i>	2	5	x		
Phyllostomidae						
Phyllostominae						
	<i>Micronycteris megalotis</i>	1	2,4	x		
	<i>M. brachyotis</i>	1	2,4	x	x	
	<i>M. schmidtorum</i>	6	5	x		
	<i>Lonchorhina aurita</i>	2	2,5	x		
	<i>Tonatia brasiliense</i>	5	4			x
	<i>Phylloderma stenops</i>	¿	2		x	
Glossophaginae						
	<i>Glossophaga spp.</i>	1	2,1	x	x	x
	<i>Anoura geoffroyi</i>	2	2,1		x	x
	<i>Hylonycteris underwoodi</i>	2	6			x
Caroliinae						
	<i>Carollia brevicauda</i>	1	3	x	x	x
	<i>C. perspicillata</i>	1	3	x	x	x
Stenodermatinae						
	<i>Sturnira lilium</i>	1	3,6	x	x	x
	<i>Artibeus lituratus</i>	1	2	x	x	x
	<i>Artibeus intermedius</i>	3	¿	x	x	x
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	1	1	x	x	x
	<i>Dermanura tolteca</i>	6	2	x	x	x
	<i>Dermanura spp.</i>	4	3	x	x	x
	<i>Uroderma bilobatum</i>	4	3			x
	<i>Platyrrhinus helleri</i>	1	3	x	x	x
	<i>Vampyroides caraccioli</i>	3	2		x	
	<i>Chiroderma villosum</i>	¿	¿	x	x	
	<i>Vampyressa pusilla</i>	4	2			x
	<i>Centurio senex</i>	3	2,3	x	x	x
Desmodontinae						
	<i>Desmodus rotundus</i>	1	7	x	x	x

Dormidero: 1= Generalista: cuevas, minas, túneles, edificios, huecos de árboles y puentes. 2= En cuevas o minas. 3= en follaje. 4= en hojas modificadas por ellos. 5= en termiteros. 6= en huecos de árboles.

Dieta: 1= Generalista. 2= Frugívoros grandes. 3= Frugívoros pequeños (principalmente plantas de regeneración 2º). 4= insectívoros colectores. 5= insectívoros cazadores. 6= néctar y polen. 7= sangre de vertebrados.

4. Ordenamiento: Análisis de correspondencias rectificadas (DCA)

Los resultados en la Fig. 1 muestran tres grupos: los potreros, los bosques maduros y los guamiles jóvenes. De ellos, los guamiles jóvenes son los más variables, mientras que los potreros y los bosques se presentan como extremos fuertemente correlacionados con el componente principal 1, que se puede definir como grado de perturbación del hábitat.

En el análisis de correspondencias sin tendencia para cada especie, únicamente se incluyen aquellas que tienen más de 20 individuos, debido a que se estiman con claridad las tendencias hacia ciertos hábitats y se obtienen mejores correlaciones con los componentes principales.

a. Especies generalistas:

Los resultados en la Fig.2 muestran la distribución de la abundancia de *Glossophaga* spp. que, según el área de los triángulos, fue altamente abundante en guamil 2 y 3, en potrero 3 y en el bosque maduro 3. No tiene una fuerte correlación ni con el eje 1, ni con el 2, además de tener triángulos con área grande y mediana en todo tipo de hábitat. De igual forma la Fig.4. muestra la distribución de la abundancia de *Carollia perspicillata* que, según el área de los triángulos, es altamente abundante en bosque maduro y guamil del tercer sitio, medianamente abundante en guamil 1 y 2, poco abundante en bosque maduro 2 y 1, así como en potrero 1 y casi ausente en potrero 2 y 3. Estas especies tienen baja correlación con ambos componentes principales, siguen un patrón de especies generalistas.

b. Especies que prefieren sitios poco perturbados:

Los resultados en la Fig.3 muestran la distribución de la abundancia de *Carollia brevicauda* que, según el área de los triángulos, hay abundancia en guamil joven 1 y 3 y en el bosque maduro 3 y 1. Hubo pocos individuos en bosque maduro y guamil joven 2 y fue casi ausente en los potreros. Esta especie tiene una correlación negativa ($r = -0.61$) con el primer componente principal, al igual que los bosques maduros.

De forma similar en la Fig.7 se muestra la distribución de la abundancia de *Artibeus jamaicensis* que, según el área de los triángulos, es altamente abundante en el bosque maduro 1, es poco abundante en bosque maduro 2 y 3, así como en guamil 1 y 2 y potrero 1 y 3. Esta especie tiene alta correlación negativa ($r = -0.67$) con el primer componente principal.

En la Fig.8, existe un patrón similar en la distribución de la abundancia de *Dermanura watsoni* y *Dermanura phaeotis* (presentadas en la gráfica como *Dermanura spp.*). Estas especies se vieron más abundantes en guamil joven 3 y bosque maduro 1, medianamente abundantes en bosque maduro 3 y guamil joven 2 y poco distribuido en guamil 1 y en los tres potreros. De las gráficas de correlación se observa que tiene una correlación negativa con el primer componente principal ($r = -0.58$).

Según Fig.9, *Desmodus rotundus* está altamente abundante en el bosque maduro 1, medianamente abundante en el bosque maduro 3 y poco abundante en el bosque maduro 2, guamil 3 y potrero 3. Esta especie tiene un alto índice de correlación negativa con el primer componente principal ($r = -0.66$).

Tanto el área de los triángulos que es mayor para los bosques, como los índices de correlación negativa con el primer componente principal, muestran cierta tendencia de estas cuatro especies a distribuirse en sitios poco perturbados.

c. Especies que prefieren sitios perturbados:

Según el área de los triángulos (Fig.5) *Sturnira liliium* es altamente abundante en los tres potreros y en el guamil joven 1, medianamente abundante en guamil 3 y poco abundante en guamil 2, bosque maduro 1 y bosque maduro 3. Esta especie tiene una correlación positiva alta ($r= 0.734$) con el primer componente. En forma similar, en la Fig.6 *Artibeus lituratus*, el área de los triángulos, es altamente abundante en guamil 3, medianamente abundante en potrero 2, 3 y 1, así como en bosque maduro 3. Esta especie tiene una correlación positiva regularmente alta ($r= 0.46$) con el primer componente. Tanto el hecho de que los triángulos grandes estén concentrados en potrero y guamil, como el índice de correlación del primer componente positivo demuestran cierta tendencia de estas especies a los sitios perturbados.

Ordenamiento: Análisis de correspondencias rectificadas (DCA). Incluyen la distribución de la abundancia de las especies que tuvieron capturas mayores a los 20 individuos.

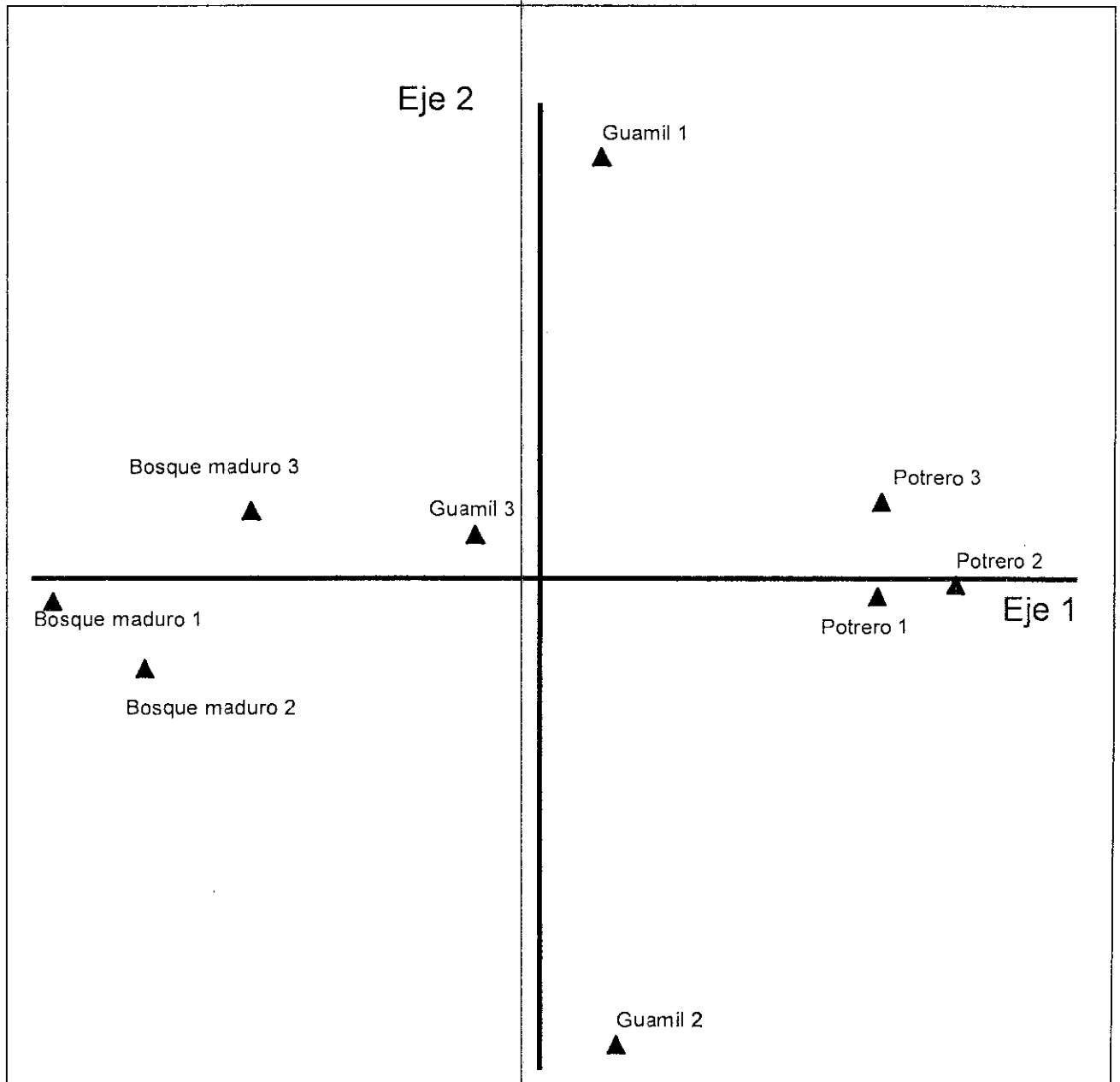


Fig.1. Análisis de correspondencias rectificado (DCA) para bosque maduro, guamil joven y potrero de los sitios 1, 2 y 3.

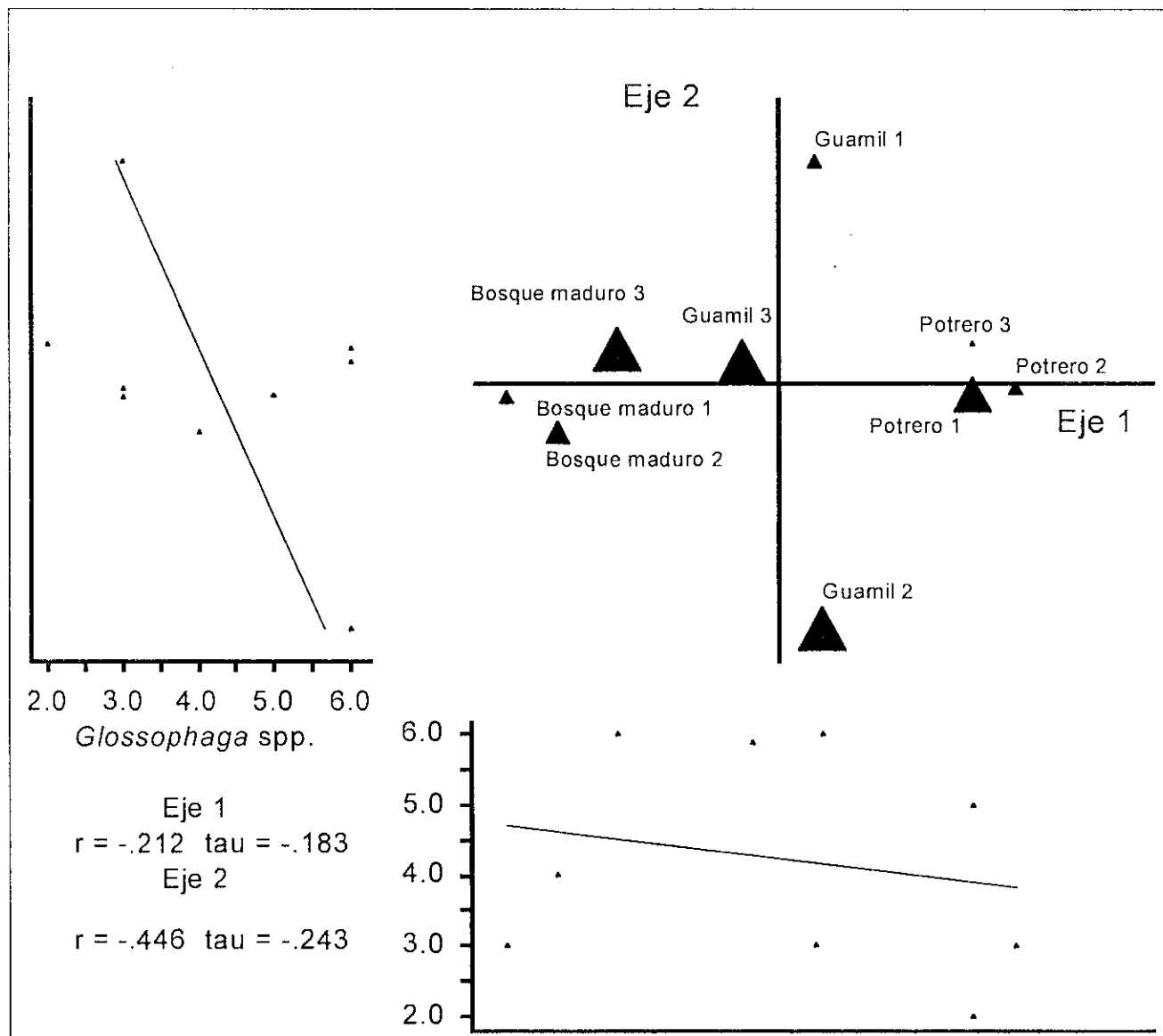


Fig.2. Análisis de correspondencias rectificadas (DCA), muestra la distribución de la abundancia de *Glossophaga* spp. El área de los triángulos está directamente relacionada con la abundancia de la especie. Las gráficas siguientes muestran la correlación que tiene la especie con el componente principal uno (eje 1) y el componente principal 2 (eje 2).

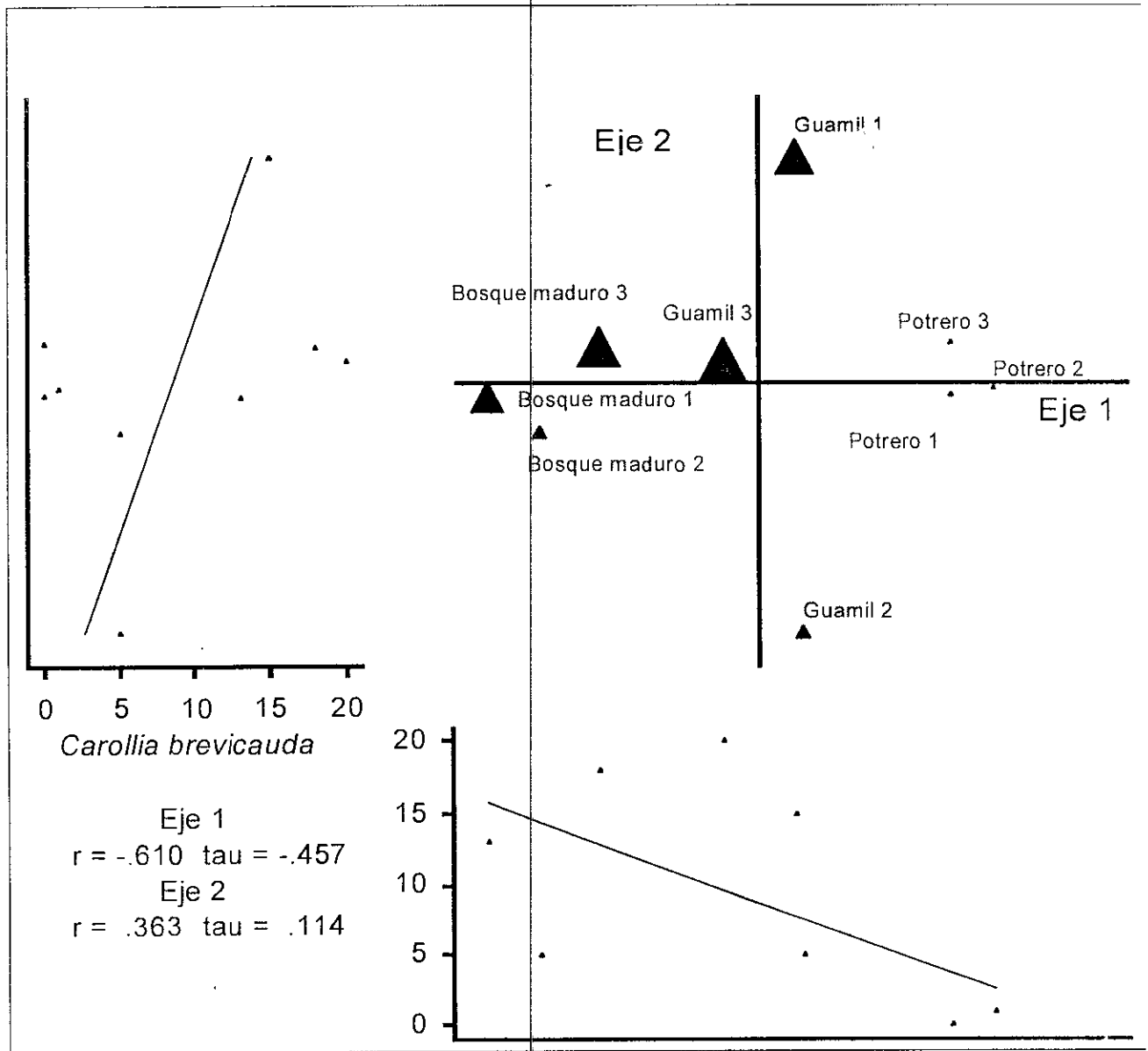


Fig.3. Análisis de correspondencias rectificado (DCA), muestra la distribución de la abundancia de *Carollia brevicauda*. El área de los triángulos está directamente relacionada con la abundancia de la especie. Las gráficas siguientes muestran la correlación que tiene la especie con el componente principal uno (eje 1) y el componente principal 2 (eje 2).

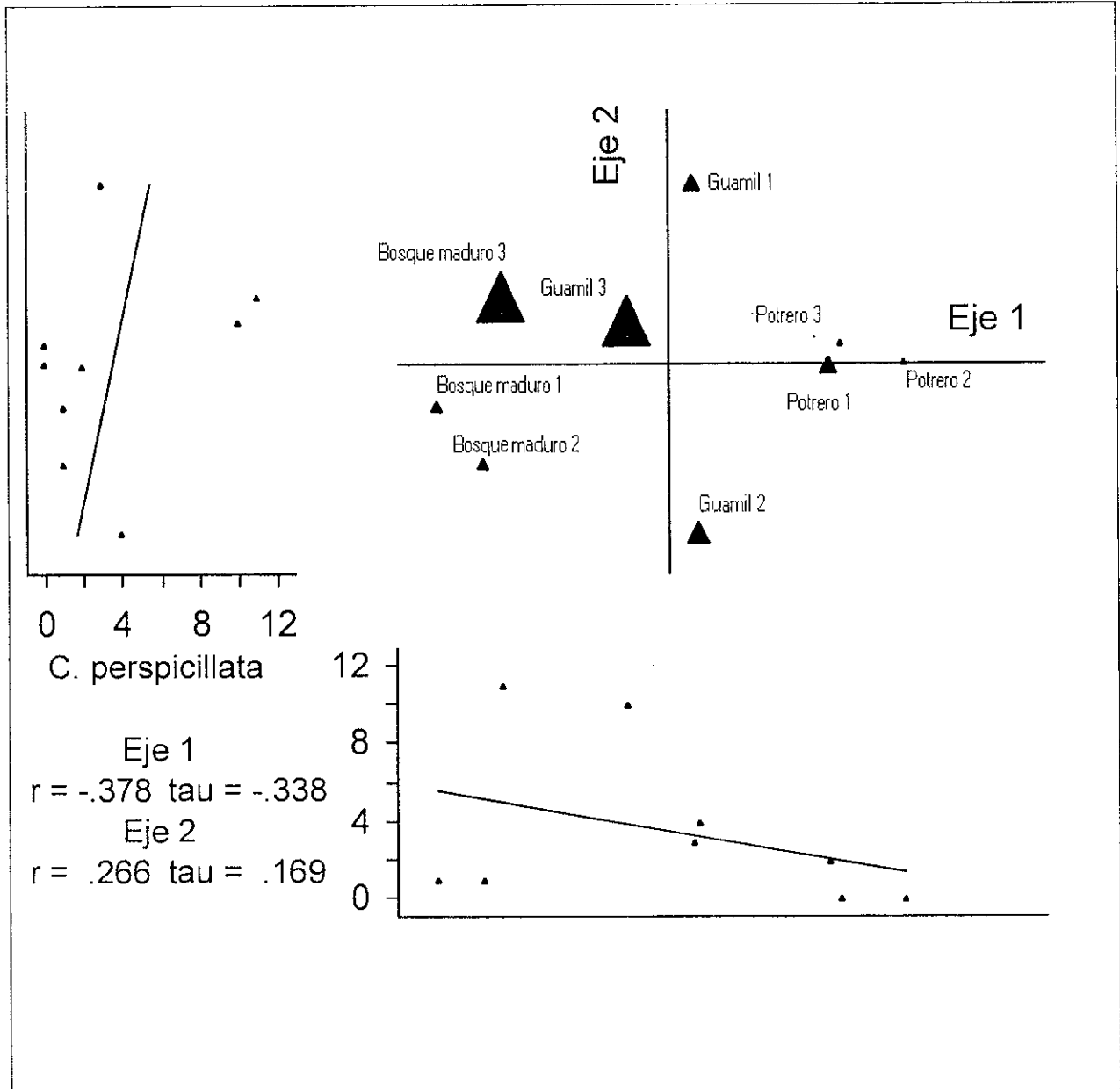


Fig.4. Análisis de correspondencias rectificadas (DCA), muestra la distribución, de la abundancia de *Carollia perspicillata*. El área de los triángulos está directamente relacionada con la abundancia de la especie. Las gráficas siguientes muestran la correlación que tiene la especie con el componente principal uno (eje 1) y el componente principal 2 (eje 2).

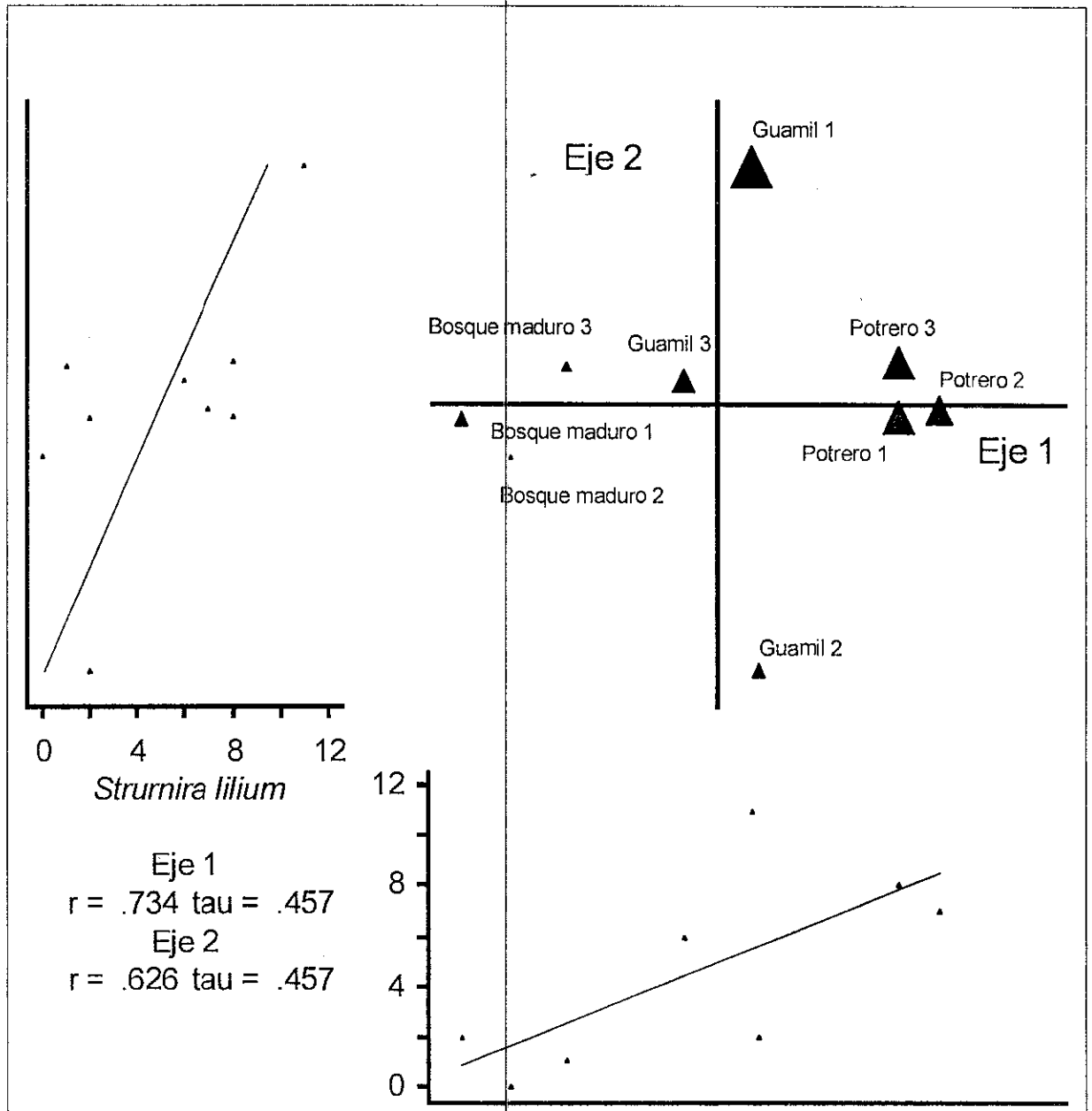


Fig.5. Análisis de correspondencias rectificadas (DCA), muestra la distribución de la abundancia de *Sturnira lilium*. El área de los triángulos está directamente relacionada con la abundancia de la especie. Las gráficas siguientes muestran la correlación que tiene la especie con el componente principal uno (eje 1) y el componente principal 2 (eje 2).

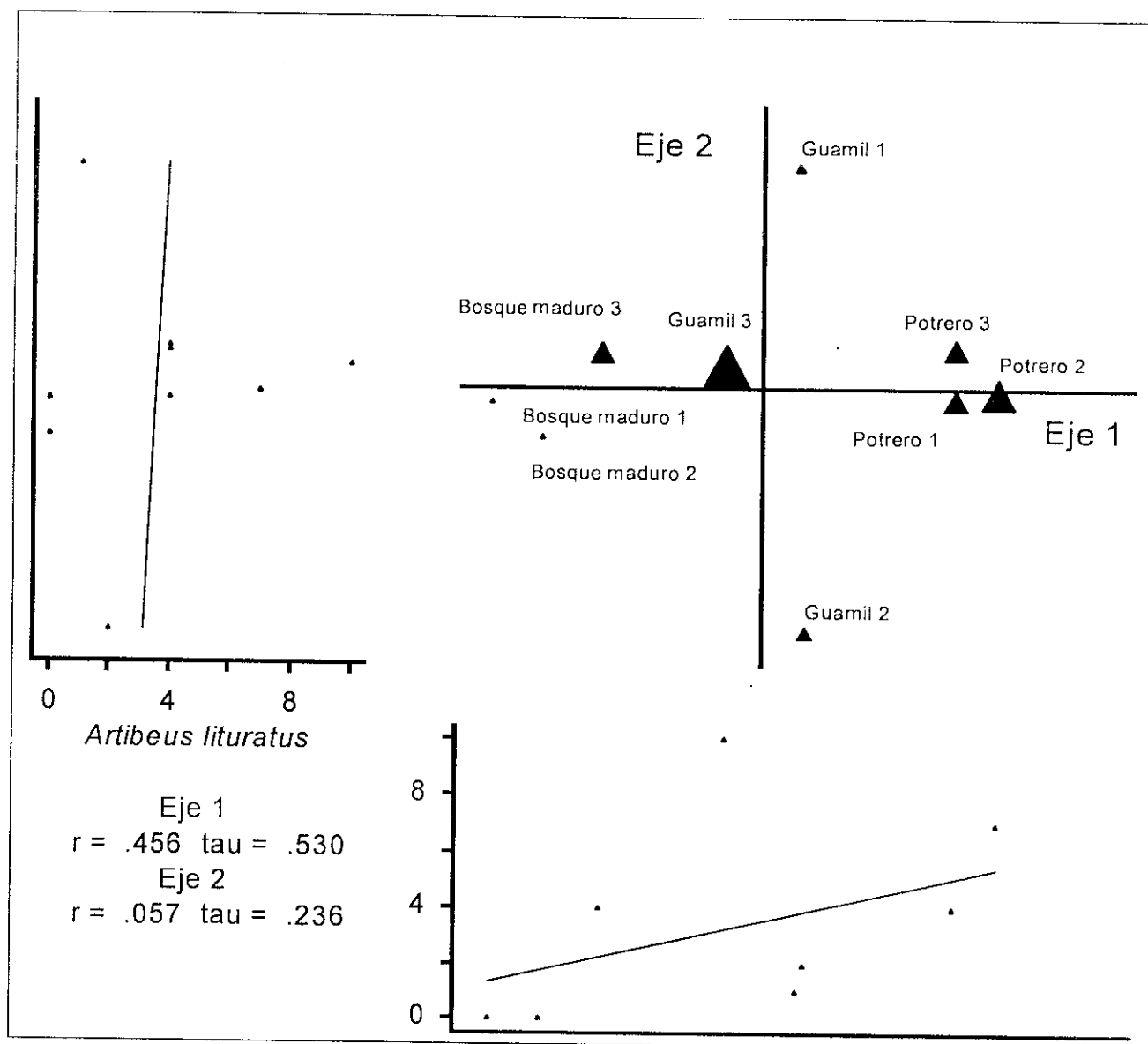


Fig.6. Análisis de correspondencias rectificadas (DCA), muestra la distribución de la abundancia de *Artibeus lituratus*. El área de los triángulos está directamente relacionada con la abundancia de la especie. Las gráficas siguientes muestran la correlación que tiene la especie con el componente principal uno (eje 1) y el componente principal 2 (eje 2).

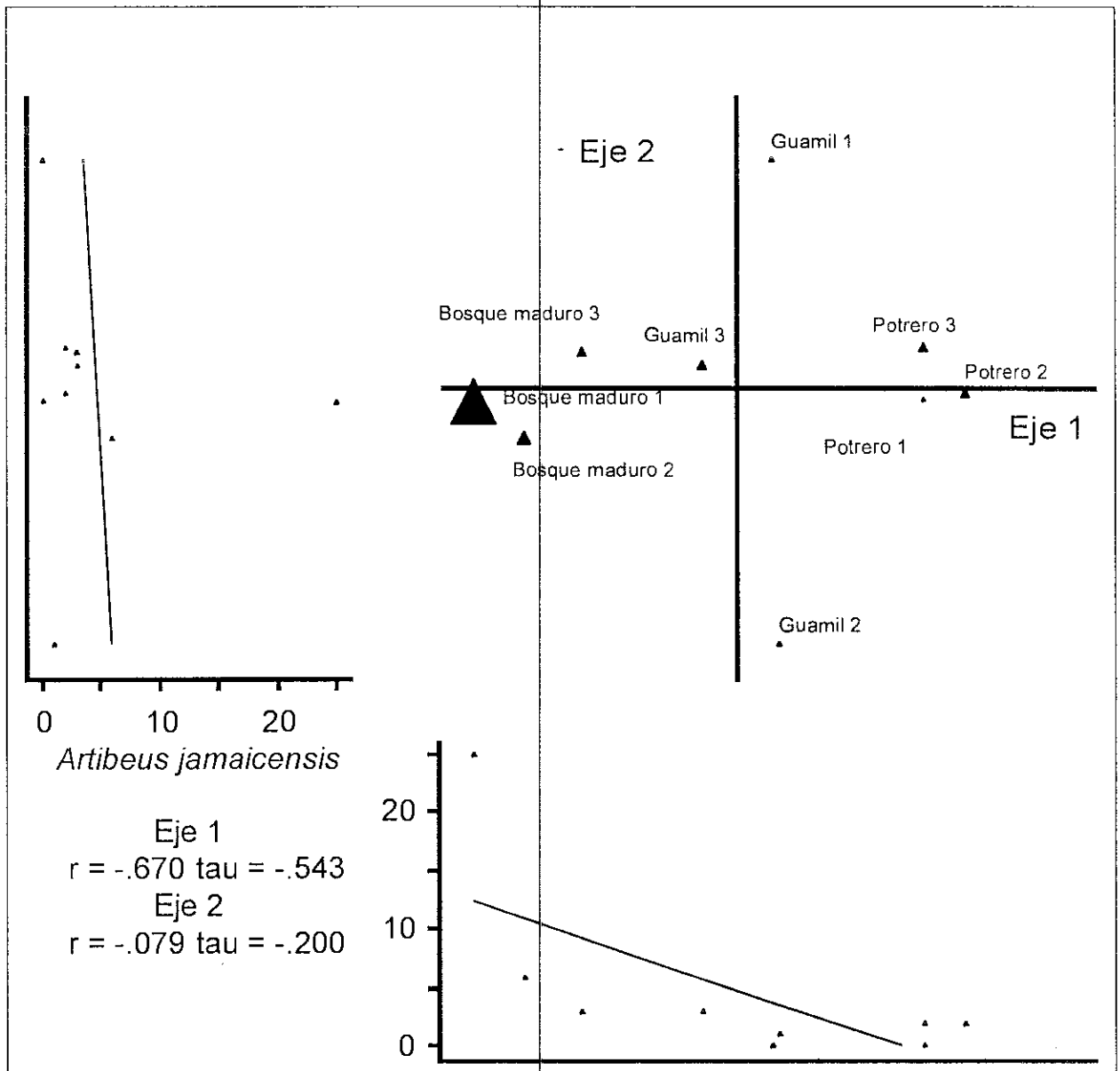


Fig.7. Análisis de correspondencias rectificadas (DCA), muestra la distribución de la abundancia de *Artibeus jamaicensis*. El área de los triángulos está directamente relacionada con la abundancia de la especie. Las gráficas siguientes muestran la correlación que tiene la especie con el componente principal uno (eje 1) y el componente principal 2 (eje 2).

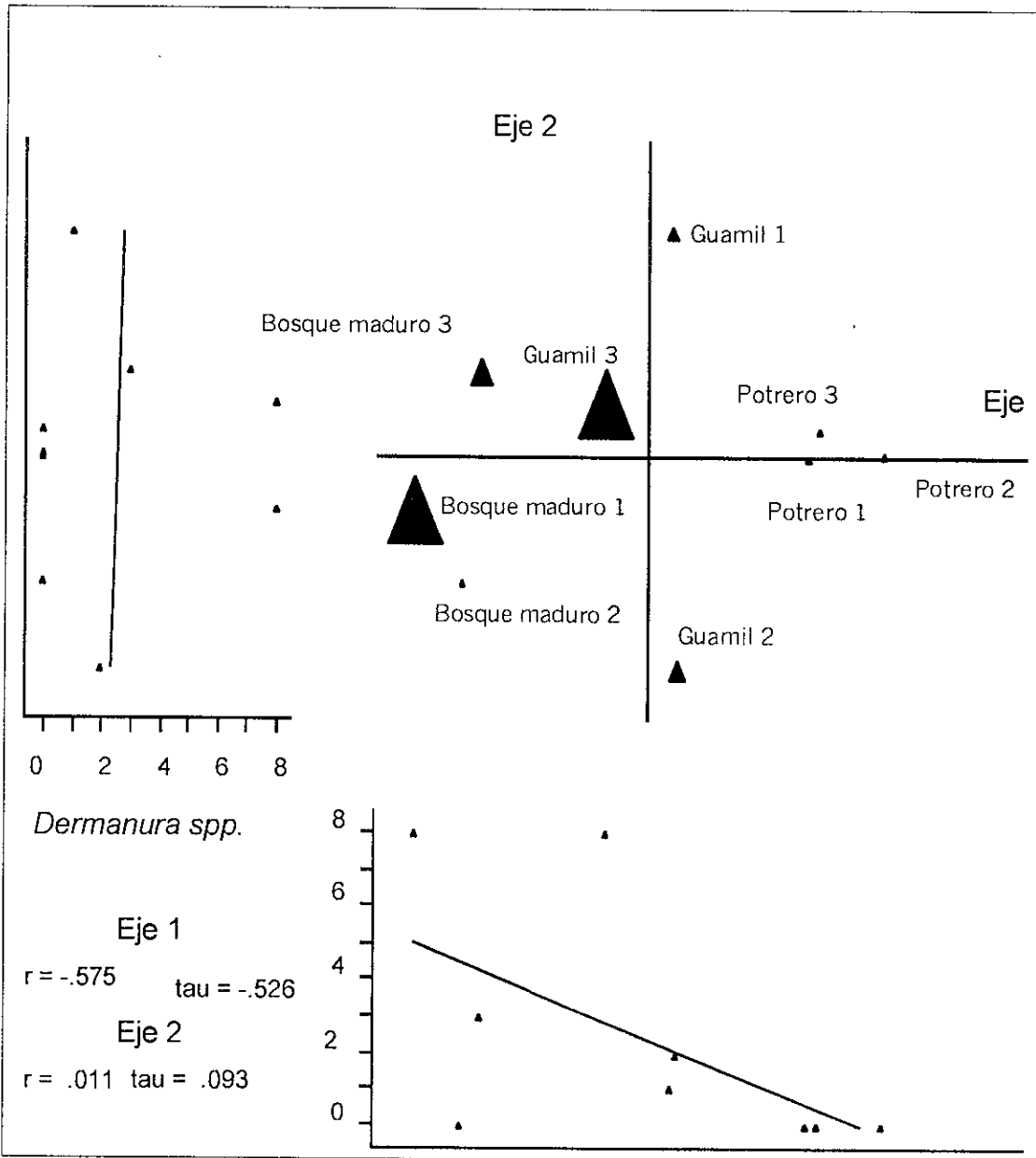


Fig.8. Análisis de correspondencias rectificadas (DCA), muestra la distribución de la abundancia de *Dermanura spp.* El área de los triángulos está directamente relacionada con la abundancia de la especie. Las gráficas siguientes muestran la correlación que tiene la especie con el componente principal uno (eje 1) y el componente principal 2 (eje 2).

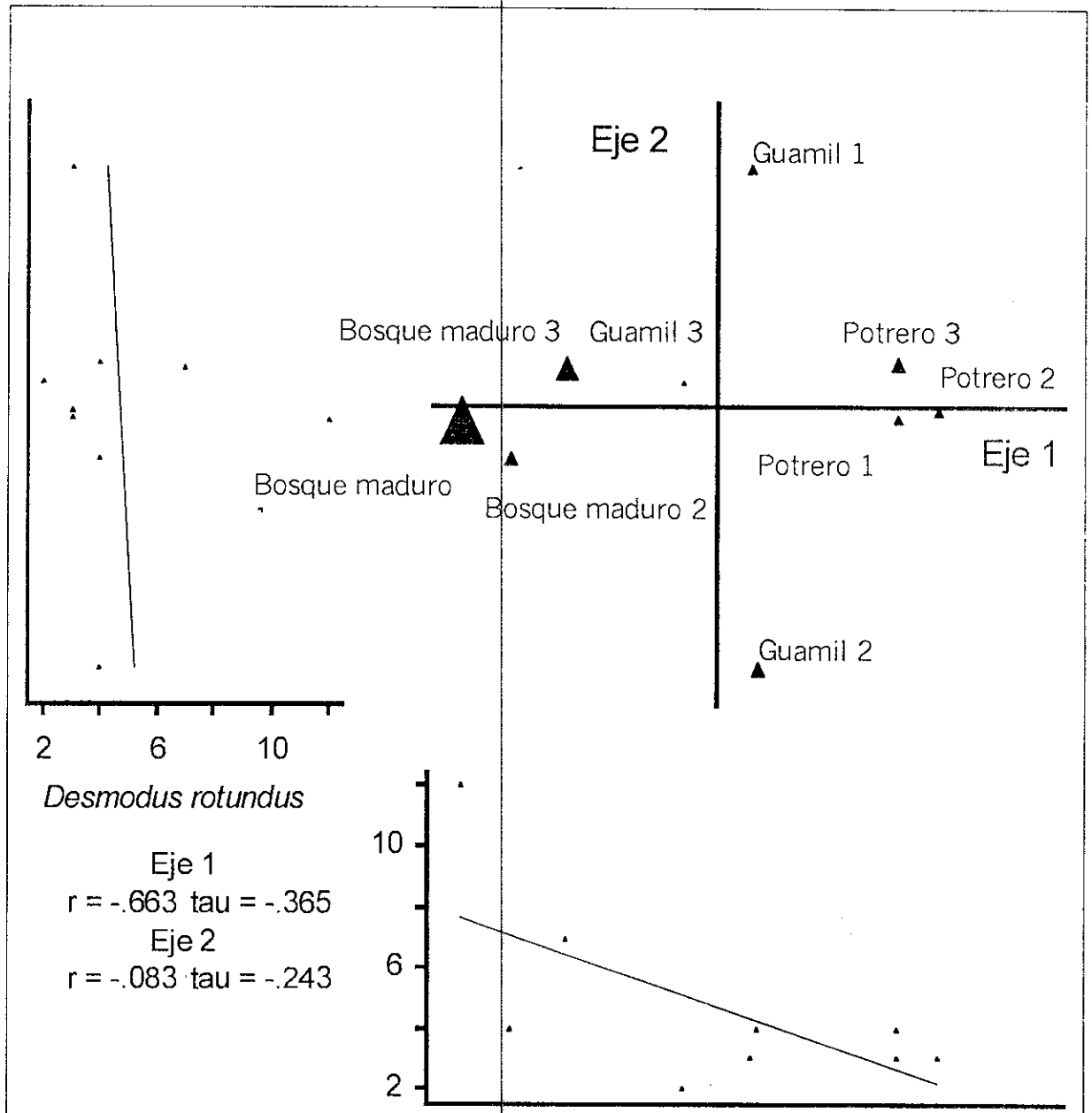


Fig.9. Análisis de correspondencias rectificadas (DCA), muestra la distribución de la abundancia de *Desmodus rotundus*. El área de los triángulos está directamente relacionada con la abundancia de la especie. Las gráficas siguientes muestran la correlación que tiene la especie con el componente principal uno (eje 1) y el componente principal 2 (eje 2).

B. Análisis de la estructura de las comunidades de murciélagos en los hábitats potrero, guamil joven y bosque maduro.

1. Riqueza de especies, número de individuos, índices de biodiversidad y biomasa.

En el Cuadro 11, se presentan juntos los resultados de riqueza de especies, número de individuos, índices de Shannon Wiener y Brillouin, así como la biomasa en gramos de los murciélagos capturados y la proporción de biomasa por individuo, para bosque maduro, guamil joven y potrero de los tres sitios de muestreo. El detalle de los resultados de este cuadro, así como los resultados de las comparaciones entre hábitats, se incluyen en secciones separadas más adelante.

Cuadro 11 Número de individuos, número de especies, índices de diversidad y biomasa para cada hábitat, en cada sitio.

Hábitat	Sitio	Número de individuos	Número de especies	Shannon Wiener	Brillouin	Biomasa (gramos)	Biomasa/individuo
Bosque	1	80	14	2.12	2.72	1,737.6	21.7
	2	30	10	2.05	2.42	906.7	30.2
	3	75	14	2.3	2.95	2,129.5	28.4
med.a		62	11	2.15	2.70	1591.3	26.8
Guamil	1	47	13	2.08	2.54	979.8	20.8
	2	42	15	2.57	3.08	940.1	22.4
	3	70	12	2.1	3.2	2,030.5	29.0
media		53	13	2.25	2.88	1316.8	24.1
Potrero	1	26	9	1.92	2.23	748.8	28.8
	2	29	11	2.1	2.45	1,005.9	34.7
	3	21	7	1.59	1.86	698.7	33.3
media		25	9	1.87	2.18	817.8	32.2
Total		$\Sigma= 420$	27*	2.62 [^]	3.63 [^]	$\Sigma=11,177.6$	$\Sigma= 249.3$

*Datos de especies totales encontradas para el área, excluidas dos especies, que sólo se diferenciaron en laboratorio.

[^] Datos de diversidad para el área de estudio, de acuerdo a los datos de los tres sitios y sus tres hábitats.

2. Prueba de normalidad en la distribución de los datos

El Cuadro 12, demuestra que la distribución de los datos no es normal para los parámetros medidos.

Cuadro 12 Prueba de Kolmogorov Smirnov, con corrección de significancia de Lilliefors, para la normalidad de la distribución de número de especies, número de individuos, índices de diversidad de Shannon y Brillouin y biomasa. D es el índice práctico de la prueba, gl son los grados de libertad con que se trabajó y la significancia es el parámetro de confianza con el que se aprueba o rechaza la hipótesis de que la distribución de los datos es normal (SPSS, 1999).

	Hábitat	D	gl	Significancia
Número de especies	Bosque maduro	.385	3	0.0
	Guamil joven	.253	3	0.0
	Potrero	.175	3	0.0
Número de individuos	Bosque maduro	.353	3	0.0
	Guamil joven	.323	3	0.0
	Potrero	.232	3	0.0
Brillouin(HB)	Bosque maduro	.202	3	0.0
	Guamil joven	.321	3	0.0
	Potrero	.234	3	0.0
Shannon (H)	Bosque maduro	.283	3	0.0
	Guamil joven	.372	3	0.0
	Potrero	.231	3	0.0
Biomasa	Bosque maduro	.259	3	0.0
	Guamil joven	.374	3	0.0
	Potrero	.329	3	0.0
Biomasa/Indiv	Bosque maduro	.222	3	0.0
	Guamil joven	.198	3	0.0
	Potrero	.322	3	0.0

3. Número de individuos

En el Cuadro 11 y la Figura 10 se observa que el sitio con mayor número de capturas fue bosque maduro, luego guamil joven y por último potrero.

La variabilidad del bosque maduro la introduce el sitio 2 en donde se colectó menos de la mitad de individuos que se colectaron en los bosques 1 y 3. En guamil se colectaron por lo general menos individuos que en bosque, excepto el sitio número 3 donde se colectó el 20% más de individuos. Los potreros, por el contrario, fueron bastante parejos en su distribución y notoriamente inferiores en número de individuos a los demás hábitats.

En el análisis de varianza no paramétrico (Cuadro 13) se encuentran diferencias entre los hábitats, con un grado de significancia de 0.1. En el diagrama de cajas (ver Fig. 10) se observa que las diferencias principales se encuentran entre potrero y bosque maduro. En menor grado existe diferencia entre potrero y guamil joven y no hay diferencia aparente entre bosque maduro y guamil joven.

4. Riqueza de especies

En el Cuadro 11 y en la Fig. 11. se observan los resultados de riqueza de especies para cada hábitat. Se observa que el hábitat más pobre en cuanto a número de especies es potrero, que el guamil joven es el hábitat que reportó más especies y que no varía mucho en los distintos sitios. El bosque maduro tiene tantas especies como guamil joven, pero el bosque maduro del segundo sitio fue muy pobre en cuanto a especies, lo que introdujo variabilidad en los datos.

El análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis (Cuadro 13) muestra que existen diferencias en el número de especies de los distintos hábitats, con una significancia de 0.1. Por la distribución del diagrama de cajas (Fig. 11) se puede interpretar que las diferencias principales están entre guamil joven y potrero y entre potrero y bosque maduro y que no hay diferencia obvia entre bosque maduro y guamil.

5. Índice de diversidad de Shannon Wiener

En el Cuadro 11 se observan los distintos índices de diversidad, siendo 2.62 el índice de Shannon-Wiener para la matriz de hábitats estudiada. El sitio con mayor diversidad fue el guamil del segundo sitio (2.57). Los potreros fueron, por lo general, pobres en cuanto a diversidad, seguidos por el bosque maduro del

segundo sitio y el guamil del tercer sitio. En el diagrama de cajas (Fig. 12) se observa que mientras los bosques maduros son bastante parejos en cuanto a diversidad, los guamiles son altamente variables, especialmente el guamil del segundo sitio que reportó una diversidad bastante alta. Los potreros tienen menor diversidad y se obtuvieron datos de diversidad muy variables entre los distintos sitios. El análisis de varianza no paramétrico no demuestra diferencias significativas en diversidad (Cuadro 13).

6. Índice de diversidad de Brillouin

En el Cuadro 11, se observa que el índice de Brillouin es relativamente mayor al de Shannon-Wiener para todos los hábitats de los distintos sitios. En los resultados del diagrama de cajas (Fig. 13), se observa que el hábitat con mayor diversidad es guamil joven, es variable debido a que el guamil del segundo sitio es muy diverso. La diversidad de los bosques concuerda con la obtenida con el índice de Shannon Wiener y se encuentra dentro del rango de diversidad del guamil joven. A la vez, los potreros son de diversidad inferior y bastante variables entre sitios. El análisis de varianza no paramétrico (Cuadro 13) demuestra que los hábitats para el índice de diversidad de Brillouin son distintos con una significancia de 0.07, no así para una significancia de 0.05. Del diagrama de cajas se observa que las principales diferencias se encuentran entre guamil joven y potrero y en menor grado entre bosque maduro y potrero, y que no hay diferencia entre bosque maduro y guamil joven (Fig. 13).

7. Biomasa

El Cuadro 11 demuestra que la biomasa total para el mosaico de hábitats estudiado fue de 11,177.6 gramos. Los sitios con mayor biomasa son bosque maduro 1 y 3 así como guamil 3. Por lo general la biomasa fue inferior en los

potreros y los bosques maduros tuvieron más (Fig. 14). El análisis de varianza de Kruskal Wallis (Cuadro 13) indica que no existe diferencia significativa entre la biomasa de las comunidades de murciélagos de los tres hábitats estudiados.

8. Biomasa/Individuo

En el Cuadro 11, se observa que el potrero es el hábitat con individuos de mayor biomasa (32.2 gramos) y que bosque maduro y guamil joven tienen individuos con biomasa muy parecida. En la Fig. 15 se observa que la biomasa/individuo es ligeramente mayor en potreros, mientras que en guamil joven y bosque maduro son similares. En el Cuadro 13 se observa que no existen diferencias significativas para la relación biomasa/individuo en potrero, guamil joven y bosque maduro.

Diagramas de cajas que demuestra las distribuciones de la mediana y de los cuartiles de los datos.

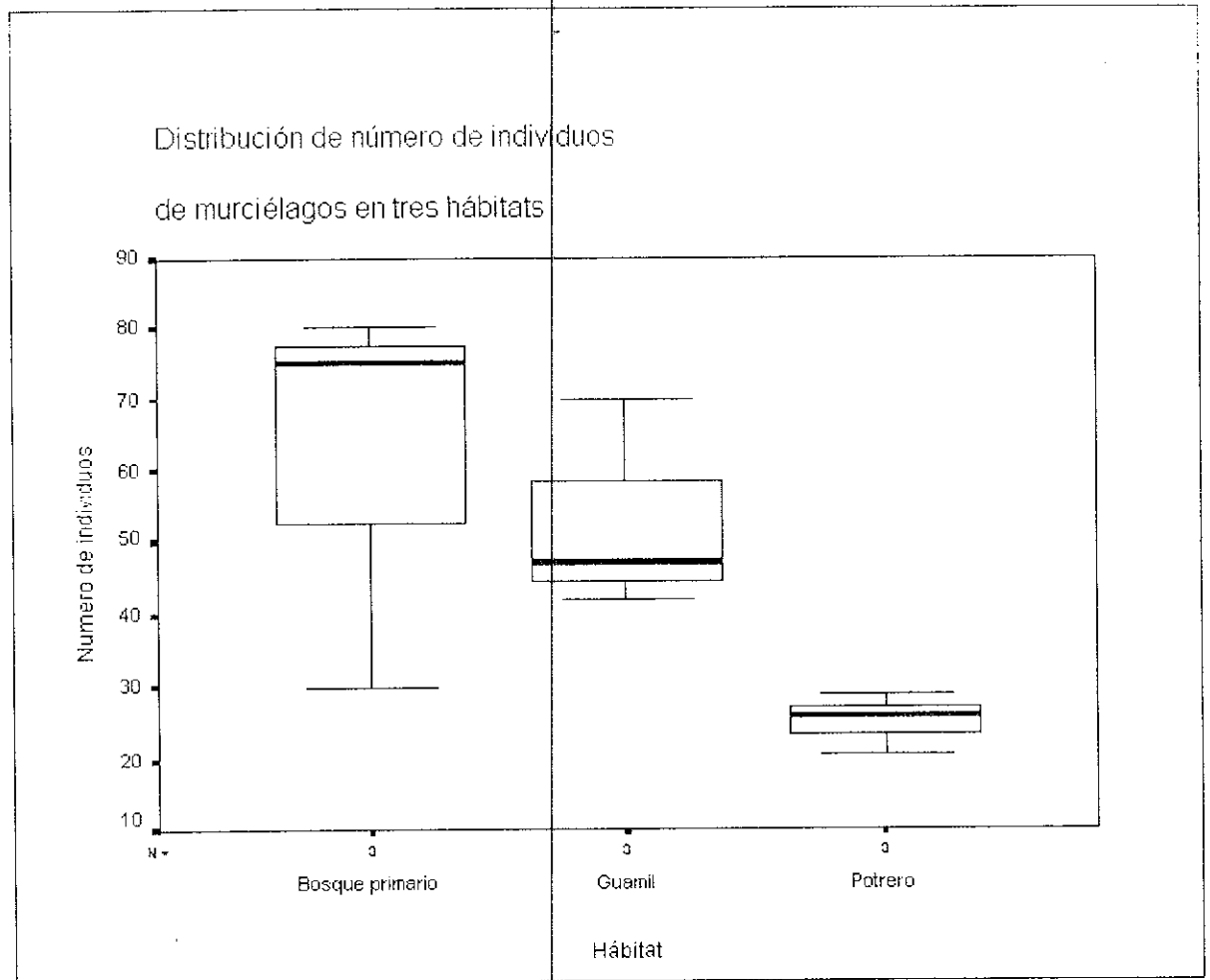


Fig. 10. Diagrama de cajas, que presentan la distribución del número de individuos de murciélagos capturados en bosque maduro, guamil y potrero. La línea obscura indica la mediana y los límites de la caja son los cuartiles (Q1 y Q4) (SPSS, INC., 1999).

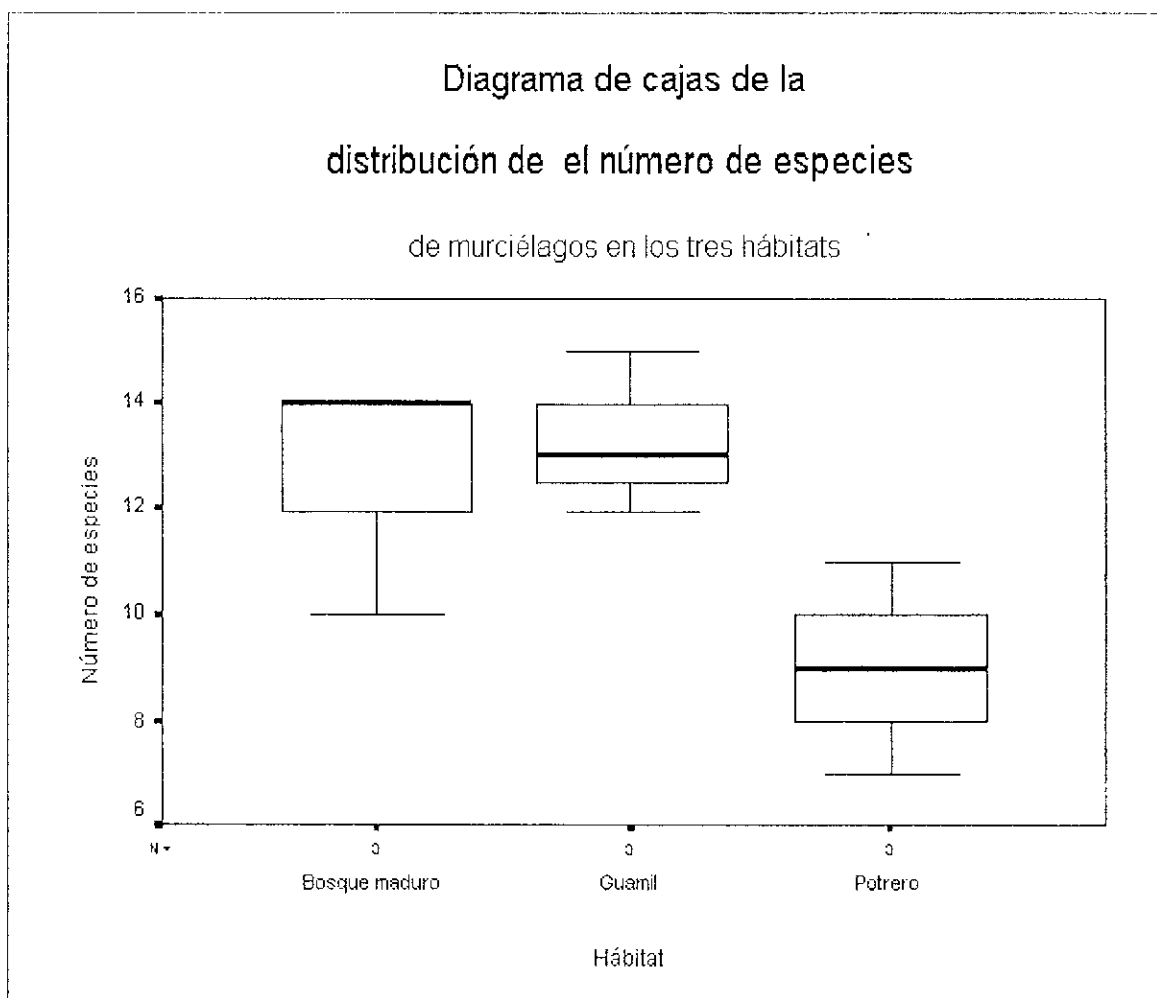


Fig. 11. Diagrama de cajas, que presenta la distribución del número de especies, de murciélagos, capturadas en bosque maduro, guamil y potrero. La línea oscura indica la mediana y los límites de la caja son los cuartiles (Q1 y Q4) (SPSS, INC., 1999).

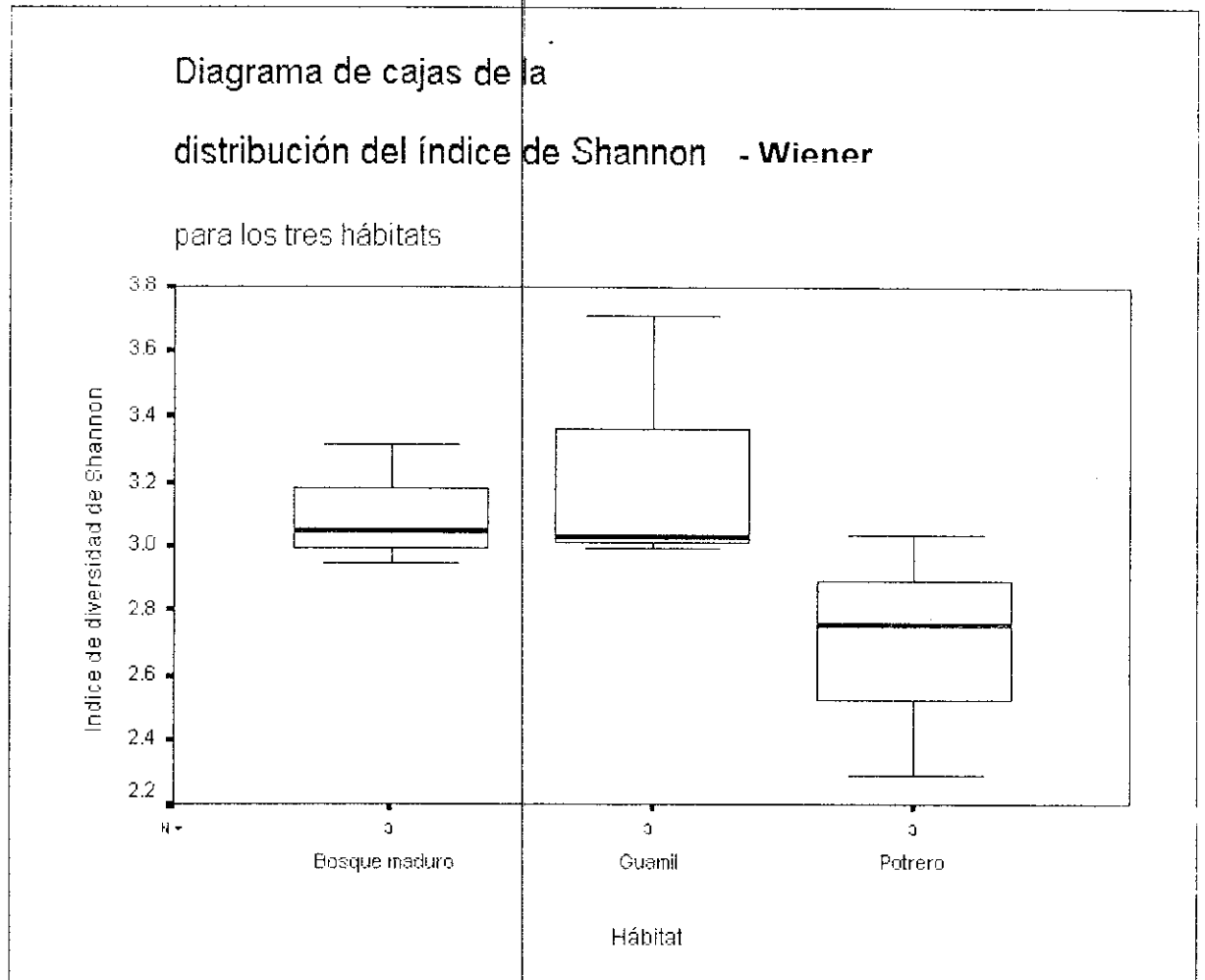


Fig.12 Diagrama de cajas, presentando la distribución del índice de Shannon Wiener para las comunidades de murciélagos capturados en bosque maduro, guamil y potrero. La línea oscura indica la mediana y los límites de la caja son los cuartiles (Q1 y Q4) (SPSS, INC., 1999).

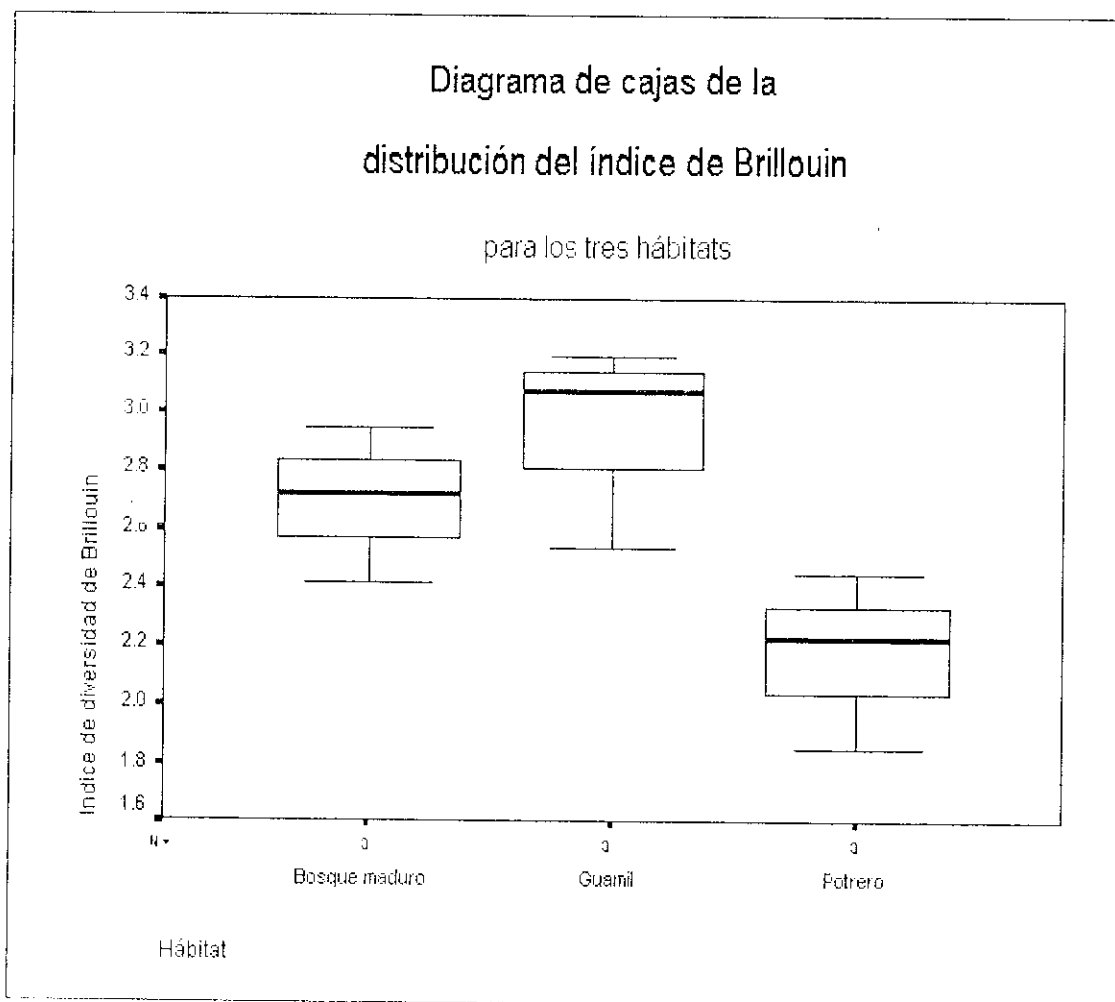


Fig. 13 Diagrama de cajas que presenta la distribución del índice de Brillouin para las comunidades de murciélagos capturados en bosque maduro, guamil y potrero. La línea obscura indica la mediana y los límites de la caja son los cuartiles (Q1 y Q4) (SPSS, INC. , 1999).

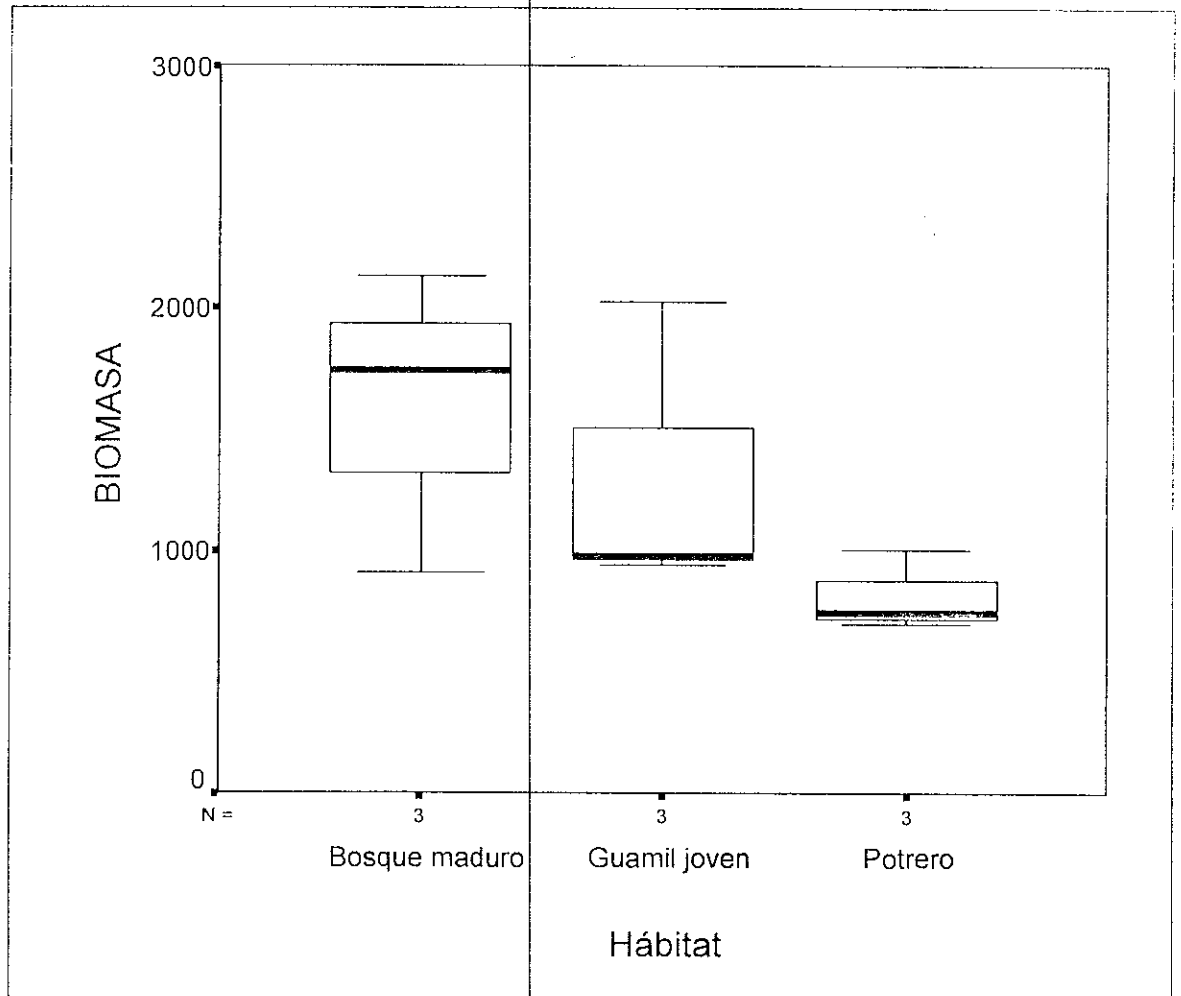


Fig.14. Diagrama de cajas que presenta la distribución de la biomasa de los murciélagos, capturados en bosque maduro, guamil y potrero. La línea oscura indica la mediana y los límites de la caja son los cuartiles (Q1 y Q4) (SPSS, INC., 1999).

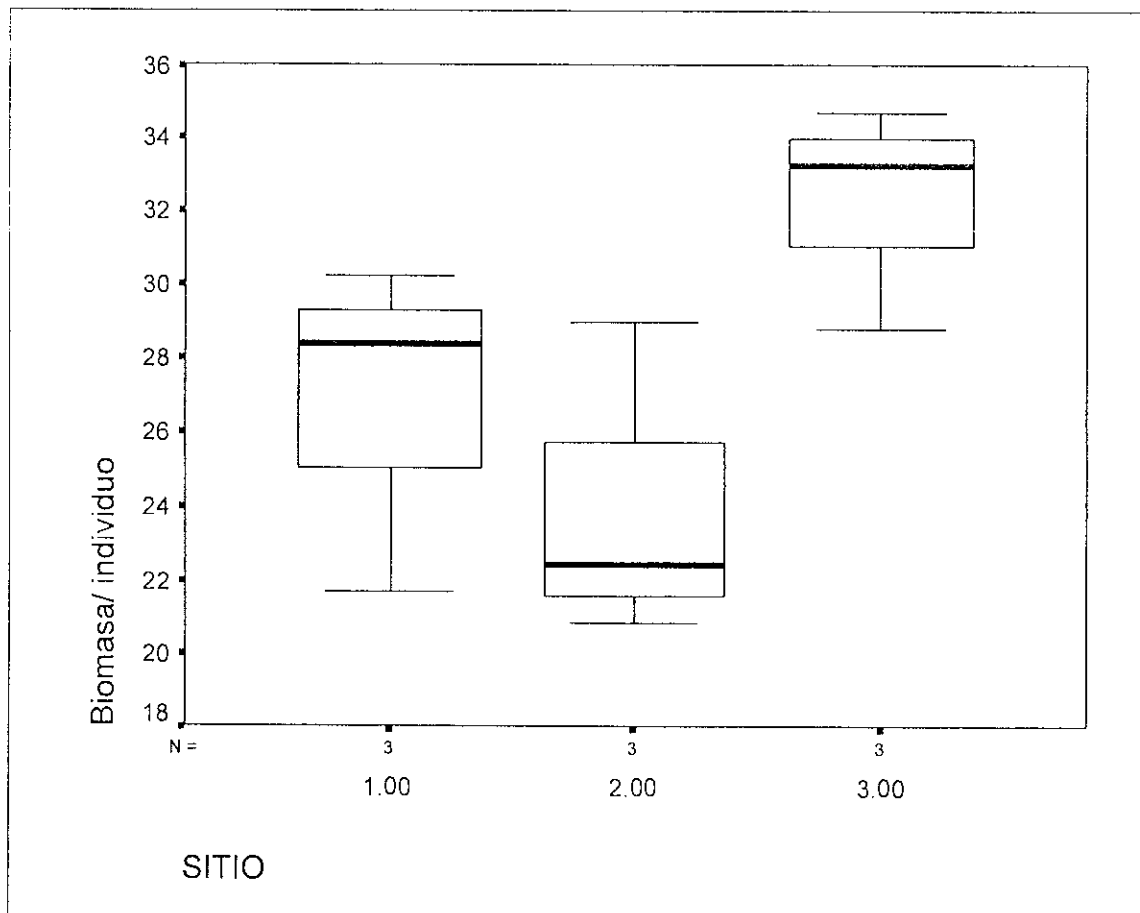


Fig.15. Diagrama de cajas que presenta la distribución de la relación biomasa/individuo de los murciélagos capturados en bosque maduro, guamil y potrero. La línea obscura indica la mediana y los límites de la caja son los cuartiles (Q1 y Q4) (SPSS, INC., 1999).

Análisis de varianza no paramétrico de los datos.

Cuadro 13. Ji cuadrado (X^2) para el análisis de Kruskal Wallis, comparando entre los tres hábitats; el número de individuos, riqueza de especies, índice de Shannon Wiener (H'), índice de diversidad de Brillouin (HB), biomasa total y biomasa/individuo.

	X^2	Grados de libertad	Significancia
Individuos	5.600	2	0.06
Especies	4.392	2	0.11
Shannon (H')	2.846	2	0.21
Brillouin (HB)	5.067	2	0.07
Biomasa total	2.489	2	0.28
Biomasa/individuo	3.466	2	0.256

Los números en negrilla son los que obtuvieron una significancia de 0.1 o menor.

7. Correlaciones no paramétricas de la estructura de las comunidades de murciélagos con el porcentaje de cobertura de dosel.

La correlación de Spearman de una cola, (ver Cuadro 14), mostró una correlación con el porcentaje de cobertura de dosel para riqueza de especies ($r = 0.723$ significancia = 0.14) y una correlación muy alta con el número de individuos ($r = 0.845$ significancia = 0.002). Así se demostró una relación directa y positiva de la estructura de las comunidades de murciélagos y la cobertura de dosel de los hábitats.

Cuadro 14. Correlación por rangos de Spearman, entre % de cobertura de dosel, número de individuos y número de especies.

	Correlación de Spearman	Significancia
Una cola		
Individuos	0.845	0.002
Especies	0.723	0.14

Los números en negrilla son los que tienen una significancia de 0.1

Cuadro 15. Listado de la especie más abundante para cada hábitat y el porcentaje de capturas que se obtuvo para éstas en el hábitat donde fueron más abundantes.

	Bosque maduro			Guamil Joven			Potrero		
	Bos1	Bos2	Bos3	Gua1	Gua2	Gua3	Pot1	Pot2	Pot3
<i>Artibeus jamaicensis</i>	31%	20%	04%	0%	02%	4%	0%	07%	10%
<i>Carollia brevicauda</i>	16%	17%	24%	32%	12%	29%	0%	03%	0%
<i>Sturnira lilium</i>	03%	0%	1%	23%	05%	09%	31%	24%	38%

C. Curvas de acumulación de especies.

En las Figuras 15-17 se presentan las curvas de acumulación de especies por hora de muestreo en cada hábitat. Los fueron datos reanalizados 100 veces por un procedimiento aleatorio. De esta manera se obtuvieron datos que, al graficarlos, dieron curvas suavizadas y así tuvieron un mejor ajuste. Se encontró un buen índice de correlación con los modelos Clench y de dependencia lineal para todas las curvas de acumulación de especies, éste se incluye en todas las gráficas. Se utilizaron dos estimadores, Bootstrap y Jack Knife para obtener el máximo de especies de cada unidad de muestreo.

En el Cuadro 16 se observa que para casi todas las unidades de muestreo se obtuvo la mayoría de especies del lugar (84-89% para Bootstrap y 67-86% para Jack knife). Los sitios: bosque 2 (Fig. 15 B), guamil joven 1 (Fig. 16A), potrero 1 (Fig. 17A) y potrero 2 (Fig. 17B) fueron los sitios con menor representatividad, en los cuales se observaron adiciones de especies en las últimas horas de muestreo.

Cuadro 16. Estimadores del máximo de especies Bootstrap y Jack Knife, porcentaje de representatividad y número de horas necesarias para alcanzar el máximo de especies estimado, para cada unidad de muestreo

Sitio	Estimadores	Máximo de Sp	% de representatividad	Horas para alcanzar el máximo de esp estimado
Bosque 1	Bootstrap	16.47	85.00	39.1
	Jack kinfe	19.67	71.17	86.2
Bosque 2	Bootstrap	12	83.33	20
	Jack kinfe	14.72	67.93	41.5
Bosque 3	Bootstrap	15.8	88.61	28
	Jack kinfe	17.78	78.74	45.4
Guamil 1	Bootstrap	15.58	83.44	39
	Jack kinfe	18.67	69.63	85.1
Guamil 2	Bootstrap	16.9	88.76	26.3
	Jack kinfe	17.83	84.13	31.8
Guamil 3	Bootstrap	13.6	88.24	29.6
	Jack kinfe	15.78	76.05	56.9
Potrero 1	Bootstrap	10.65	84.51	35.7
	Jack kinfe	12.78	70.42	73.3
Potrero 2	Bootstrap	13.12	83.84	37.31
	Jack kinfe	15.72	69.97	77.5
Potrero 3	Bootstrap	6.68	89.82	24.2
	Jack kinfe	6.94	86.46	27.6

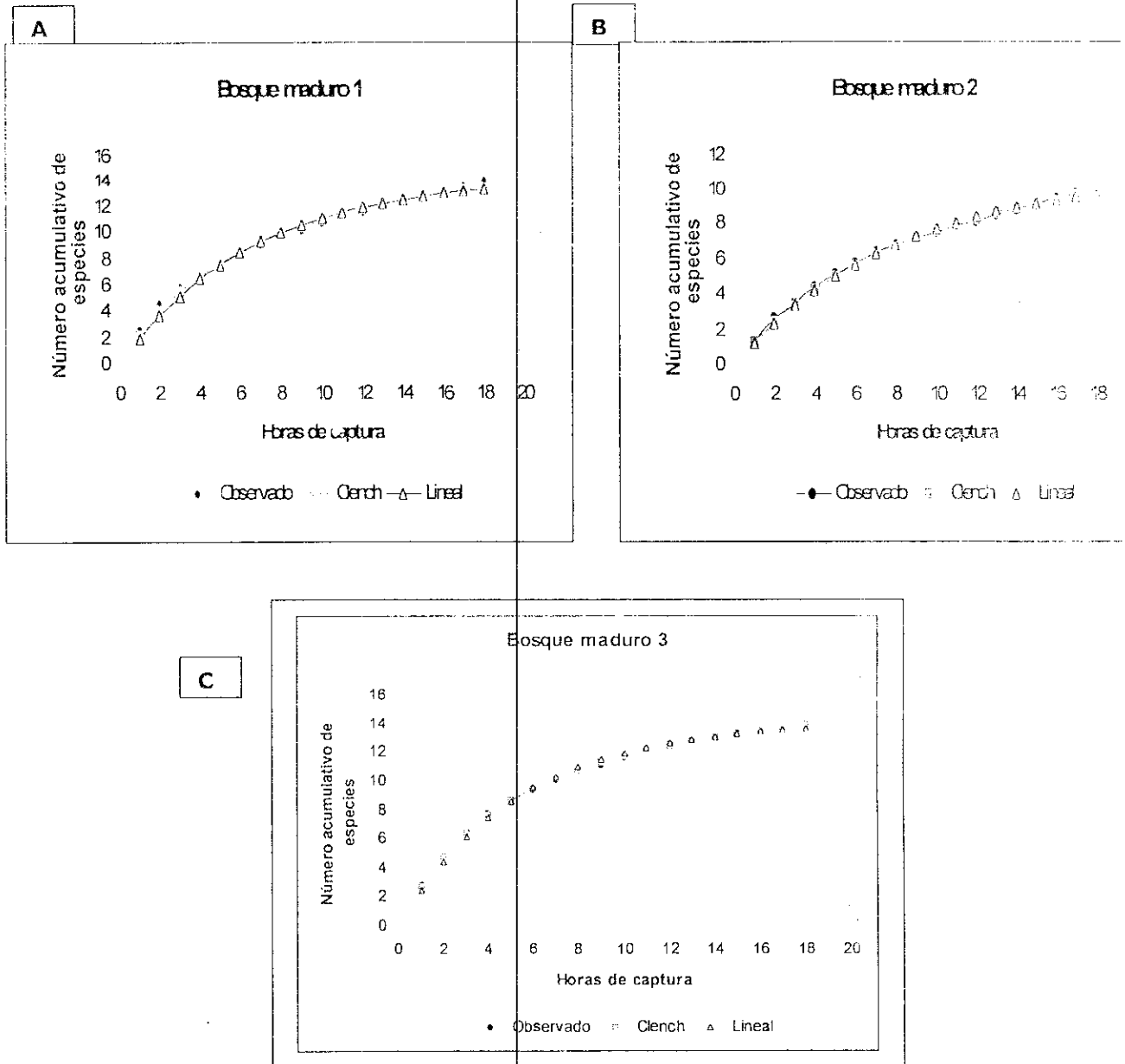


Figura 16. Gráficos de las curvas de acumulación de especies donde (●) representa la curva de los datos observados con un aleatoreo de 100 veces, (■) representa la curva de acumulación de especies con el modelo Clench $S(\text{horas}) = a \times \text{horas} / (1 + b \times \text{horas})$ y (Δ) representa la curva de acumulación de especies con el de dependencia lineal $S(\text{horas}) = (a/b) \times [1 - \exp(-b \times \text{horas})]$

A. Modelo clench, pendiente=2.572, intercepto=0.134. Modelo lineal, pendiente=-2.161, Intercepto=-0.1513

B. Modelo clench, pendiente=1.499, intercepto=0.097. Modelo lineal, pendiente=-1.332, Intercepto=-1.223

C. Modelo clench, pendiente=3.255, intercepto=0.178. Modelo lineal, pendiente=-2.648, Intercepto=-0.188

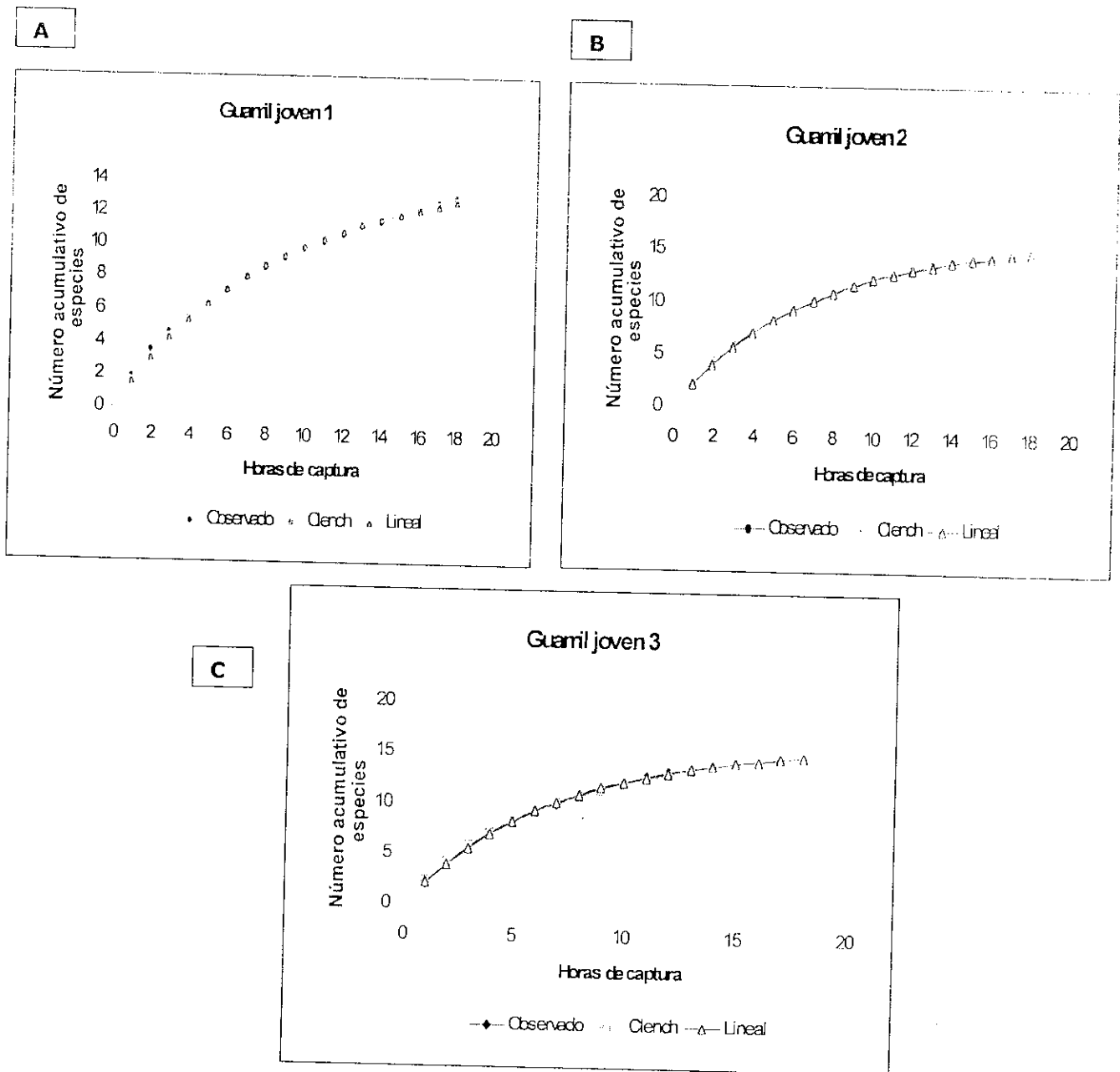


Figura 17. Gráficos de las curvas de acumulación de especies donde (●) representa la curva de los datos observados con un aleatoreo de 100 veces, (■) representa la curva de acumulación de especies con el modelo Clench $S(\text{horas}) = a \times \text{horas} / (1 + b \times \text{horas})$ y (△) representa la curva de acumulación de especies con el de dependencia lineal $S(\text{horas}) = (a / b) \times [1 - \exp(-b \times \text{horas})]$

A. Modelo clenck, pendiente=1.865, intercepto=0.090. Modelo lineal, pendiente=-1.670, Intercepto=-0.115

B. Modelo clenck, pendiente=2.661, intercepto=0.118. Modelo lineal, pendiente=-2.327, Intercepto=-0.143

C. Modelo clenck, pendiente=3.112, intercepto=0.208. Modelo lineal, pendiente=-2.454, Intercepto=-0.208

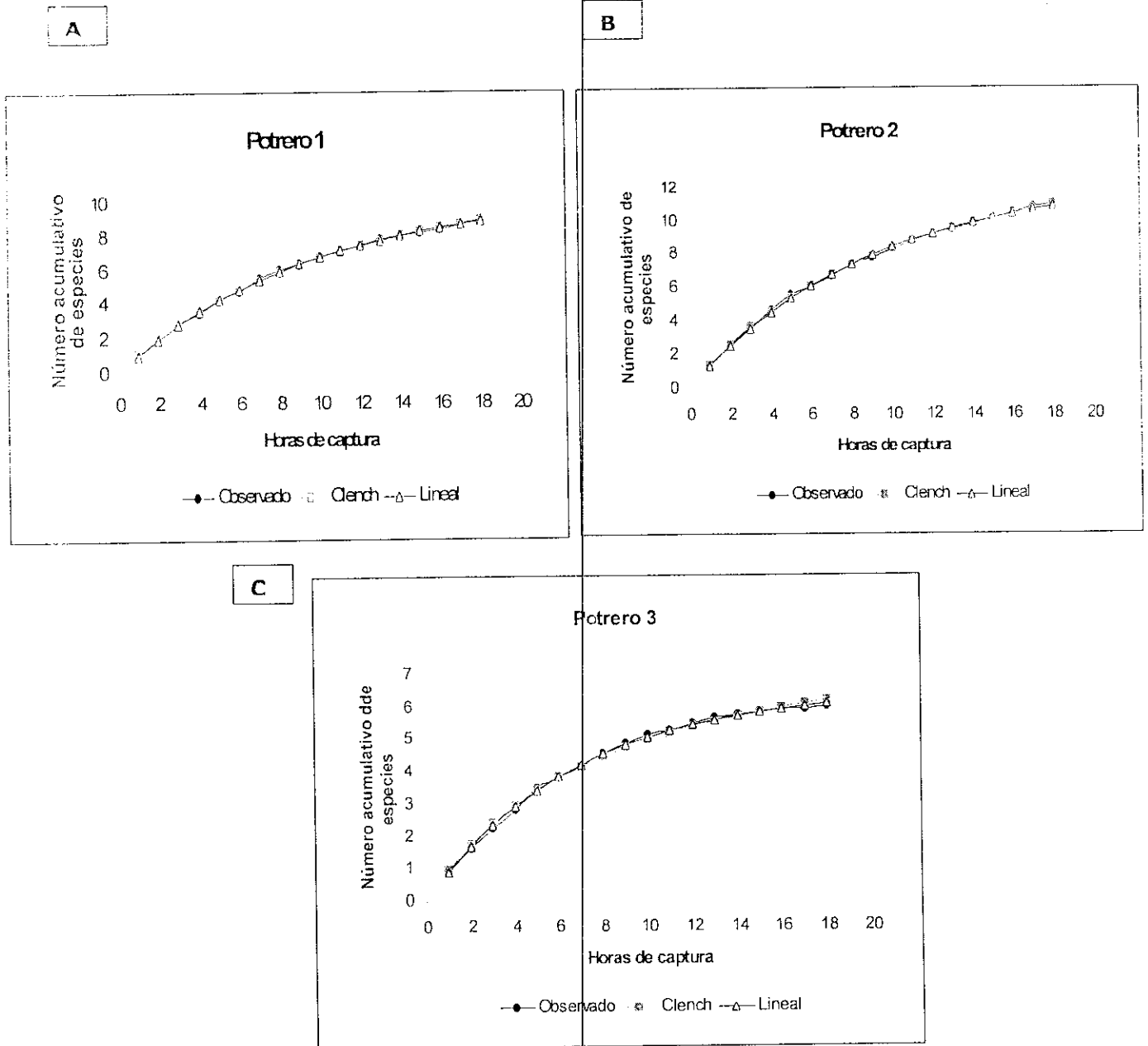


Figura 18. Gráficos de las curvas de acumulación de especies donde (●) representa la curva de los datos observados con un aleatoreo de 100 veces, (■) representa la curva de acumulación de especies con el modelo Clench $S(\text{horas}) = a \times \text{horas} / (1 + b \times \text{horas})$ y (△) representa la curva de acumulación de especies con el de dependencia lineal $S(\text{horas}) = (a/b) \times [1 - \exp(-b \times \text{horas})]$

A. Modelo clench, pendiente=1.220, intercepto=0.080. Modelo lineal, pendiente=-1.117, Intercepto=-0.107

B. Modelo clench, pendiente=1.537, intercepto=0.085. Modelo lineal, pendiente=-1.393, Intercepto=-0.111

C. Modelo clench, pendiente=1.106, intercepto=0.123. Modelo lineal, pendiente=-0.965, Intercepto=-0.148

IV. DISCUSION.

A. Diseño experimental

El problema principal de este tipo de estudios es que no se puede crear el cambio de hábitats de acuerdo a un diseño experimental ideal, por lo que se debe trabajar en el sitio y acoplar un diseño con la menor probabilidad de generar los errores de tipo I (cuando se rechaza una hipótesis nula que es cierta) y error tipo II (cuando se acepta una hipótesis nula que es falsa). Debido a esto se observa la segregación simple, que existe porque los potreros se encuentran en el centro y los demás hábitats a la par (ver Anexo II y III). El área y la forma de cada hábitat debe ser tomada en cuenta junto con el mosaico de hábitats que rodea a los sitios estudiados, ya que varios estudios de fragmentación de hábitat han encontrado relación de estos factores con las respuestas encontradas en las comunidades de fauna (Saunders *et al.*, 1991; Didham, 1997 y Villard, *et al.*, 1999).

El hecho de que las comunidades de murciélagos no hayan resultado con distribuciones normales para los parámetros medidos, que el porcentaje de representatividad sea bajo para ciertas unidades de muestreo y que el número de horas para obtener el máximo número de especies del sitio sea alto sugiere que el muestreo no abarcó todas las especies para los hábitats estudiados y crean la necesidad de generar muestras más grandes. Es necesario disponer de más gente que trabaje al azar en una mayor cantidad de sitios para obtener una muestra más grande y evitar la pseudorrepetición (Hulbert, 1984). Por otro lado, los estimadores de Bootstrap y Jack knife predijeron que deben aparecer de 2-6 especies más para cada unidad de muestreo, para obtenerlas se necesitarían muestreos de (20-86 horas), por lo que se hace evidente que se requeriría mucho esfuerzo e inversión de recursos para completar estos muestreos.

Para los resultados de esta investigación se acopla mejor la utilización de descriptores ecológicos de las comunidades de murciélagos, como lo es el análisis de la correspondencia rectificado (DCA) que incluye la composición de las especies. Otra posibilidad es generar modelos matemáticos que describan de una mejor forma los fenómenos encontrados en este estudio.

Este trabajo es limitado porque no toma en cuenta variaciones estacionales o a través de los años. Además el diseño experimental fue elaborado para las especies de murciélagos que vuelan en sotobosque, de manera que los patrones y respuestas propuestos en este trabajo se aplican únicamente a estas especies y no a las que vuelan normalmente a más de tres metros de altura.

Las ventajas del diseño experimental actual incluyen el corto tiempo en que se puede realizar (9 días) y el éxito de capturas en cada noche de muestreo, debido a la escogencia del período de muestreo durante los días de luna nueva ya que abarca varios hábitats en una misma noche. Además, por el hecho de ser un muestreo simultáneo en los tres hábitats evaluados, se pueden hacer comparaciones de las capturas de una noche en la cual todas las capturas en los 3 hábitats estuvieron sujetos a las mismas variaciones climáticas y de luz nocturna.

B. Composición de las comunidades de murciélagos

1. Riqueza de especies y número de individuos

En un período de 648 horas/red se colectaron 420 individuos pertenecientes a 29 especies. Esta tasa de captura es mejor que la que se ha obtenido en otros estudios realizados en Guatemala (López, 1992; Valle, 1997; Schulze, *et al.*, 2000), así como un gran número de estudios en países neotropicales como el de Fenton *et al.* (1992). Las especies encontradas representan el 30% de las especies de murciélagos registradas y el

16% de las especies de mamíferos reportadas para Guatemala. Asimismo, este trabajo reporta el número de especies más alto de cualquiera de las áreas estudiadas de Guatemala. El 90% de las especies capturadas pertenece a la familia Phyllostomidae. Tanto los miembros de esta familia, como los miembros de la familia Mormoopidae, se mueven al nivel del sotobosque, lo que hace que su captura en redes de niebla sea más factible que los miembros de otras familias que vuelan a nivel del dosel (Moreno y Halffter, 2000). La alta riqueza de especies de murciélagos en el área puede explicarse por:

a. Influencia amazónica: Según la historia biogeográfica, Centro América se formó al crearse un puente que permitió a las especies tanto de la flora como de la fauna migrar del norte al sur o viceversa. Así, Guatemala es el límite de distribución sur de muchas especies de origen norteamericano y el límite norte de muchas especies de origen amazónico. La familia Phyllostomidae, una de las más diversas del orden Chiroptera con 140 especies, se cree tuvo su origen en el sur de América (Fleming, 1988). Es probable que el área de Río Dulce tenga alta diversidad de murciélagos debido a una fuerte influencia de las especies de origen amazónico y sea el límite norte de la distribución de varias especies como *Phyllostomus hastatus* y *Micronycteris nicefori*. Esto pasa también con ciertas especies de aves (A. Cerezo, com. pers, 2000), orquídeas (Dix y Dix, 2000) y heliconias (Standley y Steyenmark, 1946).

b. La matriz de paisajes: La región estudiada está compuesta de una matriz compleja de hábitats, tanto naturales como generados por el hombre. Los bosques inundables estacionalmente, bosques riberanos, cultivos de maíz, potreros y guamiles de varias edades, permiten que especies de mamíferos, tanto especialistas como generalistas, convivan conformando una alta diversidad. Para ejemplo ver trabajos de Tamsitt, (1967), August (1983), Medellín (1993) y Estrada, et al (1993b).

c. La elevación: La mayoría de especies de murciélagos se distribuyen a altitudes bajas (0-1500MSNM), especialmente en las bajas de los bosques tropicales húmedos, que poseen temperaturas más cálidas y mayor precipitación (Arita, 1993; Valle, 1997; López, 1992; Pérez, S. com. pers. 2000).

d. La estación climática: Se trabajó en marzo y abril, una época que coincide con las épocas de mayor capturas de individuos, tanto en la Sierra de Las Minas como en la región Lacandona, Chiapas, México (Valle, 1997; Medellín, 1993). Coincide también con el pico de floración de la mayoría de plantas centroamericanas (Janzen, 1967).

e. Análisis de riqueza de especies por sitio de muestreo.

En base a la descripción de los sitios de muestreo y su ubicación (ver Anexos II y III), así como los perfiles de vegetación para cada hábitat de los sitios estudiados (ver Anexo X), se ve que los tres hábitats, en cada sitio estudiado, son bastante homogéneos en cuanto a flora y porcentaje de cobertura de doseil (ver Cuadros 2, 3 y 4) como se buscaba en el diseño experimental. Se observa que el mosaico que rodea a cada hábitat es variable para los distintos sitios de muestreo. Esto introduce variabilidad entre los hábitats y afecta la distribución de las comunidades de murciélagos. El sitio 2 difiere un poco de los demás debido a que está ubicado sobre una pequeña

loma. Las distancias entre los hábitats son muy cortas (ver Cuadro 3). El bosque maduro es más perturbado que los demás bosques y el potrero 3 tiene más vegetación que los demás potreros. En el primer sitio se obtuvo el 36% de las colectas y el 67% de las especies reportadas; de forma similar, se obtuvo el 40% de colectas en el sitio 3 que representa el 59% de las especies reportadas. En el sitio 2 se obtuvieron menos capturas (24% del total) que en los demás, pero se reportaron más especies: 78% (ver Cuadro 9). Esto se debe a las diferencias que se dieron en la ubicación, estructura y mosaico vecino a este sitio. Durante los días que se hizo el muestreo en el sitio 2 hubo algo de lluvia, que pudo influenciar los resultados obtenidos.

2. Curvas de acumulación de especies

Se realizaron curvas de acumulación de especies y se correlacionaron con el modelo Clench y de dependencia lineal (Ver figs. 15-17). Además con los estimadores Bootstrap y Jack Knife, se hicieron estimaciones del porcentaje de representatividad, que por lo general fue alto (ver Cuadro 16). Las curvas de acumulación de especies de las comunidades por lo general tuvieron un buen ajuste con los modelos Clench y de dependencia lineal. Esto demuestra que el muestreo tomó en cuenta la mayoría de especies encontradas en el lugar y que las especies no capturadas son raras o no esperadas para ese hábitat lo cual coincide con los resultados encontrados por Moreno y Halffter (2000).

3. Número de individuos para cada especie, capturados en bosque maduro, guamil joven y potrero de los sitios 1, 2 y 3.

En promedio, la mayoría de capturas se concentraron en bosques maduros, y las colectas de los bosques 1 y 3 fueron muy parecidas (ver Cuadro 11). Esto se debe principalmente a la homogeneidad existente en la estructura de estos bosques y a la corta distancia que los separa (ver Anexo III). En el bosque del segundo sitio se

obtuvieron menos capturas y menos especies (ver Cuadro 11). Esto se debe principalmente a que es un fragmento de bosque con menor área, está ubicado en una zona sin bosque continuo y se encuentra altamente perturbado, con pocos árboles, grandes huecos y sin cavidades de cuevas subterráneas y aguadas, por lo que puede albergar a menos especies de murciélagos. El 70% de las especies capturadas en este bosque son frugívoras, lo que sugiere que el bosque está siendo utilizado principalmente por especies de murciélagos que buscan alimentación y viajan de los sitios donde duermen hasta este fragmento de bosque.

Aún no se ha comprobado si la falta de dormideros adecuados es tan determinante como la fuente de alimento en la distribución de las comunidades de murciélagos; pero tanto la falta de dormideros, como la falta de fuentes alimenticias pueden ser los principales factores que reducen la cantidad de murciélagos presentes en una región (Heithaus, *et. al.*, 1975; Schulze, *et. al.*, 2000). Los bosques de los sitios 1 y 3 tienen respiraderos abundantes de cuevas, árboles con huecos en la base y un gran número de palmas y ofrecen albergue a más murciélagos. Ambos fragmentos de bosque están conectados con la gran extensión de bosque de la reserva Chocón Machacas, de manera que los fragmentos proveen un corredor biológico para las especies y permiten que los murciélagos puedan volar de un bosque al otro para alimentarse, sin la necesidad de volar sobre sitios abiertos.

El promedio de colectas en guamil joven de los tres sitios fue muy parecido al bosque maduro en cuanto a riqueza y número de especies. Debido a que, por lo general, todos los guamiles jóvenes tienen por lo menos un bosque en su vecindad, además de que no abarcan grandes extensiones de terreno, se infiere que esto permite que los murciélagos utilicen los guamiles como vía de paso. El guamil del tercer sitio presentó el mayor número de capturas (70) y el menor número de especies (12), mientras que el guamil del primer sitio, que se encuentra cerca y es muy similar (ver Anexos II, III y X), presentó 47 individuos y 13 especies (ver Cuadro 6). El guamil 3 está rodeado de bosque

y ofrece una vía de acceso (ver descripción del tercer sitio), mientras que el guamil del primer sitio tiene distinto mosaico en su alrededor, con solamente un bosque en su vecindad (ver descripción del primer sitio).

En el guamil del segundo sitio se capturó el 51% del total de las especies reportadas y el menor número de individuos. El mosaico que rodea a este guamil es el más diverso (ver descripción del segundo sitio), además tiene mayor diversidad de vegetación, lo que ofrece alimento a los murciélagos que entran en el gremio de frugívoros menores. Además, por su cercanía con el bosque estudiado (0.15Km), puede servir como vía de acceso a los murciélagos provenientes de otros fragmentos de bosque.

Los potreros son los hábitats más homogéneos, registran números de capturas similares y, en promedio, hubo menos individuos capturados y menor riqueza de especies que las obtenidas en bosque maduro y guamil joven. El potrero del segundo sitio reportó más especies (11), probablemente debido a que este potrero tenía más vegetación que los demás y estaba a corta distancia del guamil (0.16 Km) y del bosque maduro (0.05 Km), mientras que los otros potreros quedan a 0.51 Km del bosque.

Los potreros 1 y 3 son iguales en su estructura y vecinos en su ubicación (Ver Anexos II y III). Sin embargo, se reportaron menos especies para el potrero del tercer sitio. Esto probablemente se deba a que el del primer sitio tenía un guamil del lado oeste, mientras que el potrero del sitio 3 estaba rodeado de potreros, de manera que los murciélagos estaban más expuestos a predación cuando volaban en el potrero del tercer sitio que cuando lo hacían en el primero.

4. Ordenamiento: Análisis de correspondencias rectificadas (DCA)

a. Las tendencias de todas las especies capturadas

La Fig. 1. muestra tres agrupaciones claras: los potreros, en el primer grupo, al extremo positivo; los guamiles jóvenes al centro y los bosques maduros en el extremo negativo del primer componente principal. El patrón observado sugiere que el primer componente se agrupa según el grado de perturbación del hábitat y que la composición de las comunidades de murciélagos cambia en potrero, guamil joven y bosque maduro.

Los potreros son bastante homogéneos en cuanto a la composición de las comunidades de murciélagos, probablemente porque el 76% del total de capturas en potreros pertenece a: *Sturnira lillium*, *Artibeus lituratus*, *Desmodus rotundus* y *Glossophaga spp.*, especies capturadas en todos los sitios estudiados (ver Cuadro 6). Los bosques maduros son distintos, pero guardan su identidad de bosques, ya que se mantienen agrupados. Esto implica que probablemente tengan comunidades de murciélagos con poblaciones estables, las cuales utilizan este hábitat tanto para alimentarse como para dormir allí. Los guamiles tienen un grado de perturbación similar en los distintos sitios estudiados, pero son muy distintos en cuanto al mosaico de hábitats que los rodea (ver Fig. 1). Las especies de murciélagos y las proporciones en que se capturó cada especie en los distintos guamiles difieren.

Esto puede apoyar la idea de que los guamiles no son utilizados como hábitat de sustentación por los murciélagos, sino que los utilizan como vía de acceso a los bosques vecinos. Además las comunidades de murciélagos capturadas en guamil fluctuaron mucho entre los distintos sitios y las especies posiblemente aparecen más al azar que con un patrón fijo. Únicamente las especies generalistas fueron capturadas en gran número, la mayoría de especies eran raras para este hábitat.

b. Análisis de las especies generalistas

En las Figs.2 - 4 se encuentran los análisis de correspondencias rectificadas para *Glossophaga* spp. y para *Carollia perspicillata*. Estas especies presentan el patrón de especies generalistas, con bajas correlaciones para el primer componente

($r=-0.21$ y -0.38 respectivamente). *Glossophaga* spp, incluye dos especies que no se pudieron distinguir en el campo debido a que se diferencian por el espacio de los incisivos inferiores. En el laboratorio, se identificaron dos especies en base a las colectas realizadas, pero fue imposible conocer la abundancia o proporciones de captura para cada especie. Sin embargo, se sabe que generalmente *G. soricina* es más abundante en sitios perturbados de bosques húmedos, mientras que *G. commissarisi* es más frecuentemente encontrado en bosques (Reid, 1997). Esta característica probablemente se deba a la diferencia de hábitos y preferencias de estas especies (Cuadro 10). Por ejemplo, *G. soricina* es generalista en su escogencia de dormideros y es principalmente nectarívora en verano e insectívora en invierno. Con esto demuestra que es una especie bien adaptada a los recursos más abundantes de cada época.

En cambio *G. commissarisi* duerme en cuevas o huecos de árboles y se alimenta principalmente de néctar, por lo que es hasta cierto punto menos adaptable a los cambios de disponibilidad de recursos, según la época.

Carollia perspicillata es generalista en sus dormideros y su dieta consiste principalmente de frutos pequeños, tanto esta especie como *Glossophaga soricina* se alimentan de *Piper* spp., plantas que se encuentran en mayores densidades en guamiles y bordes de bosque (Fleming, et al., 1977). Este patrón de búsqueda de *Piper* spp. hace posible que estas especies vuelen sobre varios tipos de hábitat, aunque no utilizan activamente los potreros, éstos les sirven de paso a hábitats vecinos que ofrecen alimento.

c. Especies con preferencias de sitios no perturbados:

Las Figuras 3,7,8 y 9 muestran los resultados del análisis de correspondencia rectificado para *Carollia brevicauda* ($r= 0.61$) *Artibeus jamaicensis* ($r=-0.67$), *Dermanura* spp. ($r=-0.58$) y *Desmodus rotundus*($r=-0.66$) que tienen una correlación negativa con el primer componente. Lo que implica que todas estas especies están más relacionadas con bosque maduro que con potrero.

Carollia brevicauda es una especie abundante en la mayoría de hábitats (ver Fig. 3): en bosque dio el 19% de las capturas, en guamil el 25% y en potrero el 6%, por lo que se observa su tendencia a encontrarse ya sea en guamiles jóvenes o en bosques maduros (índice de correlación con el componente de -0.61). Esto es de esperarse dado que esta especie se encuentra dentro del gremio alimenticio de frugívoros menores, especialistas en *Piper* spp. y *Cecropia* spp., ambas especies abundantes en bosques de regeneración secundaria y en los bordes de los fragmentos de bosque (Medellín, 1993). *C. brevicauda* también fue la especie más abundante en cultivos abandonados y de cacao de la región de La selva Lacandona, Chiapas, México (Medellín et al., 2000) y en la región de Los Tuxtlas, al sur de Veracruz (Estrada et al., 1993b). *Carollia* spp. busca activamente su alimento, vuela por rutas preestablecidas y come en el camino, sin buscar plantas específicas. Esto la hace abundante en donde quiera que haya alimento (Fleming, et al., 1977). Es por este tipo de comportamiento y por su vuelo, tanto en bosques maduros como en guamiles, que es una de las especies más importantes en regeneración natural de bosques (Fleming y Heithaus, 1981).

Artibeus jamaicensis se encuentra dentro del gremio de los frugívoros mayores, especialistas en *Ficus* spp., de manera que es mucho más frecuente en bosques maduros que en los demás hábitats. Se sabe que su estrategia de alimentación está basada en la evasión de depredadores, vuela en rutas fijas hacia árboles conocidos, (que generalmente son amates (*Ficus* spp.)). *A. jamaicensis* se lleva el fruto a sus perchas nocturnas de alimentación, para evitar ser comido por los depredadores que buscan

árboles de *Ficus* spp. para cazar a los murciélagos frugívoros que forrajean allí (August, 1981).

Por lo general, esta especie evita utilizar sitios con baja cobertura boscosa donde son más vulnerables a la depredación. Además de no salir cuando la luna está en el cenit o durante la fase de luna llena, así, la reducción de capturas de *A. jamaicensis* en guamil y potrero puede deberse a que, en general, las bajas densidades de árboles con frutos imponen altos costos en la alimentación (en términos de riesgo de depredación y de energía). Tanto las plantas de *Ficus* spp., como el comportamiento de evasión de depredadores genera una gran influencia en los movimientos de alimentación de los murciélagos (Heithaus y Fleming, 1978; Morrison, 1978b). En el estudio del efecto de la fragmentación de bosque sobre los murciélagos de Petén, tanto *Artibeus jamaicensis* como *A. lituratus*, se encontraban en mucho menor frecuencia en bosques fragmentados que en bosques continuos (Schulze et. al. 2000).

Dermanura spp., incluye a *Dermanura phaeotis* y *Dermanura watsoni*, las que eran difíciles de distinguir en el campo, ya que se diferencian por el número de muelas inferiores. Estas especies entran dentro del gremio de frugívoros especialistas en *Ficus* spp. (Medellín, 1993). Estas especies se comportan de manera muy similar a *Artibeus jamaicensis* y se diferencian de esta especie en que construyen carpas con hojas de plantas para dormir. Generalmente utilizan especies de plantas que únicamente se encuentran en bosques, como Heliconias, Palmeras y Anturios. Estas plantas proveen protección del viento, lluvia y los hacen menos visibles a los depredadores (Timm, 1987), por lo que las capturas en bosque maduro pueden deberse a que estaban saliendo de sus dormitorios. Su alimento es principalmente de frutos pequeños de sotobosque y dosel. La dieta de éstos también incluye plantas de regeneración secundaria, como *Cecropia* spp. Son muy importantes para la regeneración de bosque ya que dispersan varias especies de plantas pioneras (Fleming, et. al., 1977; Reid, 1997).

Por último, *Desmodus rotundus* es una especie generalista en sus dormitorios, tiene cierta preferencia por cuevas húmedas, con temperatura constante y poca luz durante todo el día. Pero cuando no tiene este hábitat disponible para dormir, puede utilizar los huecos de árboles, túneles y la parte inferior de los puentes. Esta especie es conocida como el vampiro común, se alimenta de sangre de mamíferos, principalmente domésticos. El ser hematófago lo hace un buen indicador de la presencia de ganado vacuno o de caballos, ya que rara vez se encuentra en sitios desprovistos de estos recursos alimenticios (Wilkinson, 1984).

La abundancia de capturas de este vampiro en el bosque maduro, puede deberse a la abundancia de entradas a cuevas subterráneas y árboles huecos, potenciales dormitorios de estas especies. Además los potreros de las fincas estaban muy cerca de la porción de bosque maduro, de manera que es probable que utilicen el hábitat de bosque para dormir y en la noche salgan a alimentarse del ganado ubicado en los potreros cercanos.

d. Análisis de las especies con preferencias hacia sitios perturbados

En las Figuras 5 y 6 se presentan los resultados del análisis de correspondencias rectificado para las especies *Sturnira lilium* ($r=0.734$) y *Artibeus lituratus* ($r=0.46$) que implica que ambas especies tienen una correlación positiva con el primer componente, donde se encuentran los potreros.

Sturnira lilium pertenece al gremio alimenticio de frugívoro generalista (Medellín, 1993) además es generalista en sus dormitorios (Reid, 1997), lo que puede explicar, en parte, su tolerancia a hábitats tan hostiles como guamiles jóvenes y potreros. La mayoría de estudios que utilizan a los murciélagos como indicadores de perturbación de hábitat o de fragmentación encuentran a esta especie más abundante en sitios perturbados (Pedro, et. al., 1996; Schulze, 2000; Medellín et al., 2000).

Artibeus lituratus es una especie generalista en sus dormitorios, que entra en el gremio de los frugívoros mayores, especialistas en *Ficus* spp., por lo que se esperaría que, al igual que *A. jamaicensis* fuera más abundante en bosque maduro. Sin embargo, en este trabajo se reporta más abundante en potreros y guamil. En Petén, fue mucho más abundante en bosques continuos que en bosques fragmentados (Schulze *et al.*, 2000) y en la selva Lacandona (Chiapas, México) es abundante en cultivos de cacao y bosque (Medellín *et al.*, 2000). Este resultado indica que esta especie tiene distintas respuestas, según su distribución geográfica, y que en el área de este estudio, esté habituada a utilizar guamiles y potreros como vías de paso a los bosques que contienen su fuente de alimento. En este sentido difiere de *A. jamaicensis* en su comportamiento de evasión de depredadores a razón de su mayor tamaño.

En resumen, los resultados del análisis de correspondencias rectificado (DCA) muestran que las comunidades de murciélagos tienen diferencias en su composición, ya que algunas especies muestran preferencias hacia ciertos hábitats, mientras que otras se encuentran por igual en los tres hábitats estudiados. Esto permite utilizar ciertas especies (en especial las que son más comúnmente capturadas) y someterlas a un análisis de correspondencias, para evaluar el grado de perturbación de una región.

C. Análisis de la estructura de las comunidades de murciélagos en potrero, guamil joven y bosque maduro.

1. Riqueza de especies, número de individuos, índices de biodiversidad y biomasa.

a. Riqueza de especies. En el Cuadro 11 se presentan los datos de riqueza para bosque maduro, guamil joven y potrero. La distribución de estos datos no es normal (ver Cuadro 12 y la Figura 11). Probablemente la muestra de la población fue muy pequeña o las comunidades de murciélagos no están distribuidas normalmente para el mosaico de hábitats.

El análisis de varianza de Kruskal Wallis (ver Cuadros 13 y 14) demuestra que las comunidades de murciélagos difieren en el número de especies en los tres hábitats, con una significancia de 0.11. Se observa (Fig. 11) que las diferencias se encuentran entre potrero y guamil, así como entre potrero y bosque maduro. Esto se debe a que el número de especies capturado es muy similar entre guamil y bosque maduro. Las diferencias en número de especies de las comunidades, entre potrero y los otros dos hábitats, puede deberse principalmente a la falta de cobertura de bosque y por lo tanto a la vulnerabilidad de algunas especies a la depredación que sufren generalmente los murciélagos que utilizan este hábitat (Estrada, *et. al.*, 1993 a).

El riesgo probablemente no sería tan acentuado si los potreros no ocuparan tan grandes extensiones de área sin cobertura. Se observó *Falco ruficularis* (Halcón murcielaguero) en la percha de un potrero vecino al potrero 3, esto confirma, en cierta forma, el riesgo que corren los murciélagos que vuelan sobre potreros. Las capturas en potrero usualmente empezaban hasta tres horas después de abrir las redes de niebla (regularmente a las 21:00 horas), cuando la noche tenía menos luz, mientras que en bosque maduro y guamil joven cayeron en el atardecer (18:00 horas). Se ha comprobado que, en cuanto a riqueza de especies, no existen diferencias significativas entre las comunidades de bosques continuos y fragmentos de bosque (Schulze *et al.*, 2000). De manera que el análisis que toma en cuenta la identidad de las especies, así como el que se refiere al gremio alimenticio al que pertenecen es importante para separar a las comunidades de los distintos hábitats.

b. Número de individuos. En el Cuadro 11 se observa que los bosques maduros registraron, por lo general, mayor número de capturas, seguidos de cerca por los guamiles jóvenes. La distribución de los datos para número de individuos en los tres hábitats no es normal, por las mismas razones discutidas para la distribución no normal

de la riqueza de especies. El análisis de varianza no paramétrico indica que el número de murciélagos no es igual para los tres hábitats (con 0.06 de significancia).

Se hace evidente (Fig. 10) que las diferencias principales se encuentran entre bosque maduro y potrero, luego entre guamil joven y potrero. Este fenómeno probablemente está sujeto a las mismas razones descritas para riqueza de especies, ya que el alto riesgo de depredación hace que menos individuos utilicen sitios tan descubiertos como corredores.

c. Índice de diversidad de Shannon Wiener. En el Cuadro 11 se pueden observar los datos de diversidad para cada hábitat de los tres sitios estudiados. Se incluye el índice de Shannon Wiener para el mosaico de paisajes estudiado ($H' = 2.62$). Este índice asume que los individuos son muestreados al azar, a partir de una población infinitamente grande y, por su naturaleza matemática, es una medida de heterogeneidad de la estructura de las comunidades de murciélagos (Magurran, 1988).

El índice de diversidad reportado para el mosaico de paisajes sugiere que la región estudiada tiene una diversidad mayor a lo antes reportado para Guatemala (López, 1992; Valle, 1997; Schulze, 2000; Pérez, com. Pers, 2000) y se ubica entre los sitios altamente diversos de Mesoamérica (Medellín, 1993). La distribución de los índices de Shannon Wiener, al igual que la riqueza de especies y número de individuos, no es normal (ver Cuadro 12) y según el análisis de varianza de Kruskal Wallis el índice de diversidad Shannon Wiener es igual para las comunidades de murciélagos en bosque maduro, guamil joven y potrero (ver Cuadros 13 y 14). En la Figura 12, se observa que la variabilidad en los índices de diversidad dentro de un mismo hábitat, especialmente en guamil, es mayor que la diferencia entre distintos hábitats. Esto sugiere que este índice de diversidad no es lo suficientemente sensible, debido a que le quita peso a los hábitats que tienen especies con muchos individuos y le da mucho peso a los que tienen muchas especies con pocos individuos. Por ejemplo el guamil 2 registra un índice de diversidad

alto (2.57), mientras que el guamil 3 registra un índice de diversidad de Shannon Wiener más bajo (2.1). Para las especies normalmente abundantes en guamil como *Carollia brevicauda*, *C. perspicillata* y *Sturnira lilium* (Cuadro 6), hubo pocas capturas en el guamil 2 (5, 4 y 2 individuos respectivamente), mientras que en guamil 3 se presentaron en mucho mayor proporción (20, 10 y 6).

d. Índice de diversidad de Brillouin. El Cuadro 11 muestra los índices de Brillouin, los que, por lo general, son mayores que los índices de Shannon Wiener. Los índices de Brillouin tampoco tienen una distribución normal, pero el análisis de varianza no paramétrico (ver Cuadros 13 y 14) indica que las comunidades son diferentes para los tres hábitats. En la Figura 13, se observa que las diferencias se encuentran entre guamil y potrero y entre bosque maduro y potrero. El índice de Brillouin difiere del índice de Shannon Wiener en que en el primero, no existe incertidumbre, en el índice de Brillouin se estima la diversidad de lo que se colectó, mientras que Shannon Wiener estima lo que se colectó y lo que no se colectó (Magurran, 1988). Este índice aparentemente da menos peso a las especies con pocos individuos, por lo que en general no existen grandes diferencias entre los distintos sitios de un mismo hábitat y las diferencias se dan principalmente entre los distintos hábitats.

e. Biomasa. En el Cuadro 11 se ve la biomasa en gramos total para cada hábitat según el sitio estudiado. La distribución de los resultados para biomasa total no es normal y, de acuerdo al análisis de varianza de Kruskal Wallis, la biomasa total de las comunidades de murciélagos es igual para los tres hábitats estudiados. Esto probablemente se deba a que en potreros, si bien se hicieron menos capturas, el 60% de ellas consiste en *Artibeus lituratus*, que registran la mayor masa corporal de todas las especies capturadas (en promedio 80 gramos) y en bosques maduros se registra como abundante *Artibeus jamaicensis* y *Pteronotus parnellii* con biomásas altas.

f. Biomasa/individuo. En el Cuadro 11 y Figura 15, se hace evidente que en potreros se capturaron murciélagos de mayor masa que en bosque maduro y guamil joven, mientras que estos dos últimos tienen biomasa/individuo muy parecida. Estos resultados se deben principalmente a que las capturas de la especie de mayor masa (*Artibeus lituratus*) fue predominante en potreros, mientras que en guamiles y bosques las capturas predominantes fueron especies de masa inferior (e.g. *Carollia brevicauda*, *Artibeus jamaicensis*). Lo que sugiere que *Artibeus lituratus* tiene cierta tendencia a volar sobre potreros, mientras que especies de menor masa prefieren volar por sitios con cierta cobertura.

En el análisis de varianza no paramétrico no se encontraron diferencias significativas ($p=0.25$) entre la biomasa/individuo de los tres hábitats. Por lo que si bien se observan ciertas diferencias entre potrero y los demás hábitats, éstas no son lo suficientemente diferentes como para tomarlas como distintas.

2. Correlaciones no paramétricas de las comunidades de murciélagos con el porcentaje de cobertura de dosel

El Cuadro 14 presenta el índice de correlación de porcentaje de cobertura de dosel con riqueza de especies ($r^2=0.72$; $p=0.1$) y número de individuos ($r^2=0.84$; $p=0.002$). El parámetro de cobertura de dosel se utilizó debido a que varios autores postulan que la alta exposición a predadores inhibe la distribución geográfica, así como las horas de actividad en noches de alta luminosidad (Morrison, 1978b; Heithaus y Fleming, 1978; Estrada *et al.*, 1993^a). El índice de correlación confirma la hipótesis de que las comunidades de murciélagos en potreros, las de guamil joven y las de bosque maduro varían debido a que la cobertura boscosa disminuye y al incremento en el riesgo a ser depredados en sitios abiertos. Asimismo, la

consecuente disminución de la disponibilidad de árboles importantes, tanto para alimentación como para dormitorios, es otro factor significativo.

D. Murciélagos como indicadores biológicos

Un taxón útil como indicador biológico es aquel que es abundante y diverso ecológicamente, taxonómicamente y tróficamente.

Además debe tener un rol sustancialmente funcional en el ecosistema y responder a cambios ambientales en una forma cuantitativa (Noss, 1990).

Existen varios tipos de indicadores: Aquellos que se espera encontrar principalmente en bosques maduros y continuos y los que se especializan en sitios perturbados (por lo que se espera encontrarlos en mayor proporción en sitios perturbados y en menor proporción en bosques). Es importante poder identificar si son indicadores de sitios perturbados o de bosques maduros, así como indicar la sensibilidad que tienen a cambios en hábitat (Noss, 1990). Para esto es útil el análisis de correspondencias rectificado (DCA), que indica la tendencia de una especie hacia cierto tipo de hábitat, el grado de correlación que tiene con el componente y separa los hábitats en una escala de más a menos perturbados. Este análisis genera un recurso de gran importancia para el uso razonable de indicadores, hace más factible la estandarización del uso de especies indicadoras y presenta una forma menos abstracta para indicar la relación de una especie indicadora con su hábitat.

Los murciélagos constituyen el segundo orden de mamíferos con más especies en el mundo (Wilson y Reeder, 1993) y es el taxón que tiene más especies de mamíferos para Guatemala (López, 1992; Pérez, 1994). Los resultados obtenidos de riqueza de especies subrayan la importancia de esta región para el departamento de Izabal. En Mesoamérica, el gran número de mamíferos reportados para las zonas se debe a las especies de murciélagos, las cuales representan aproximadamente del 50 al 60% de las especies de mamíferos (Laval y Fitch, 1977; Fenton *et al*, 1992; Medellín, 1993; Bredt y

Uieda, 1996). Existen especies de murciélagos que constantemente dependen de las fuentes alimenticias distribuidas en parches de espacio y tiempo. Los murciélagos neotropicales entran en por lo menos 10 distintos gremios alimenticios (Medellín, 1993), lo que hace que este taxón tenga diferentes demandas ecológicas. Algunas especies de murciélagos, a diferencia de las aves, responden de una forma más plástica a los gremios alimenticios y se adaptan a la disponibilidad de alimento de la estación climática (Tamsitt, 1967).

Existen especialistas (e.g. *Artibeus spp.* asociados con *Ficus spp.*), que muestran una fuerte preferencia a un género de planta, aunque incluyan muchas otras especies como fuente de alimento (Morrison, 1978a; August, 1981). En el Cuadro 10 y en la descripción de los hábitos de las especies capturadas, se ilustran algunos de los distintos niveles tróficos que abarcan los murciélagos.

Los murciélagos juegan diversos papeles ecológicos, entre ellos:

1. Dispersores de semillas Un gran número de investigaciones sobre la dispersión de semillas por murciélagos resaltan la importancia de este grupo en la estructura de bosques (Fleming y Heithaus, 1981). Existen varios casos en donde los murciélagos son los únicos dispersores efectivos de ciertas plantas (Vázquez-Yanes et. al., 1975; Heithaus et. al., 1975; Fleming y Heithaus, 1981 y Santos et. al., 1997)

2. Polinizadores: Varias especies de murciélagos visitan las flores por néctar y/o polen y son importantes polinizadores de miembros de familias tales como Cactaceae, Bignoniaceae, y Bombacaceae (Heithaus et. al., 1975; Baker et. al., 1998).

1. Especies indicadoras

a. Especies más abundantes para cada hábitat

Si se observa en el Cuadro 6, para cada hábitat existen ciertas especies encontradas con mayor frecuencia, que demuestran cierta preferencia hacia hábitats específicos. Estos datos, a su vez, determinan el patrón de las diferencias existentes en el

DCA de la Fig. 1. Otro aspecto que separa a los hábitats es la especie más abundante en cada uno. En el Cuadro 15, se observa que:

Artibeus jamaicensis es la especie más abundante en dos sitios de bosque. Constituye el 31% en el primer sitio y 20% en el segundo sitio; *Carollia brevicauda* es la especie más abundante en guamil joven para los tres sitios (32%, 12% y 29% respectivamente) y *Sturnira lilium* es la más abundante en los tres potreros (31%, 24% y 38%). Esto se explica en base a las dietas, ya que *Artibeus jamaicensis* es frugívoro especialista de *Ficus* spp., que se encuentra únicamente en los bosques maduros de este estudio, *Carollia brevicauda* se alimenta de *Piper* spp. y solanáceas, que pueden encontrarse en guamiles, o en bordes de bosques y *Sturnira lilium* que es una especie generalista, come un amplio rango de frutos y podría utilizar potreros como una vía fácil de acceso a los bordes de los hábitats vecinos, para buscar alimento. El hecho de que la especie más abundante sea distinta en los 3 hábitats estudiados sugiere que puede ser un indicador útil de perturbación. Las especies más abundantes pueden ser buenas como indicadores de perturbación de hábitat, ya que al ser las más abundantes, son las más fáciles de detectar y pueden demostrar patrones de preferencia hacia ciertos hábitats, con pocos días de muestreo, como en este estudio. El estudio de Medellín (in prep.) encontró de forma similar tres especies como las más abundantes: *Artibeus lituratus* en hábitats de bosque, *Carollia brevicauda* en cultivos de cacao y *Sturnira lilium* en plantaciones de maíz. Esto sugiere que es factible estandarizar metodología de evaluación ecológica con la utilización de murciélagos, entre otros taxa, como indicadores.

2. La subfamilia Phyllostominae

Otra opción es utilizar la presencia de especies de la subfamilia Phyllostominae como indicadores de bosques maduros. En este trabajo se registraron 6 especies de esa subfamilia (ver Cuadro 6), de las cuales 4 se encontraron sólo en bosque maduro (*Micronycteris megalotis*, *Micronycteris schmidtorum* y *Lonchorhina aurita*). Esta subfamilia se ha reportado como fiel a sitios poco perturbados, se comporta como aquellas

especies sujetas a la integridad del ecosistema, en la mayoría de trabajos neotropicales donde se usan los murciélagos como indicadores (e.g. Fenton, *et al.*, 1992; Wilson *et al.*, 1996; Bredt y Uieda, 1996 y Medellín *et al.*, 2000). Sin embargo, en este trabajo se encontraron varias especies de esta subfamilia en sitios perturbados como guamil y potrero.

Los especímenes de la subfamilia Phyllostominae se han utilizado como indicadores del buen estado bosques en México, Guatemala, Perú y Brasil (Medellín *et al.*, 2000; Estrada *et al.* 1993b; Schulze *et al.* (2000); Wilson *et al.*, 1996; Bredt y Uieda, 1996).

Este es el segundo trabajo en donde se han utilizado estos murciélagos como indicadores de perturbación de hábitat en Guatemala. Cuando se habla de grupos indicadores del buen estado de un hábitat se debe tomar en cuenta que, un solo grupo como indicador no provee las bases para tomar decisiones en el manejo y la conservación del área. Sin embargo la combinación con grupos indicadores más estudiados en Guatemala, como aves e insectos, proveería la información necesaria para tomar decisiones basadas en investigaciones.

IV.E. Implicaciones de este trabajo para la conservación

1. Importancia del sitio estudiado

Los resultados de este trabajo muestran una diferencia en la composición de las comunidades de murciélagos de los tres hábitats estudiados. Adicionalmente se encuentran especies distribuidas únicamente en bosque maduro y se sugiere que aparentemente la mayoría de especies encontradas utilizan el potrero y el guamil joven como vía de acceso a los bosques. Los bosques estudiados son importantes, primero por estar vecinos a la gran extensión de bosque de la reserva Chocón Machacas y Reserva Nacional de Río Dulce y porque proveen a las especies de un corredor entre los bosques fragmentados que se encuentran en las cercanías del área boscosa de la reserva.

Es uno de los pocos remanentes de bosque húmedo tropical estacionalmente inundable del departamento de Izabal, ya que estas tierras son, generalmente, las aprovechadas para la ganadería y el cultivo de banano. Por último, la alta riqueza de especies de murciélagos encontrada y el alto número de especies "raras" sugieren que las fincas Black Creek y Salvador contienen fragmentos de bosque importantes para mantener la biodiversidad del área.

Esta región actualmente está amenazada por la producción ganadera de la finca, y por el crecimiento de las comunidades Cáliz Creek y Nuevo Nacimiento, lo que genera cambios de hábitat y afecta a las comunidades de murciélagos. Actualmente, no se sabe cómo están respondiendo a las presiones de pérdida de hábitat, ni cuál es el nivel de tolerancia que tienen a estos cambios. Se propone entonces realizar un monitoreo de murciélagos en el área, para observar los patrones de distribución a través del tiempo, identificar las especies más sensibles, y poder predecir las respuestas de éstas a los cambios de hábitat, para poder tomar decisiones de conservación que ayuden a mantener la diversidad de murciélagos.

2. Duración del estudio

Este trabajo demuestra que, con períodos relativamente cortos (9 noches de trabajo), se puede obtener suficiente información para conocer el estado actual de las comunidades de murciélagos en potrero, guamil y bosque, para sitios similares al lugar estudiado. Un solo grupo de indicadores no provee suficiente base científica para la toma de decisiones de manejo y conservación, pero la demostración de que se pueden hacer evaluaciones relativamente cortas que reflejen la composición de las comunidades de murciélagos, en uno o varios sitios determinados, introduce una nueva estrategia para la priorización de áreas de conservación y diseño de las reservas.

El comportamiento de las especies de murciélagos, es otro factor que se debe tomar en cuenta para el manejo de reservas y priorización de áreas de conservación. En

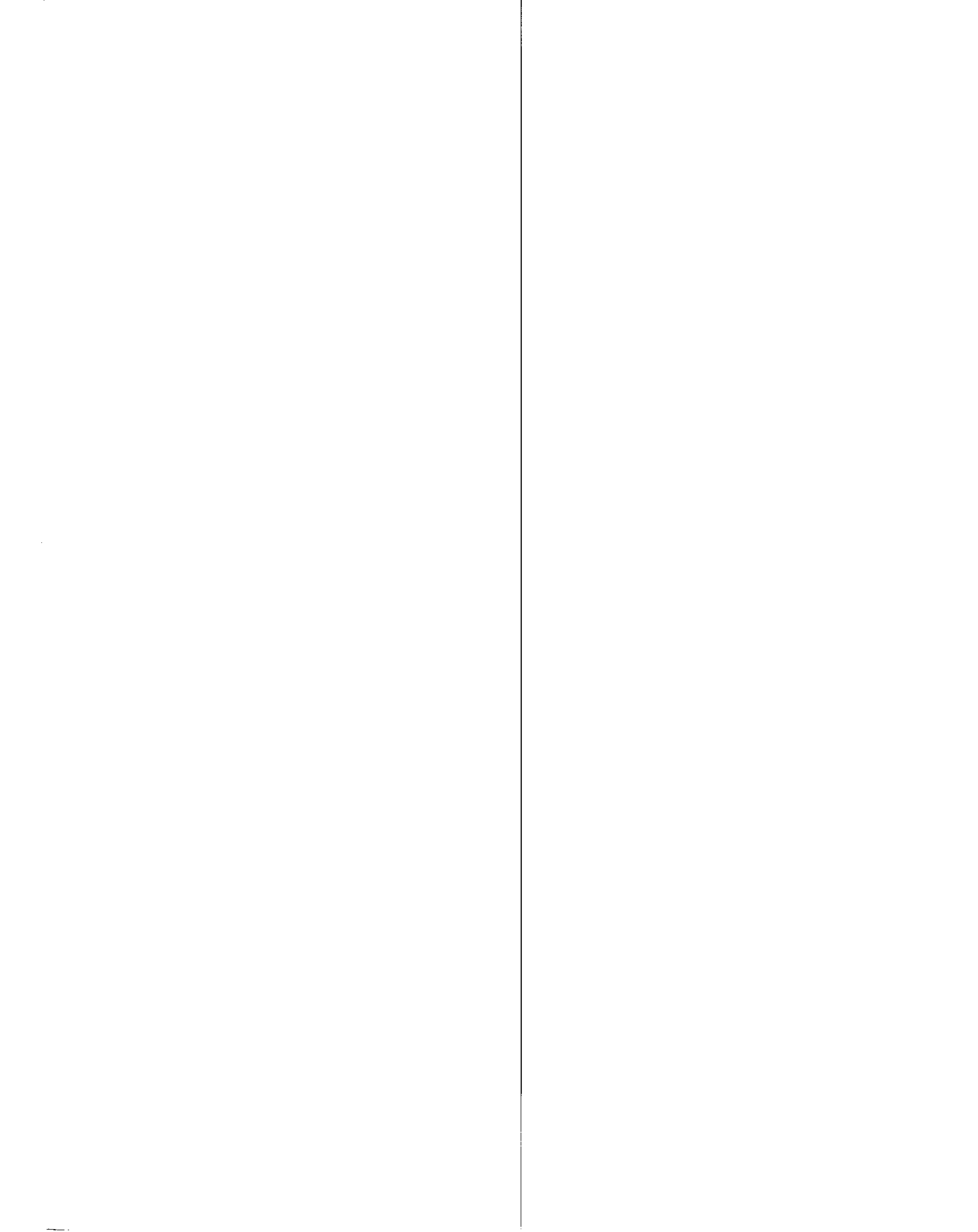
esta investigación, se observa la relación directa que tiene la presencia/ausencia de murciélagos con sus patrones de alimentación y su escogencia de dormitorios.

Algunas especies se abstienen de volar en sitios abiertos, así como de salir en noches con alta luminosidad para evitar ser depredados. Corredores de bosque que conecten a los bosques fragmentados con las reservas son básicos para la conservación de muchas especies y deben ser un factor en los diseños de las reservas. Tanto ciertas especies de aves de Guatemala (Ponciano, com. pers., 1999), como ciertas especies de murciélagos se ven afectadas por las vastas extensiones de pastizales que aíslan a los bosques y que limitan el movimiento de forrajeo y posibles migraciones altitudinales.

Por último, es importante señalar que las medidas que se toman actualmente para la conservación deben tratar el problema central de la pérdida de hábitats, que es la filosofía humana de "Progreso" y "desarrollo", lo que implica solvencia económica y está muy ligada a su vez al poder político y social. En Guatemala, como en muchas partes del mundo, existe una alta tasa de crecimiento poblacional, lo que implica un incremento constante de la demanda de consumo.

Tanto los investigadores como las organizaciones encargadas de conservación y manejo de reservas actualmente sólo pueden observar los cambios y emplear soluciones que detengan temporalmente el problema de la pérdida del hábitat natural.

Las políticas actuales de conservación que sólo tratan superficialmente las decisiones de manejo y conservación de la vida silvestre, no logran solucionar el problema, por lo que es urgente que dentro de las realidades centroamericanas, los científicos sean capaces de integrarse de manera objetiva en el sistema sociopolítico en el que se proponen las soluciones en materia de conservación. Lo que se desprende de todo esto no son entonces aserciones y conclusiones negativas, sino la necesidad de un compromiso extremadamente fuerte de trabajo efectivo e innovador que rompa con los esquemas tradicionales de manejo de ecosistemas.



V. CONCLUSIONES

1. En un total de 648 horas/red se capturaron 420 individuos pertenecientes a 29 especies de murciélagos, en las fincas Salvador y Black Creek, Río Dulce, Izabal.
2. El índice de diversidad de Shannon Wiener para esta región en general fue de 2.62, el cual es uno de los más altos para murciélagos encontrados en Guatemala y un alto índice de diversidad para Mesoamérica.
3. Los índices de diversidad de Shannon Wiener para cada unidad de muestreo variaron entre 1.59 y 2.57, donde los potreros son los más pobres y los guamiles los más ricos en diversidad.
4. En su composición las comunidades de murciélagos mostraron ser distinta. Se encontraron especies que tienden a distribuirse principalmente en bosque maduro y especies que se distribuyen en hábitats perturbados.
5. La riqueza de especies, el número de individuos y el índice de diversidad de Brillouin, fue diferente para los tres hábitats con $p = 0.11, 0.06$ y 0.07 respectivamente.
6. Se encontraron por lo menos 6 especies altamente relacionadas con áreas no perturbadas, que tenderían a desaparecer, ya que corren peligro de extinguirse localmente. Estas son: *Pteronotus parnellii*, *Pteronotus davyi*, *Micronycteris megalotis*, *Micronycteris schmidtorum*, *Micronycteris brachyotis* y *Lonchorhina aurita*.

7. Las especies más abundantes de cada hábitat *Carollia brevicauda* (guamil joven), *Sturnira liliium* (potreros) y *Artibeus jamaicensis* (bosque maduro) son excelentes especies indicadoras, ya que es fácil capturarlas y son abundantes, lo que permite diseñar un modelo experimental estándar para monitorear cambios de hábitat.
8. Este trabajo aporta una alternativa de corto tiempo para analizar el estado actual de las comunidades de murciélagos en un área con hábitats variables.
9. El área de bosque de las fincas Salvador y Black Creek debe ser conservada, ya que constituye un recurso importante. Contiene fragmentos grandes de bosque muy húmedo tropical, estacionalmente inundable, genera una conexión con los bosques de la reserva Chocón Machacas, además de la alta diversidad proyectada para el lugar.
10. En las futuras proyecciones de conservación y diseños de reservas ecológicas en Guatemala, se debe tomar en cuenta el comportamiento de las especies presentes, si se planea conservar efectivamente las especies de vida silvestre, mediante la participación activa de los investigadores y ambientalistas en el sistema sociopolítico de la nación.

VI. RECOMENDACIONES

Ya que las comunidades son entidades cambiantes, estamos interesados no sólo en su tamaño, sino también en cómo van cambiando. Lo interesante entonces es lograr trabajar con modelos demográficos, con fluctuaciones y tasas de cambio, en vez de tamaños poblacionales *per se*. Debido a esto, es importante realizar un programa de monitoreo de murciélagos tanto en estación de verano como en el invierno para responder a preguntas como: ¿Cómo varía la distribución de las comunidades de murciélagos en invierno?, ¿Cuáles son las especies más sensibles a la pérdida de hábitat? y ¿Cómo responden estas especies a los cambios de hábitat en el tiempo?

Asimismo, es importante generar resultados que muestren patrones, tanto de distribución poblacional como de comportamiento de fauna, que ayuden al diseño de modelos matemáticos de las distintas comunidades de fauna, que se encuentran bajo presión de pérdida de hábitat.

Debido a que un solo grupo de indicadores no produce la información necesaria para la toma de decisiones de conservación, se recomienda combinar el monitoreo de murciélagos, con el ya establecido por FUNDAECO para aves, con los grupos de familias conocidas de insectos como Passalidae, Escarabaeidae y Saturnidae, y con grupos conocidos de plantas como orquídeas y bromelias, de manera que se generen datos comparables.

Sería interesante que en las fincas Black Creek y Salvador se realicen trabajos que evalúen el papel de murciélagos y aves en la regeneración de hábitats. Este lugar está provisto de potreros abandonados y actualmente se está regenerando naturalmente y tiene fragmentos de bosque cercanos, que facilita un estudio de este tipo. Este trabajo se propone interesar a los investigadores en las evaluaciones cortas y efectivas de la biodiversidad y su asociación con la pérdida de hábitat, con la utilización de murciélagos como grupos indicadores. De manera que sería interesante aplicar este sistema de muestreos simultáneos en distintos

hábitats, con el mismo esfuerzo y en distintas regiones, para estandarizarlo y poder aplicarlo como una herramienta científica para la evaluación ecológica.

Durante el trabajo de campo de esta investigación se observó que la gente, en general, no conoce a los murciélagos y les teme pensando que todos son vampiros, por lo que se tiende a querer exterminarlos. Sería de mucha utilidad que se publiquen en medios de comunicación populares cápsulas informativas sobre los murciélagos y su utilidad; que se den talleres de educación ambiental, dirigidas a la gente local, sobre murciélagos, para que los conozcan y no les teman.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Aizen, M., y P. Feisinger. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330-351.
- Arita, H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp 109- 128. en: R. Medellín y G. Ceballos, eds. Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Publicaciones especiales. Vol. I. México, D.F.
- August, P.V. 1981. Fig fruit consumption and seed dispersal by *Artibeus jamaicensis* in the Llanos of Venezuela. *Reproductive Botany* 70-76.
- August, P. 1983. The role of hábitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology* 64 1495-1507.
- Baker, H.G. 1963. Evolutionary mechanisms in pollination biology. *Science* 139:877- 883.
- Baker, G., I. Baker y S. Hodges. 1998. Sugar composition of nectars and fruits consumed by birds and bats in the tropics and subtropics. *Biotropica* 30:559-586.
- Botkin, D. y E. Keller. 1997. Overview of Habitat Fragmentation.
<http://wiley.com/college/environet/HABIFRAG.HTM>. Revisado en febrero, 2000
- Bredt, A. y W. Uieda. 1996. Bats from urban and rural environments of the Distrito Federal, mid-western Brazil. *Chiroptera Neotropical* 2: 54-57.
- Colwell, 1997. R.K. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and shared Species from Samples. Versión 6b User's guide and application.
<Http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> (revisado el 6/01/2001)

- Bredt, A. y W. Uieda. 1996. Bats from urban and rural environments of the Distrito Federal, mid-western Brazil. *Chiroptera Neotropical* 2: 54-57.
- Colwell, 1997. R.K. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and shared Species from Samples. Versión 6b User's guide and application.
[Http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates](http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates) (revisado el 6/01/2001)
- Debinski, D. y R. Holt. 2000. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology* 14: 342-355.
- Didham, R. 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter. En: W.F. Laurance y J.B. Bierregaard (eds.). *Tropical forests remnants: the ecology, conservation and management of fragmented communities*. University of Chicago press, Chicago. Pp:
- Eguiarte, L., C. Martínez y H. Arila. 1987. El néctar y polen como recursos: El papel ecológico de los visitantes a las flores de *Pseudobombax ellipticum* (H.B.K.) Dugand. *Biotropica* 19: 74-82.
- Estrada, A., R. Coates-Estrada y D. Merritt, Jr. 1993a. Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 16: 6-11.
- Estrada, A. R. Coates-Estrada, D. Merritt, S. Montiel y D. Curiel. 1993b. Patterns of frugivore species richness and abundance in forest islands and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, México Pp 245-257. en: T.H. Fleming y A. Estrada (eds.). *Frugivory and seed dispersal: Ecological and evolutionary aspects*. Kluwer Academic Press. Printed in Belgium.
- Feisinger, P. 1983. Coevolution and pollination. Pp. 282-310. en: D.J. Futuyma and M.Slatkin, eds. *Coevolution*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.

- ↙
Penton, M.B. y T.H. Fleming. 1976. Ecological interactions between bats and nocturnal birds. *Biotropica* 8:104-110.
- ↙
Penton, M., L. Archaya, D. Audet, M. Hickey, C. Merriman, M. Obrist y D. Syme. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomatidae) as indicators of habitat disruption in the neotropics. *Biotropica* 24:440-446.
- ↙
Ferreira, L. y W. Laurance. 1997. Effects of forest fragmentation on mortality and damage of selected trees in Central Amazonia. *Conservation Biology* 11: 797-801.
- ↙
Fleming, T.H., E.R. Heithaus and W.B. Sawyer. 1977. An experimental analysis of the food location behaviour of frugivorous bats. *Ecology* 58:619-627.
- ↙
Fleming, T.H. y E.R. Heithaus. 1981. Frugivorous bats, seed shadows and the structure of tropical forests. *Reproductive Botany*: 45-53
- ↙
Fleming, T.H. 1988. *The Short-tailed Fruit Bat*. The University of Chicago Press 365 pp.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). 1997. *State of the world's forests*. 1997. Rome: FAO. Revisado en Noviembre, 2001
- ↙
Gorchov, D., F. Cornejo, C. Acorra y M. Jaramillo. 1995. Dietary overlap between frugivorous birds and bats in the Peruvian Amazon. *Oikos* 74:235-250.
- ↙
Handley, C. Jr. 1988. Specimen preparation. Pp. 437-457. en: Kunz, T.H. (ed.) *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- ↙
Heithaus, E.R., y T.H. Fleming y P.A. Opler. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* 56:841-854.

- Heithaus, E.R., y T.H. Fleming. 1978. Foraging movements of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata* (Phyllostomatidae). *Ecological Monographs* 48:127-143.
- Hill, M. O. 1979. DECORANA--a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ithaca, NY.: Ecology and Systematics, Cornell University.
- Howe, H.F. 1984. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation* 30:261-281,
- Howell, D.J. y D. Burch. 1974. Food habits of some Costarican bats. *Revista de Biología Tropical* 21:281-294.
- Hurlbert, S. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54:187-211.
- Janzen, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-637.
- Kalko, E., Friemel, D., C. Handley Jr. y H. Schnitzler. 1999. Roosting and foraging behavior of two Neotropical Gleaning Bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). *Biotropica* 31:344-353.
- Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70:1715-1725.
- Kunz, T.H. y C.A. Diaz. 1995. Folivory in fruit-eating bats, new evidence in *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biotropica* 27: 106-120.
- Kunz, T.H. y A. Kurta. 1989. Capture methods and holding devices. Pp. 1-29. en:

- Kunz, T.H. ed. *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. ←
- Laurance, W.F. 1994. Rainforest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland. *Biological Conservation* 69: 23-32. ←
- Laurance, W., S. Laurance, L. Ferreira, J. Rankin-de Merona, C. Gascon y T. Lovejoy. 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science* 278:1117-1118
- Laurance, W.F. y C. Gascon. 1997. How to creatively fragment a landscape. *Conservation Biology* 11: 577-579.
- Laval, R.K. y H.S. Fitch. 1977. Structure, movement and reproduction in three Costa Rican bat communities. *Ocasional Papers, Museum of Natural History, University of Kansas* 69:1-28
- Lemmon, P. 1957. A new instrument for measuring forest overstory density. *Journal of Forestry* 55: 667-668.
- López, J.E. 1992. Las comunidades de quirópteros en los volcanes Zunil, y Santo Tomás Pecul, Quetzaltenango. Tesis de grado de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 45pp.
- Ludwig, J. y J. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology a Primer on Methods and Computing*. John Wiley & Sons. N.Y. 338pp.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179pp.
- Margules, C. y M.B. Usher. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation

- potential: a review. *Biological Conservation* 21:79-109.
- Medellín, R.A., D.E. Wilson, and D. Navarro L. 1985. *Micronycteris brachyotis*. *Mammal Species* 251: 1-4.
- Medellín, R. 1988. Prey of *Chrotopterus auritus*, with notes on feeding behaviour. *Journal of Mammalogy* 69: 841-844.
- Medellín, R. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo Mexicano. En: Medellín, R.A y G. Ceballos (eds.) 1993. Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales, Vol I. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México D.F. Pp: 333-354.
- Medellín, R., T.H. Arita., O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. asociación mexicana de mastozoología, A.C. Publicaciones especiales Vol II. México, D.F. 183pp.
- Medellín, R., M. Equihua, M.A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical forests. *Conservation Biology* 14:1666-1675
- Morán, P. 1989. Murciélagos Tropicales Americanos. Fondo Mundial para la Naturaleza. E.U.A. 48 pp.
- Moreno, C. y G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37: 149-158
- Morrison, D.W. 1978a. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology* 59:716-723.
- Morrison, D.W. 1978b. Lunar phobia in a neotropical fruit bat *Artibeus jamaicensis*.

(Chiroptera:Phyllostomidae). *Animal Behaviour* 26:852-855.

Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.

Pedro, W., M.Geraldes, G.Lopez and C. Rodrigues. 1996. Fragmentação de hábitat e a estrutura de uma taxocenose de morcegos em São Paulo (Brasil). *Chiroptera Neotropical* 1:4-6

Peel, R., R.G. Knox, J.S. Case, R.B. Allen. 1988. Putting things in order: the advantages of detrended correspondence analysis. *American Naturalist* 131: 925-934

Pérez. S. 1994. Los murciélagos de las colecciones zoológicas del Museo de Historia Natural de la USAC. Tesis de grado de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 74pp.

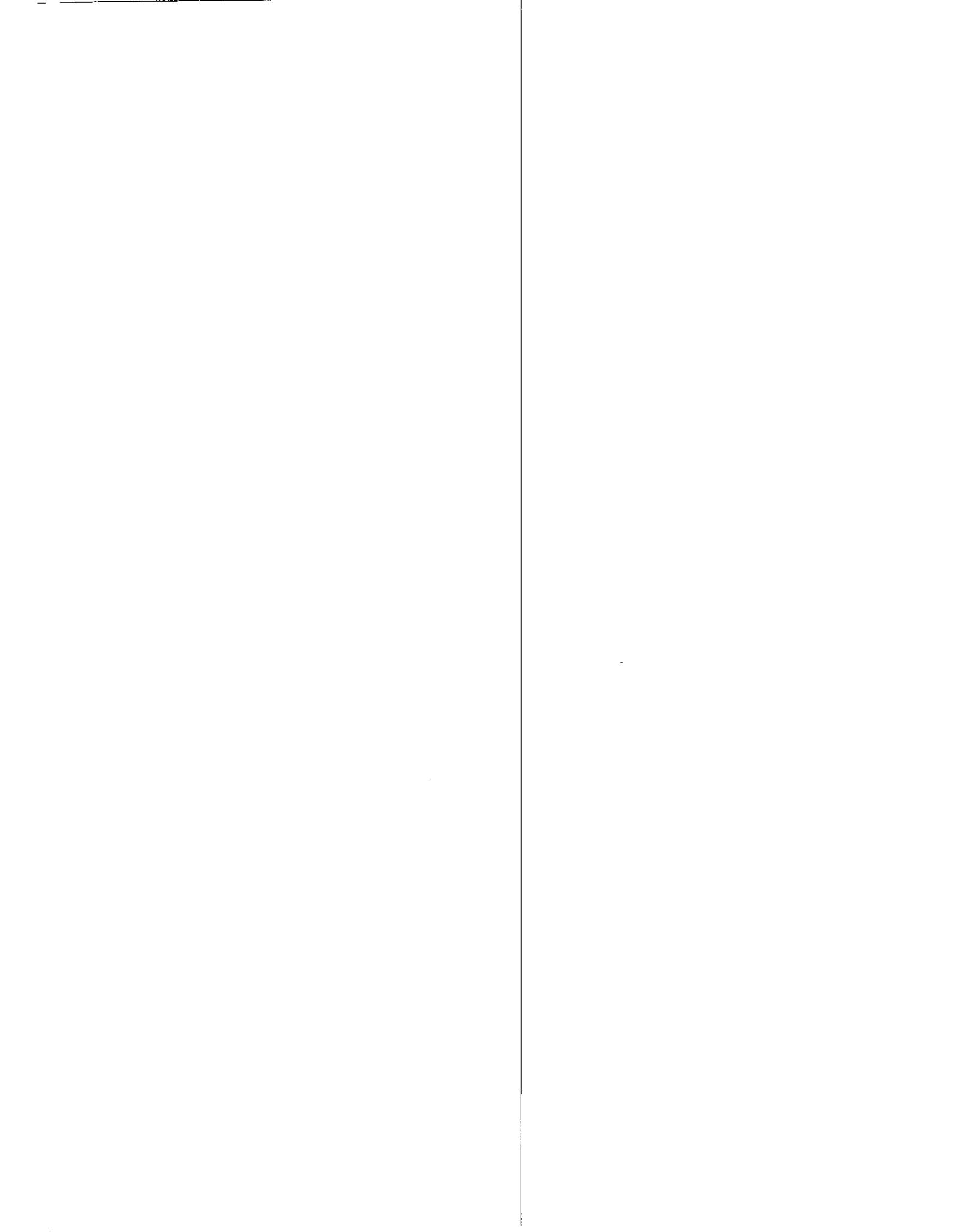
Platts,W., C. Armour, G. Booth, M. Bryant, J. Bufford, P. Cuplin, S. Jensen, G. Lienkaemper, G. Minshall, S. Monsen, R. Nelson, J. Sedell, y J. Tuhy. 1987. Methods for evaluating riparian habitats with applications to management. United States Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. General Technical Report INT-221. Pp 58-60.

Ponciano, J.M. 1998. Comunidades de aves en función de la zona de vida y la distancia con la frontera agrícola en la Sierra de las Minas. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad del Valle de Guatemala. 116pp.

Real Academia Española, 1992. Diccionario de la Lengua Española. 21 ed. Editorial Espasa Calpe,S.A. Madrid. 2133pp.

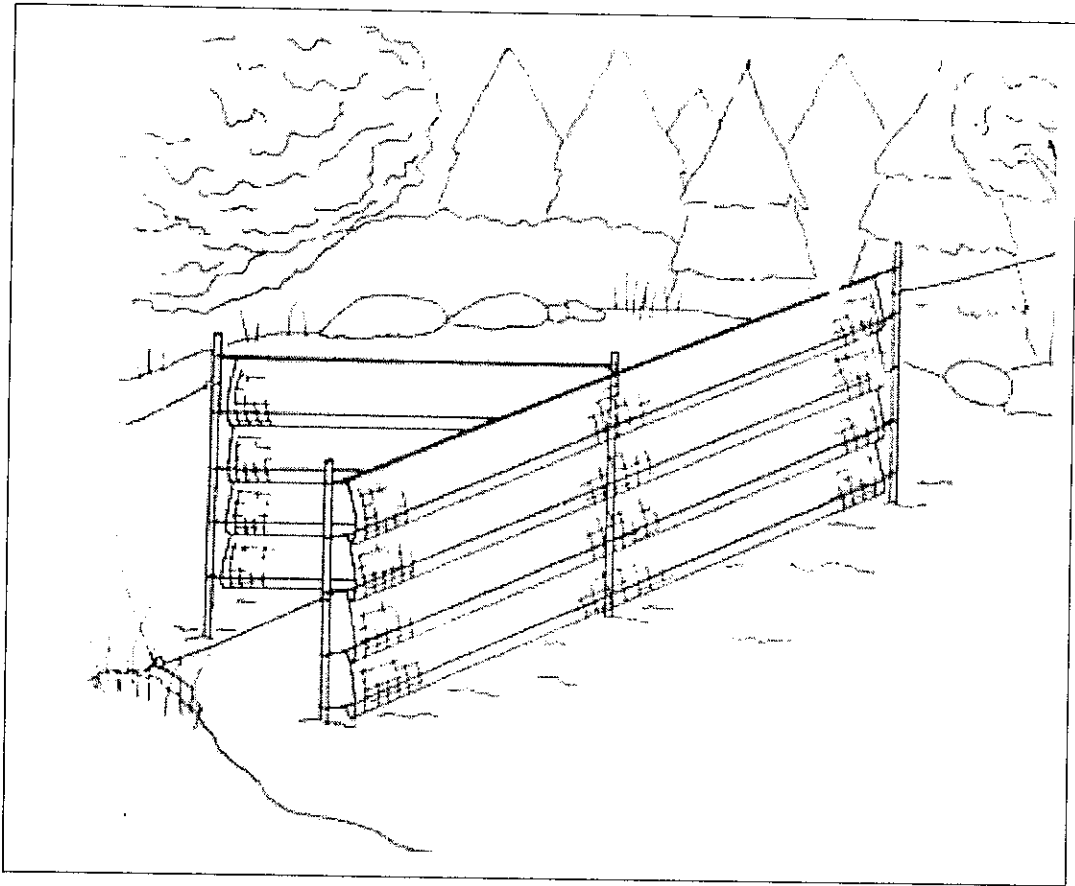
- Reid, F. 1997. A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. New York. 334 pp.
- Santos, A., P. Soriano, J. Cavelier y A. Cadena. 1997. Relaciones mutualísticas entre el murciélago *Glossophaga longirostris* y las cactáceas columnares en la zona árida de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica* 29:469-479.
- Saunders, D.A., R.J. Hobbs y C.R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5:18-32
- Schulze, M.D., N.E. Seavy y D.F. Whitacre. 2000. A comparison of the Phyllostomid bat assemblages in undisturbed neotropical forest and in forest fragments of a slash- and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica* 32: 174-184.
- Stanley, T.R. Jr. 1995. Ecosystem management and the arrogance of humanism. *Conservation Biology* 9: 255-262.
- Stanley, P.C. y J.A. Steyermark. 1946. Flora of Guatemala: Fieldiana: Botany, Field Museum of Natural History, Chicago, IL.
- Sugihara, G. 1980. Minimal community structure: an explanation of species abundance patterns. *American Naturalist* 116:770-787.
- Jamsitt, J.R. 1967. Niche and species diversity in neotropical bats. *Nature* 13:784-786.
- Timm, R. M. 1987. Tent construction by bats of the genera *Artibeus* and *Uroderma*. Field Museum of Natural History. Fieldiana Zoology New Series 39: 187-212.
- Turton, S. y H. Freiburger. 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a

- small tropical forest remnant on the Atherton tableland northeastern Australia.
en: W. Laurance y R. Bierregaard (eds.) Tropical forest remnants ecology,
management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago
press, Chicago Pp: 45-54.
- Valle, L. 1997. Distribución altitudinal de la comunidad de quirópteros en San
Lorenzo, Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. Tesis de
Licenciatura en Biología, Universidad del Valle de Guatemala. 88pp.
- Vázquez-Yanes, C., A. Orozco, G. Francois y L. Trejo. 1975. Observations on seed
dispersal by bats in a tropical humid region in Veracruz, Mexico.
Biotropica 7:73- 76.
- Villard, M., M. Kurtis, y G. Merriam. 1999. Fragmentation effects on forest birds:
Relative influence of woodland cover and configuration on landscape occupancy.
Conservation Biology 13: 774-783.
- Wilson, E. y D.M. Reeder. 1993. Mammal Species of the World, a Taxonomic and
Geographic reference. 2nd. edition. Smithsonian Institution Press, Washington,
D.C. 1206 pp.
- Wilson, D.E., C.F. Acorra y S. Solari. 1996. Bats as indicators of habitat disturbance.
Pp.613-625 en: D.E. Wilson y A. Sandoval (eds.) *Manu, the biodiversity of
southeastern Perú*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. y editorial
Horizonte, Lima
- Wilkinson, G. S. 1984. Reciprocal food sharing in vampire bat. *Nature* 308: 181-184.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4ta. Ed. Prentice Hall, Inc. New Jersey. 663pp.



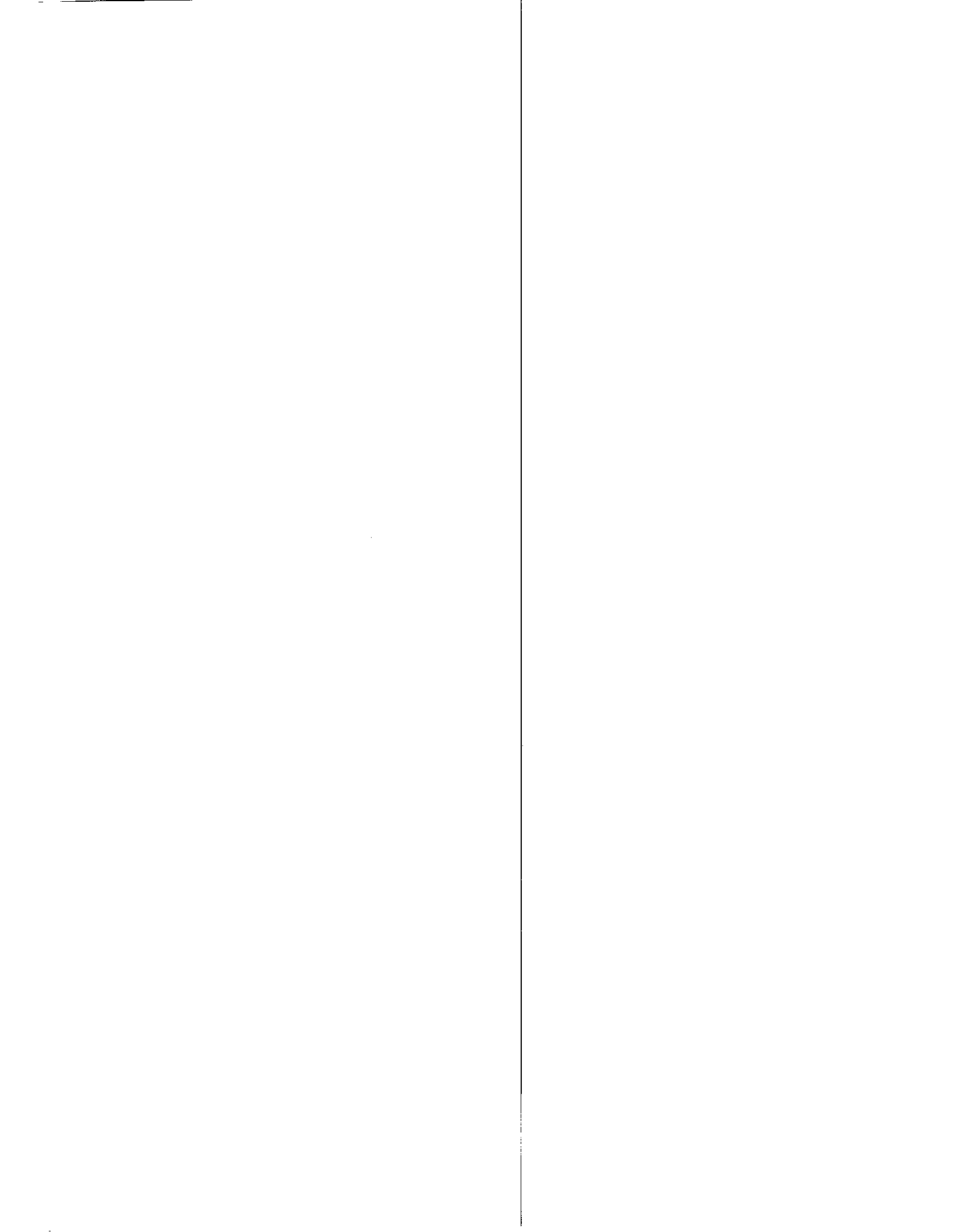
ANEXOS

Anexo I.



(Kunz y Kurta, 1988)

Fig.A.1. Posición en que se colocaron las redes de niebla, para el muestreo de cada hábitat



ANEXO II

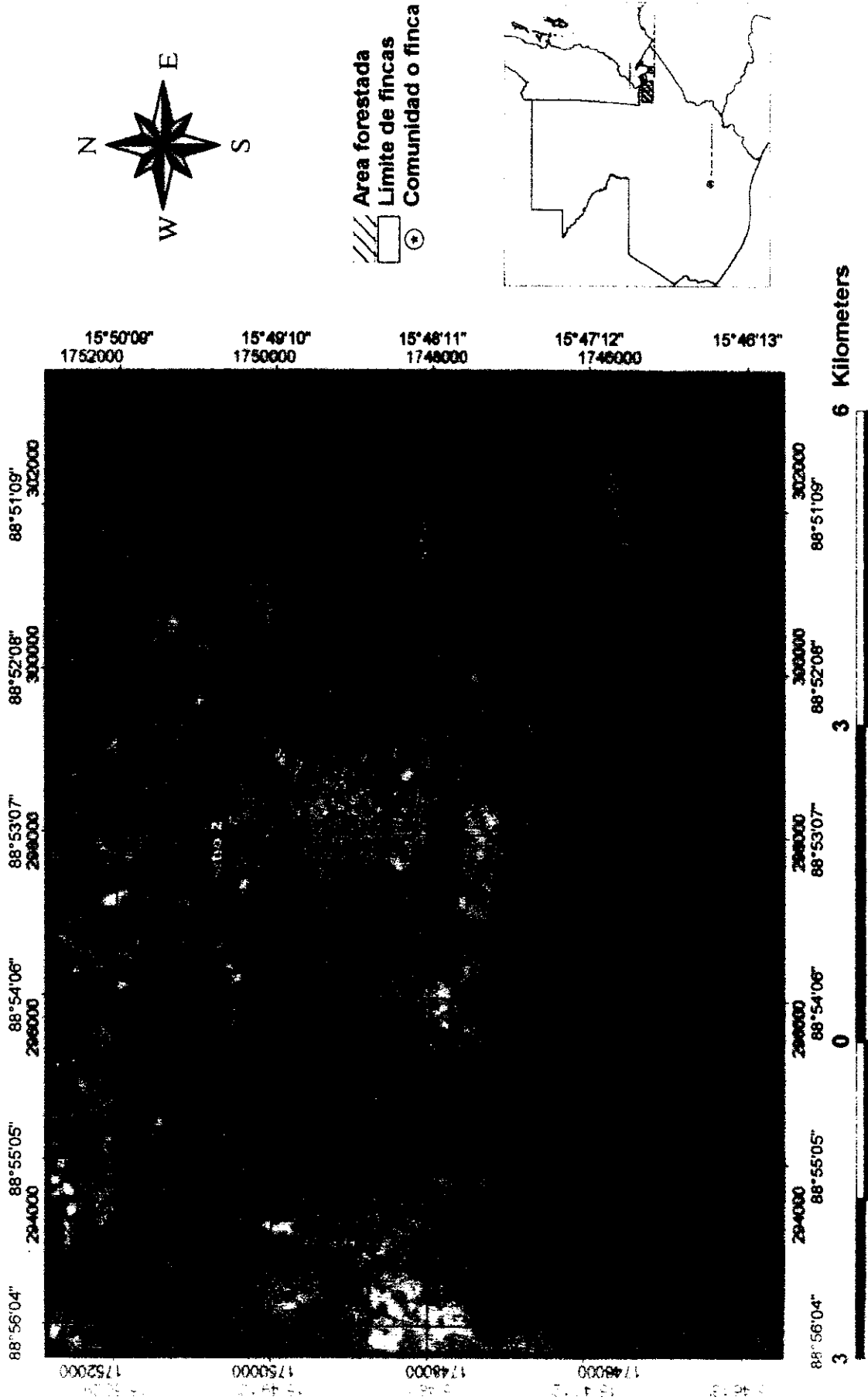
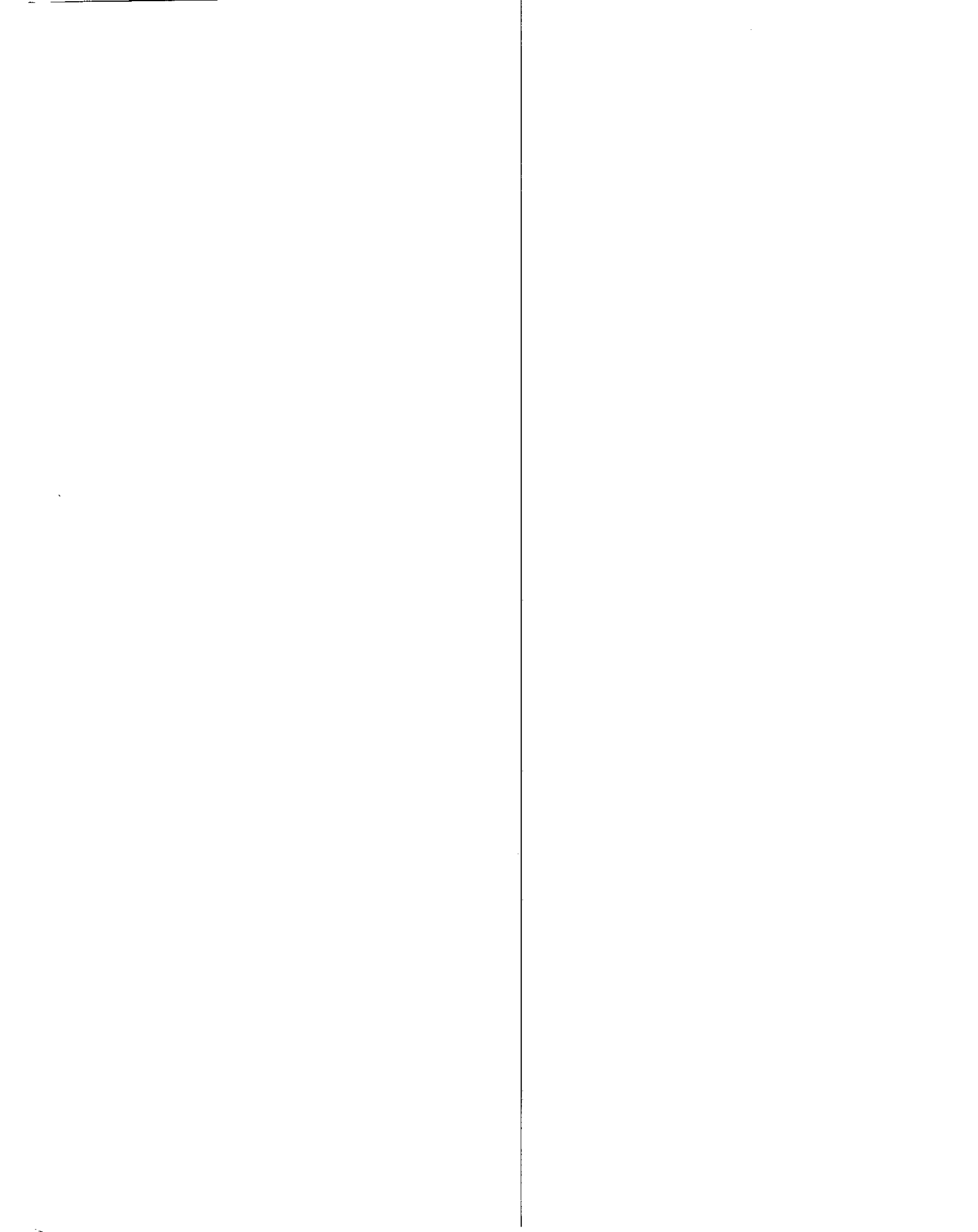


Fig.A .2. Mapa con ubicación de las áreas de muestreo



Anexo III

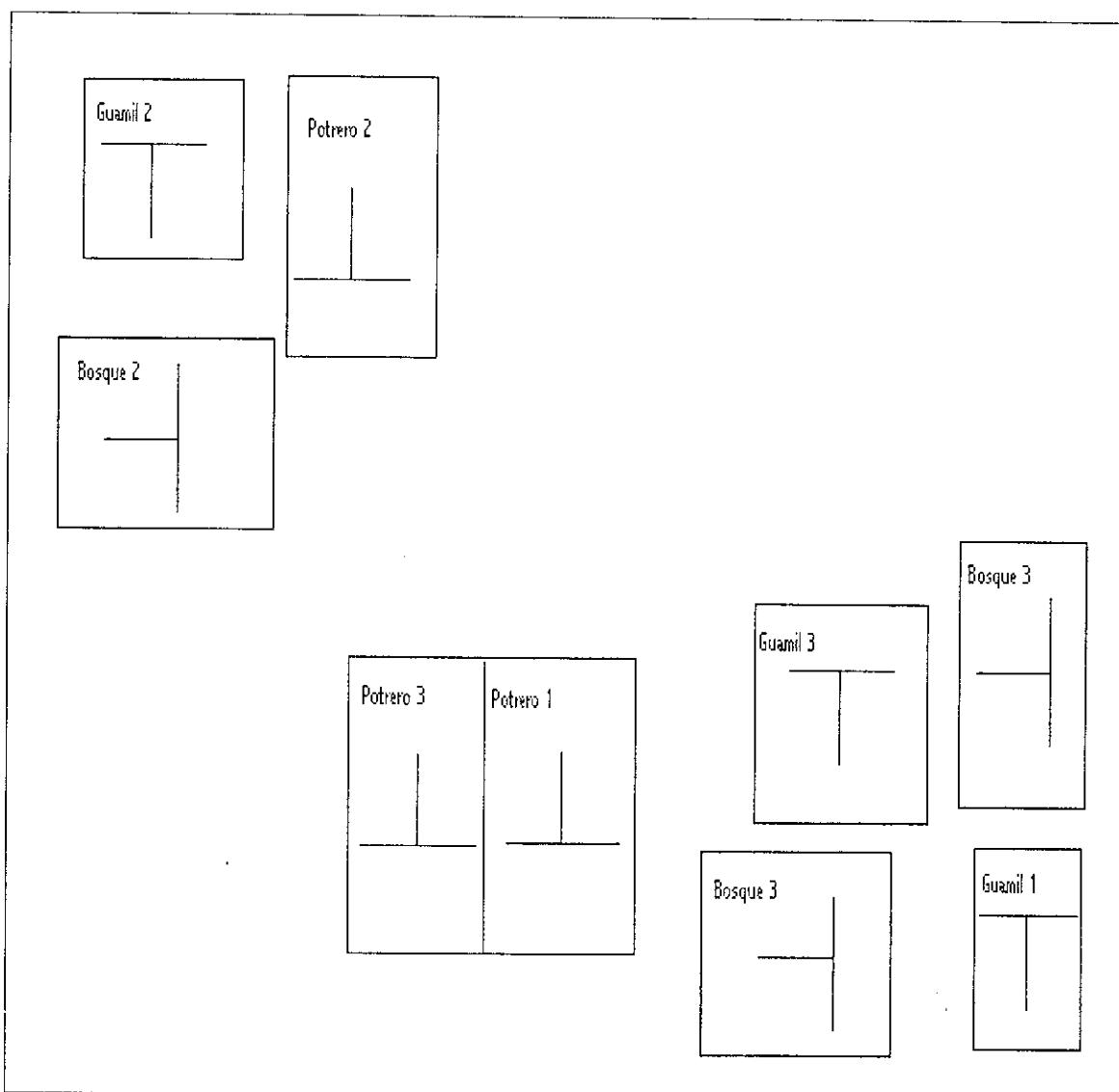


Fig.A.3. Diagrama idealizado de la distribución de los sitios de muestreo y disposición de redes en cada uno.

Anexo VII

Clave dicotómica para las especies de murciélagos encontrados en la finca Salvador y Black Creek, Río Dulce, Izabal.

- 1 Nariz con estructura obvia en forma de hoja extendida libremente
**PHYLLOSTOMIDAE** (Parte) **6**
- 1' Nariz sin estructura obvia en forma de hoja, rostro con pelaje, nunca
 desnudo.....
- 2
- 2 Sin cola visible**PHYLLOSTOMIDAE** (Parte) **5**
- 2' Con cola visible, proyectada encima del uropatagio..... **3**
- 3 Rostro simple, sin pliegues, ni verrugas ni hendiduras (**EMBALLONURIDAE**)
*Saccopteryx bilineata*
- 3' Labio inferior con pliegues muy marcados o con verrugas**MORMOOPIDAE**
- 4 Membranas alares unidas sobre el dorso, dan aspecto de "espalda desnuda"
 *Pteronotus davyi*
- 4' Membranas alares nunca unidas sobre el dorso..... *Pteronotus parnellii*
- 5 Rostro sin pelaje, varios pliegues conspicuos en todo el rostro... *Centurio senex*
- 5' Rostro con pelaje, un pliegue sobre la nariz..... *Desmodus rotundus*
- 6 Labio inferior con una hendidura en forma de V desde mentón hasta la boca
**GLOSSOPHAGINAE**
- 6' Labio inferior nunca con hendidura en forma de V desde el mentón hasta la
 boca.....
- 10
- 7 Antebrazo mayor de 40 mm..... *Anoura geoffroyi*
- 7' Antebrazo menor de 40 mm **8**
- 8 Pelaje con tres bandas (oscuro-claro-oscuro)..... *Hylonycteris underwoodi*

- 8' Pelaje nunca con dos bandas (claro-oscuro)..... *Glossophaga*¹
9
- 9 Incisivos inferiores grandes y juntos..... *Glossophaga soricina*
- 9' Incisivos inferiores pequeños y separados..... *Glossophaga commissarisi*
- 10** Orejas y hoja nasal largas, bien desarrolladas..... **PHYLLOSTOMINAE 11**
- 10'** Orejas y hoja nasal nunca largas.....
16
- 11** Punta de las alas de color blanco..... *Phylloderma stenops*
- 11'** Punta de las alas negra..... **12**
- 12** Hoja nasal muy alargada, casi del largo que las orejas..... *Lonchorhina aurita*
- 12'** Hoja nasal siempre de menor tamaño que las orejas..... **13**
- 13** Borde inferior de hoja nasal no se diferencia del labio superior.. *Tonatia nicaraguae*
- 13'** Borde inferior de hoja nasal se diferencia bien del labio superior..... **14**
- 14.** Orejas con proyección semicircular en los bordes..... *Micronycteris brachyotis*
- 14'** Orejas sin proyección semicircular en los bordes..... **15**
- 14** Pelaje del vientre más oscuros en la base que en las puntas
.....*Micronycteris megalotis*
- 15'** Pelaje del vientre blancos hasta la base*Micronycteris schmidtorum*
- 16** Labio inferior con una verruga central grande, rodeada por varias más pequeñas **CAROLIINAE 17**
- 16'** Labio inferior nunca con la posición de verrugas antes descrita..... **18**
- 17** Antebrazo mayor de 41mm..... *Carollia perspicillata*
- 17'** Antebrazo menor de 41mm.....*Carollia brevicauda*
- 18** Hombros con manchas de color amarillo y rojizo *Sturnira lilium*
- 18'** Hombros nunca con manchas de color amarillo y rojizo..... **19**

¹ En el campo es prácticamente imposible diferenciar las dos especies de *Glossophaga* presentes en el área.

19	Dorso con una línea blanca bien marcada.....	20
19'	Línea blanca en el dorso ausente	22
20	Antebrazo mayor de 50 mm.....	<i>Vampyroides caraccioli</i>
20'	Antebrazo menor de 50mm	21
21	Borde de uropatagio peludo.....	<i>Platyrrhinus helleri</i>
21'	Borde del patagio casi sin pelo	<i>Uroderma bilobatum</i>
22	Base de orejas amarilla.....	<i>Vampyressa pusilla</i>
22'	Base de orejas no amarilla.....	23
23	Pelaje dorsal con tres bandas de color (oscuro-claro-oscuro).	<i>Chiroderma villosum</i>
23'	Pelaje dorsal con dos bandas de color (base clara, punta oscura).....	24
24	Antebrazo mayor de 68mm.....	<i>Artibeus lituratus</i>
24'	Antebrazo menor de 68mm.....	25
25	Antebrazo mayor de 50mm.....	26
25'	Antebrazo menor de 50mm.....	<i>Dermanura</i> 27
26	Pelos dorsales con puntas claras.....	<i>Artibeus jamaicensis</i>
26'	Pelos dorsales sin puntas claras.....	<i>Artibeus intermedius</i>
27	Antebrazo menor de 42mm.....	<i>Dermanura tolteca</i>
27'	Antebrazo mayor de 42mm.....	28
28	Uropatagio con pelaje igualmente distribuido en todo el borde.....	<i>Dermanura watsoni</i>
28'	Uropatagio con pelaje concentrado en el centro.....	<i>Dermanura phaeotis</i>

Anexo VIII

Listado de las especies encontradas y su número de ingreso a la Colección de mamíferos de la UVG.

No. colecta	Especie	Hábitat	Sitio	Numero de ingreso colección	Presentación
17	<i>Saccopteryx bilineata</i>	guamil	2	433	piel y cráneo
29	<i>Pteronotus parnellii</i>	guamil	3	428	piel y cráneo
37	<i>Pteronotus davyi</i>	bosque	3	431	piel y cráneo
26	<i>Phylloderma stenops</i>	guamil	1	436	piel y cráneo
08	<i>Lonchorhina aurita</i>	bosque	3	439	piel y cráneo
13	<i>Tonatia nicaraguae</i>	potrero	2	429	piel y cráneo
41	<i>Carollia brevicauda</i>	guamil	1	432	piel y cráneo
34	<i>Carollia brevicauda</i>	guamil	1	434	piel y cráneo
11	<i>Carollia brevicauda</i>	bosque	1	440	piel y cráneo
27	<i>Carollia brevicauda</i>	guamil	1	438	piel y cráneo
11	<i>Carollia perspicillata</i>	guamil	2	437	piel y cráneo
12	<i>Glossophaga commissarisi</i>	guamil	3	435	piel y cráneo
13	<i>Platyrrhinus helleri</i>	bosque	1	430	piel y cráneo
18	<i>Glossophaga commissarisi</i>	guamil	2	451	formalina 10%
07	<i>Glossophaga soricina</i>	bosque	1	452	formalina 10%
05	<i>Dermanura tolteca</i>	bosque	2	453	formalina 10%
11	<i>Carollia perspicillata</i>	bosque	3	454	formalina 10%
26	<i>Dermanura tolteca</i>	bosque	3	455	formalina 10%
14	<i>Dermanura phaeotis</i>	bosque	1	456	formalina 10%
04	<i>Carollia perspicillata</i>	guamil	2	457	formalina 10%
23	<i>Carollia perspicillata</i>	bosque	3	458	formalina 10%
03	<i>Desmodus rotundus</i>	potrero	1	459	formalina 10%
13	<i>Vampyroides caraccioli</i>	guamil	1	460	formalina 10%
11	<i>Carollia brevicauda</i>	bosque	1	461	formalina 10%
12	<i>Artibeus intermedius</i>	bosque	1	462	formalina 10%
02	<i>Micronycteris megalotis</i>	potrero	1	463	formalina 10%
03	<i>Pteronotus parnellii</i>	bosque	1	464	formalina 10%
10	<i>Centurio senex</i>	bosque	1	465	formalina 10%
01	<i>Carollia brevicauda</i>	guamil	3	466	formalina 10%
31	<i>Dermanura watsoni</i>	bosque	1	467	formalina 10%
16	<i>Glossophaga soricina</i>	potrero	3	468	formalina 10%
47	<i>Carollia brevicauda</i>	bosque	1	469	formalina 10%
19	<i>Micronycteris brachyotis</i>	guamil	2	470	formalina 10%
02	<i>Glossophaga soricina</i>	potrero	3	471	formalina 10%
12	<i>Dermanura phaeotis</i>	bosque	3	472	formalina 10%

ANEXO IX

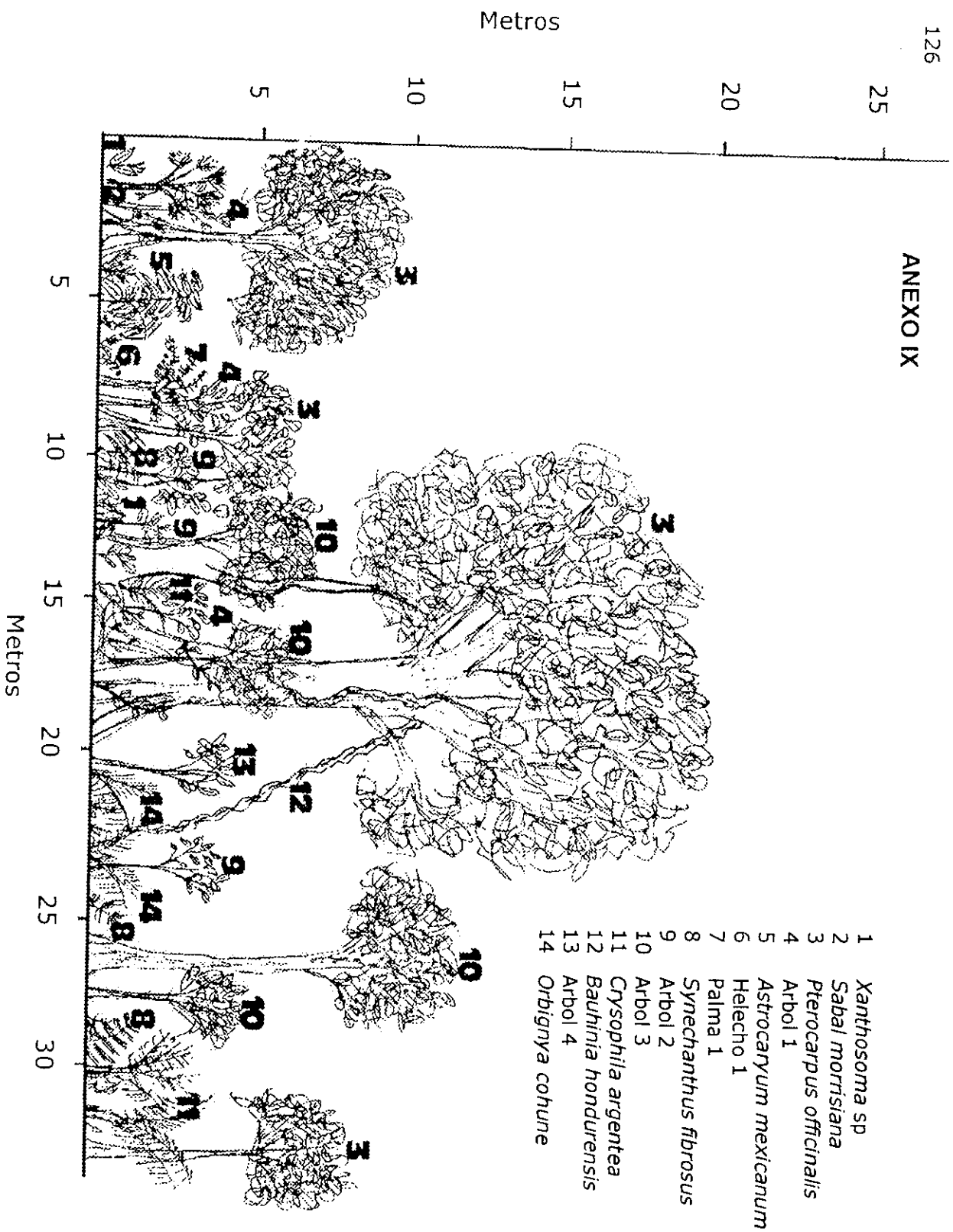


Fig. A 4. Perfil idealizado del bosque maduro 1, Fca. Salvador, Río Dulce, Izabal

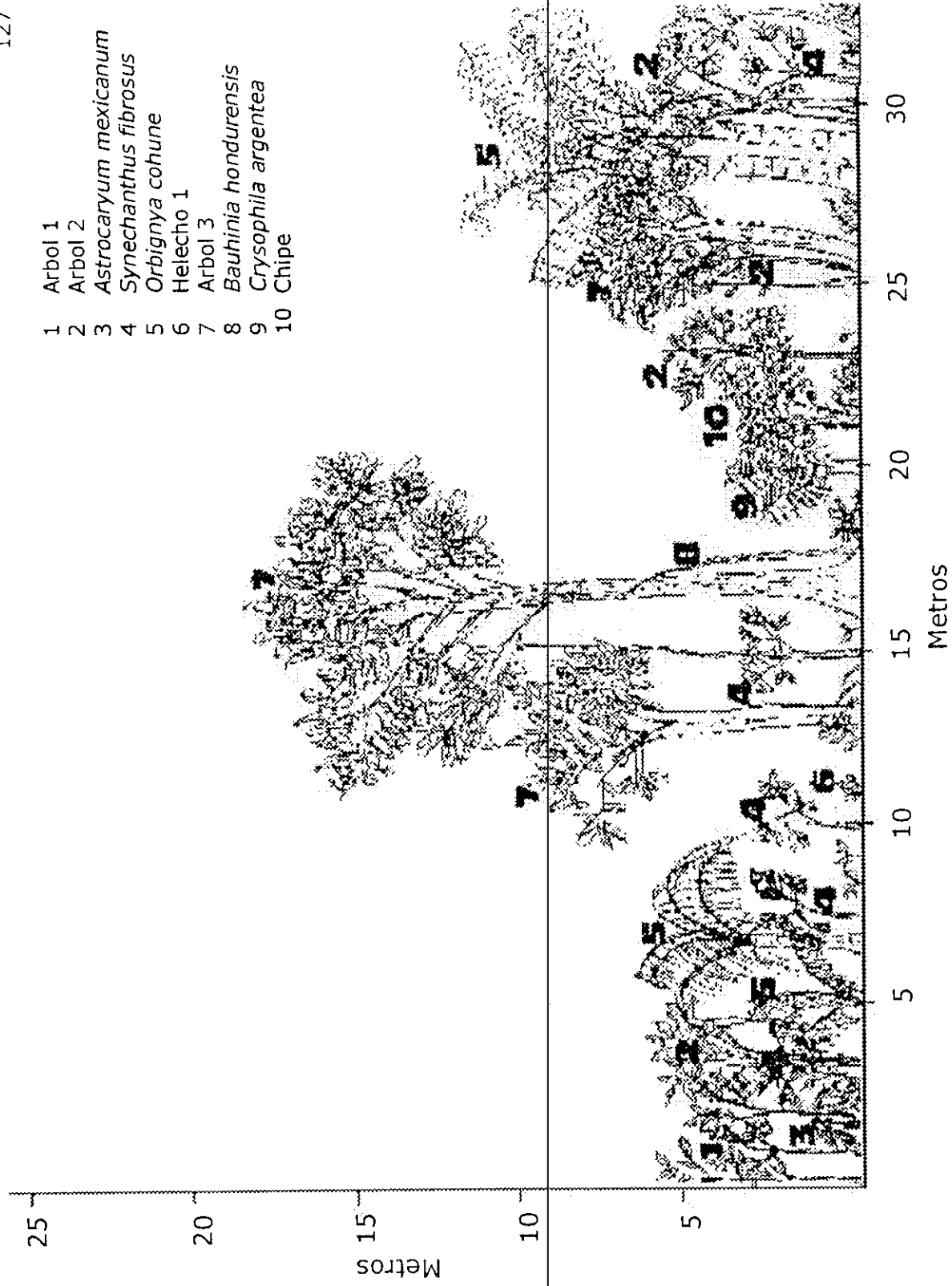


Fig. A 5. Perfil idealizado del bosque maduro 2, Fca. Black creek, Río Dulce, Izabal

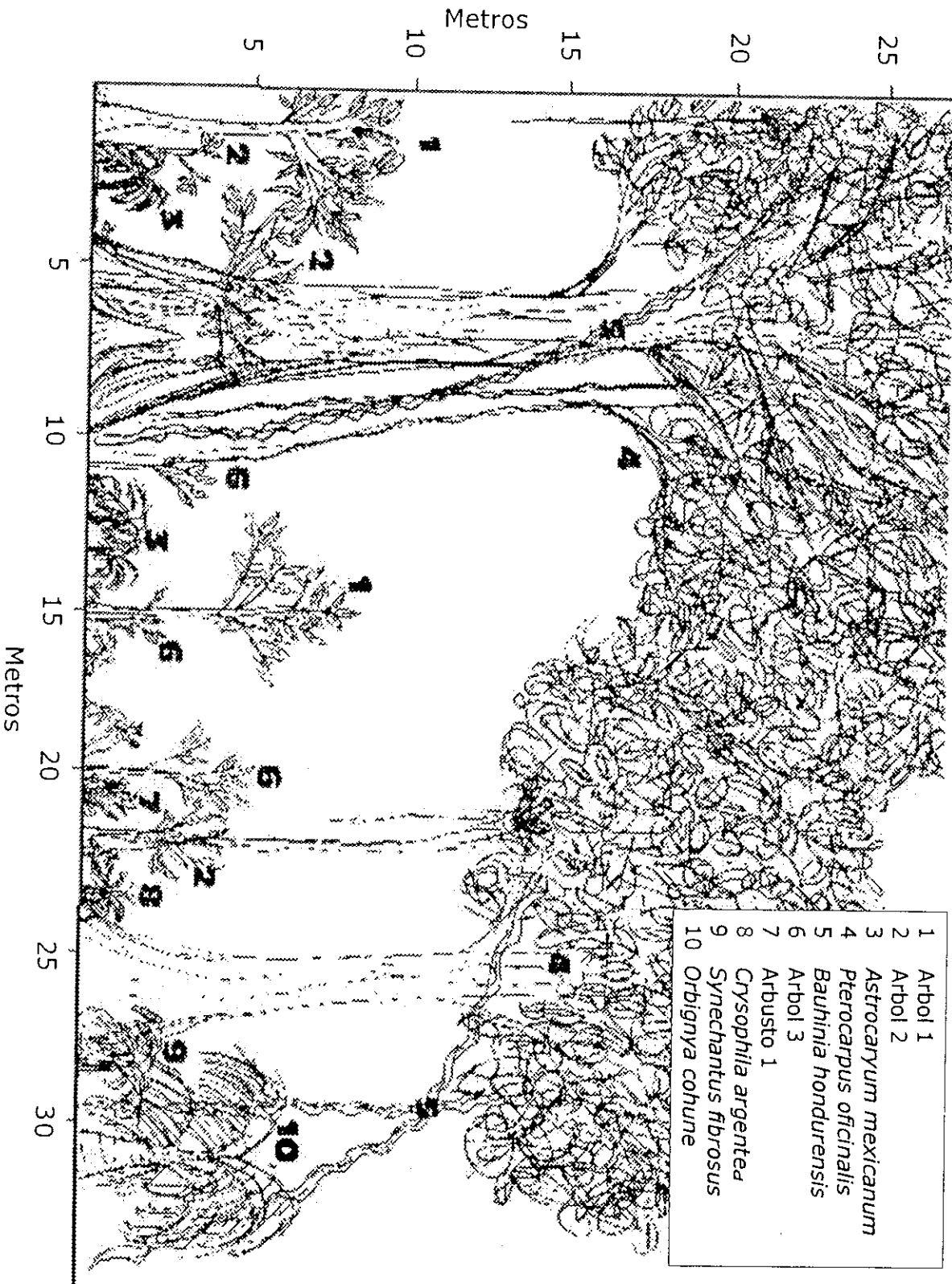


Fig. A 6. Perfil idealizado del bosque maduro 3, Fca. Salvador, Río Dulce, Izabal

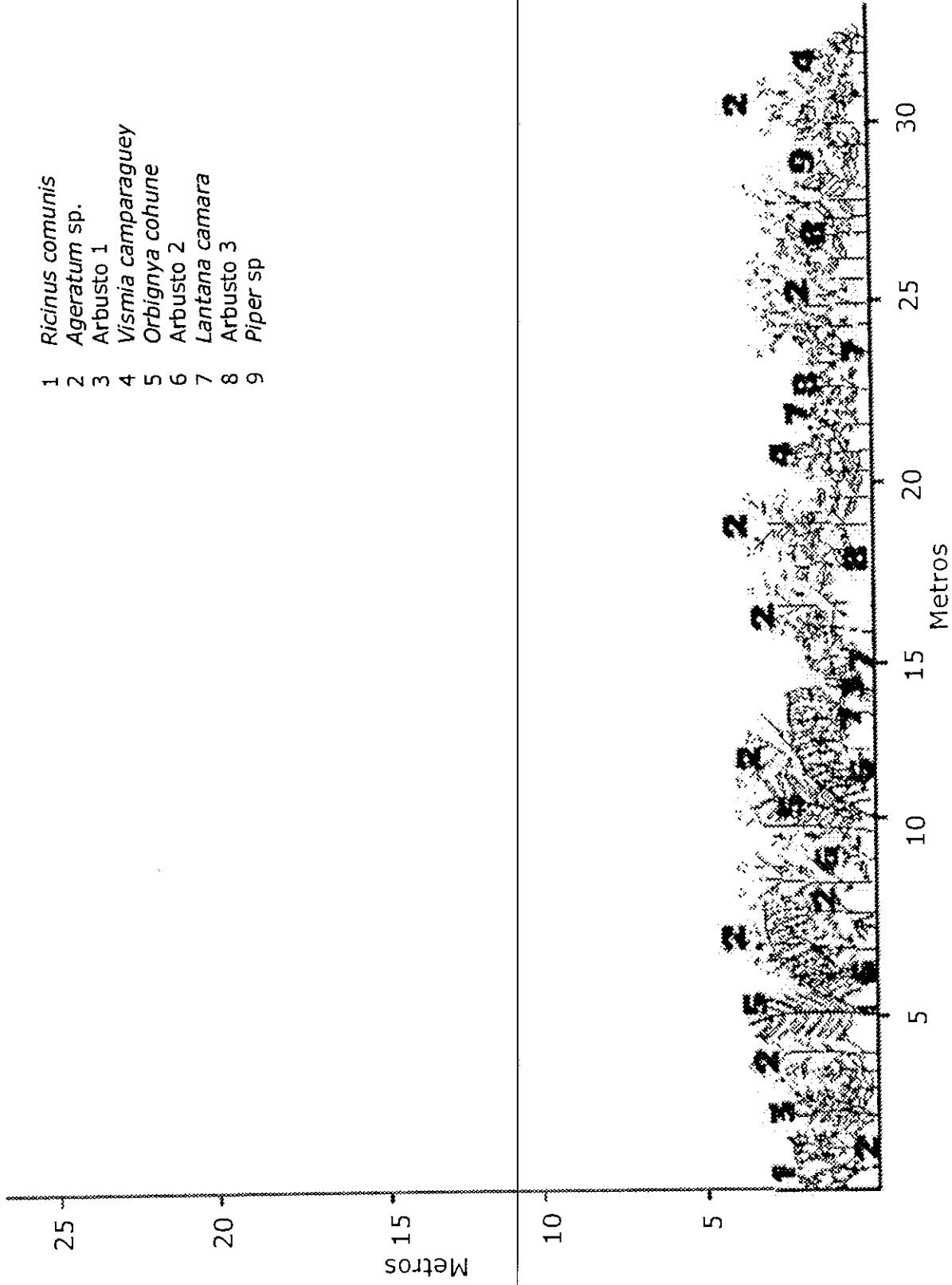


Fig. A 7. Perfil idealizado del guamil joven 1, Fca. Salvador, Río Dulce, Izabal

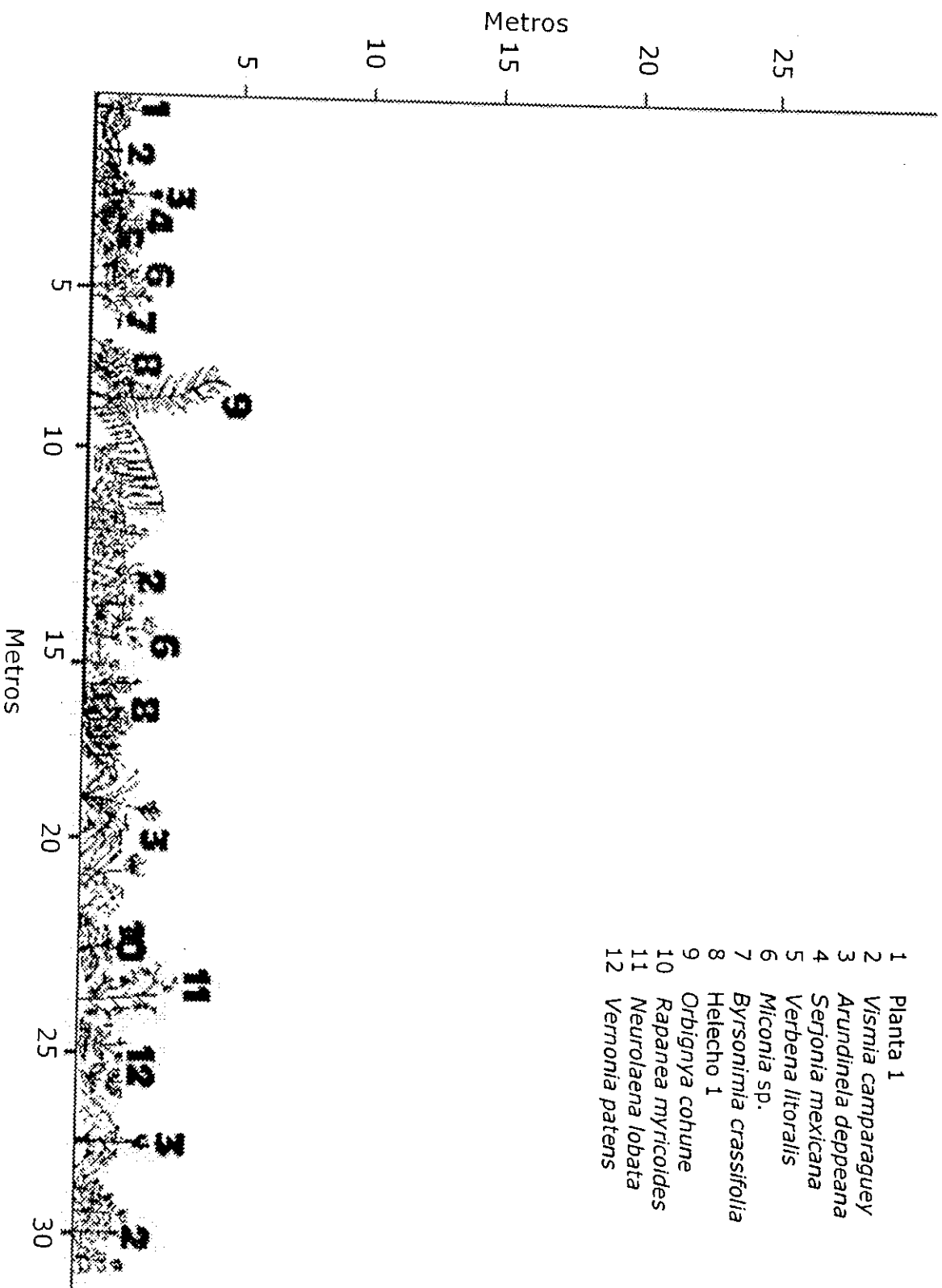


Fig. A 8. Perfil idealizado del guamil joven 2, Fca. Black creek, Río Dulce, Izabal

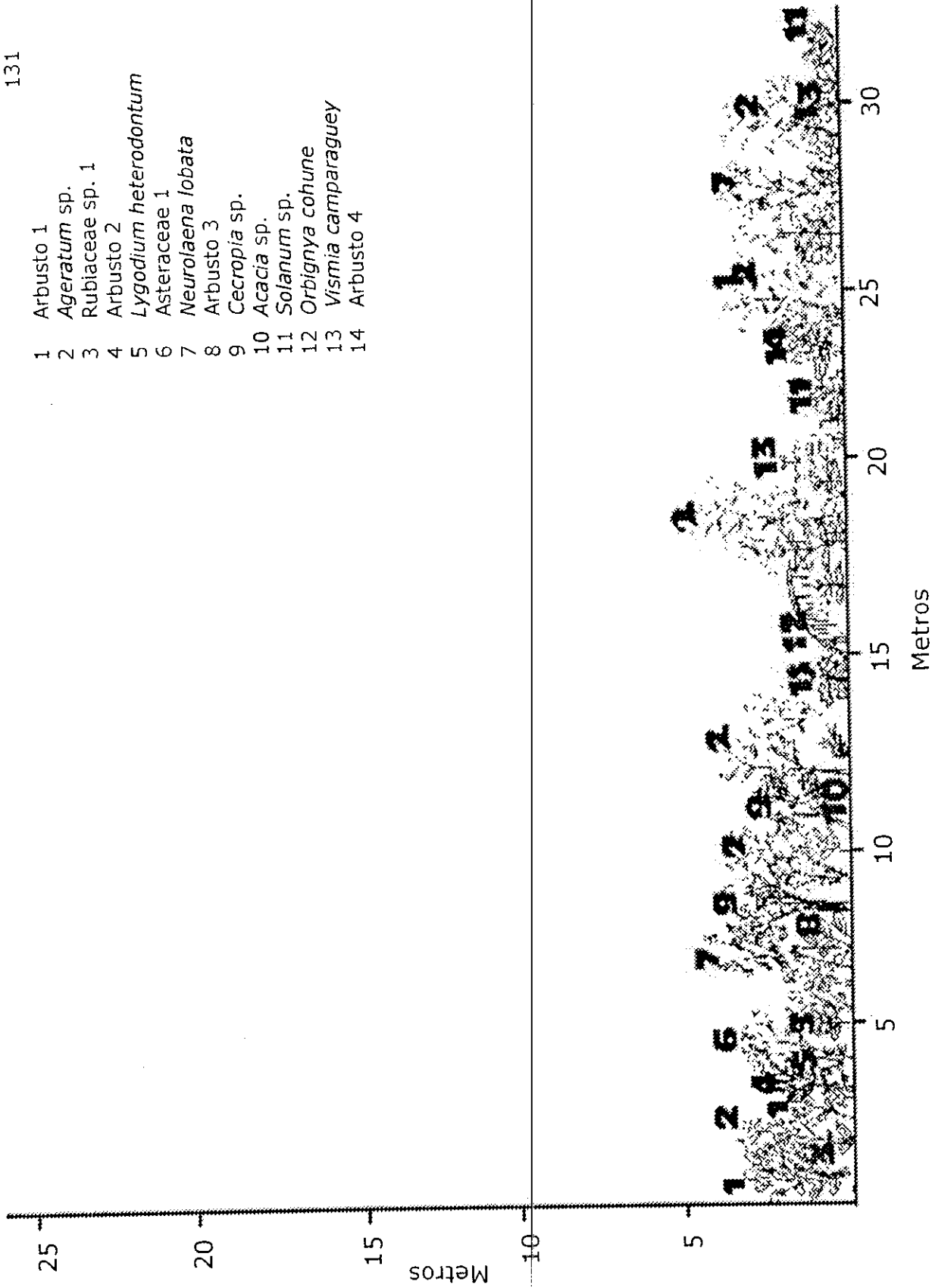


Fig. A 9. Perfil idealizado del guamil joven 3, Fca. Salvador, Río Dulce, Izabal

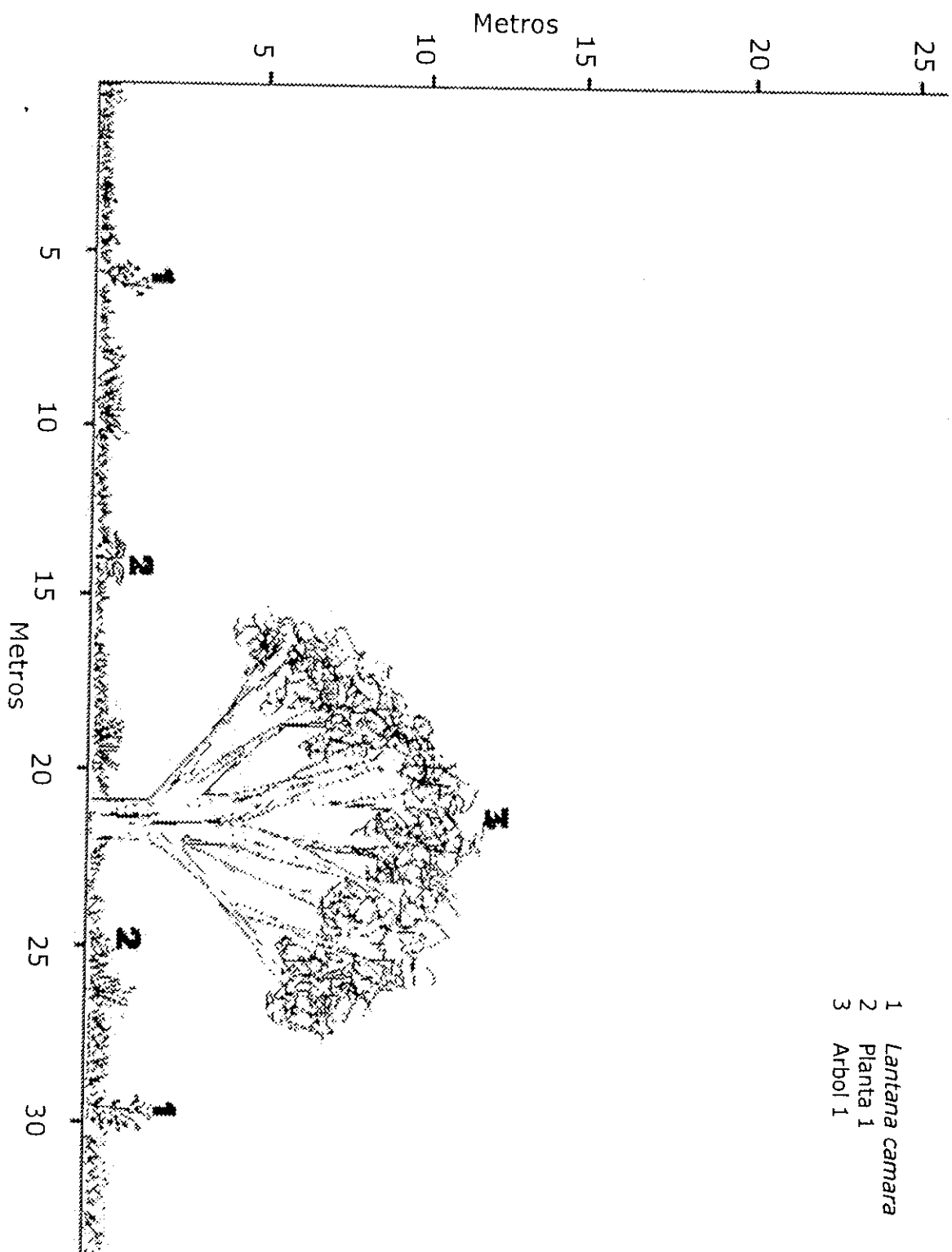


Fig. A 10. Perfil idealizado del potrero 1, Fca. Salvador, Río Dulce, Izabal

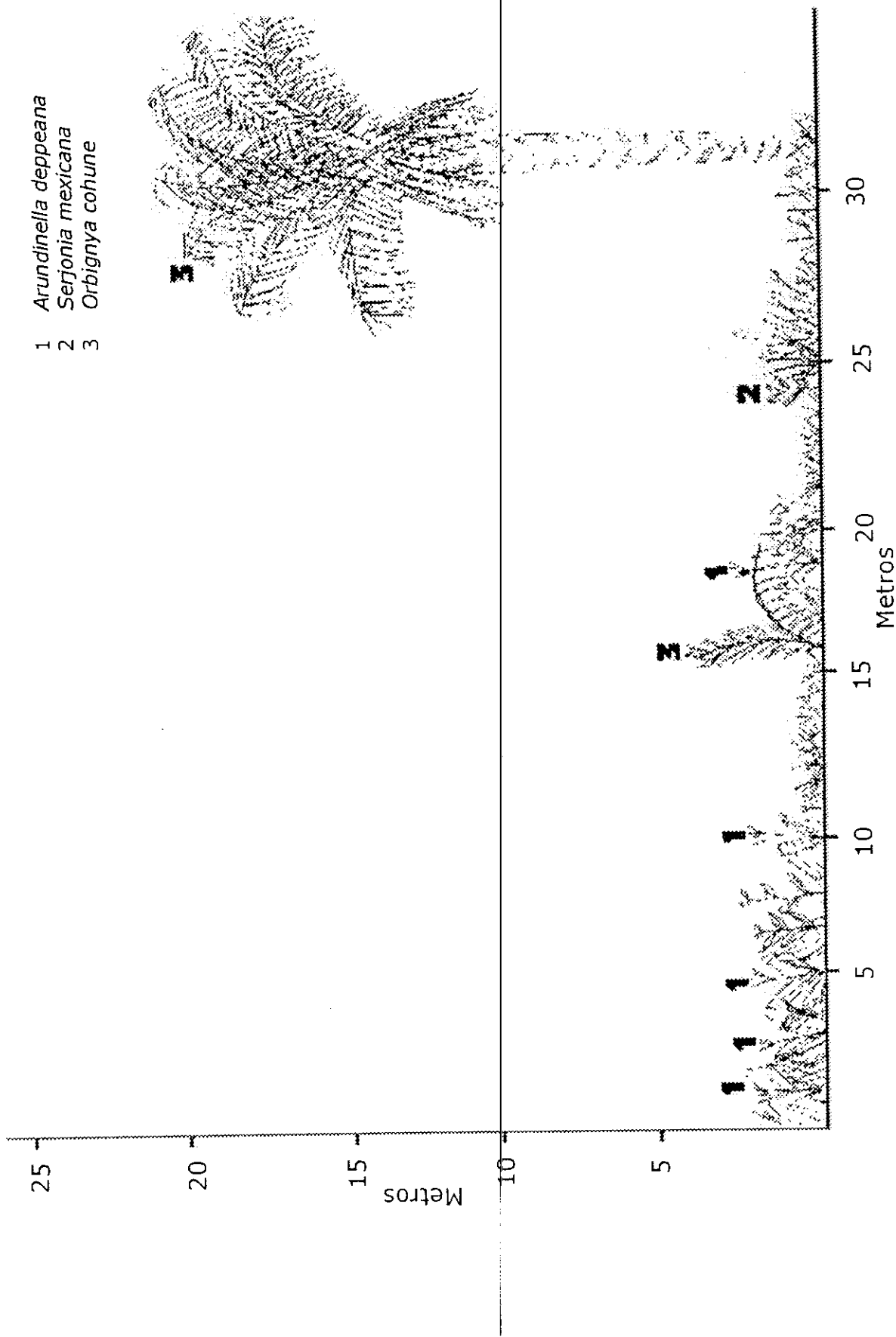


Fig. A 11. Perfil idealizado del potrero 2, Fca. Black creek, Río Dulce, Izabal

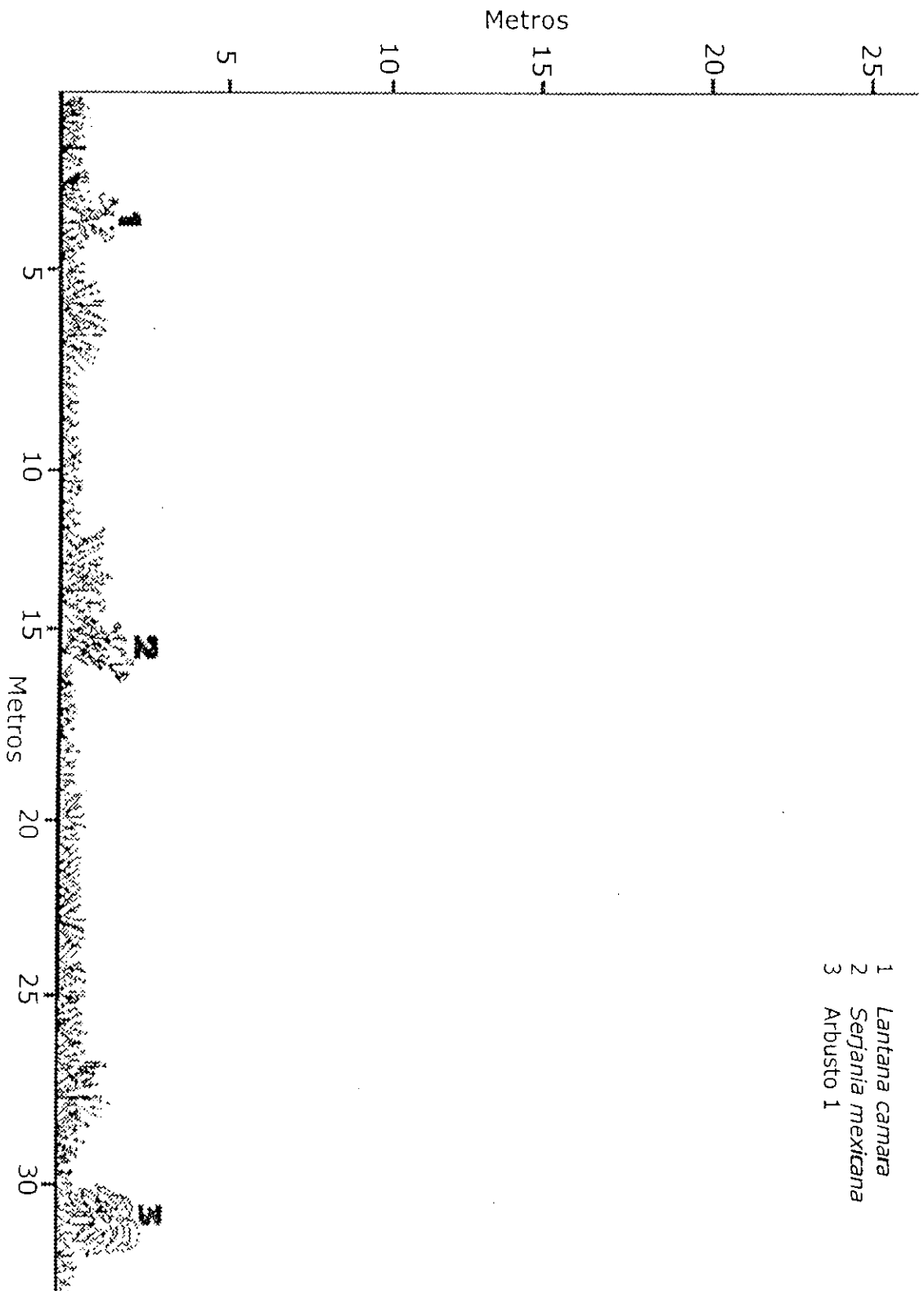


Fig. A 12. Perfil idealizado del potrero 3, Fca. Salvador, Rio Dulce, Izabal

Anexo X.

Listado de las especies vegetales encontradas en los sitios de muestreo de las Finchas Salvador y Black Creekm Río Dulce, Izabal, Guatemala.

Listado de especies vegetales encontradas en la región, incluída familia, especie, nombre común y hábitat donde se encontraron.

Familia	Especie	Nombre común	Bosque maduro	Sitio de Colecta	Potrero
				Guamil joven	
Araceae	<i>Xantosoma</i> sp.	Quequeshque	X		
Arecaceae	<i>Cryosophila argentea</i> Bartlett	Escobillo	X		
	<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm.	Lancetillo	X		
	<i>Synechanthus fibrosus</i> Wendl. & Land.	Capuquillo	X		
	<i>Sabal morrisiana</i> Bartlett.	Guano		X	
	<i>Orbignya cohune</i> (Mart.) Dahlgren	Corozo	X	X	X
Asteraceae	<i>Ageratum</i> sp.	??		X	
	<i>Neurolaena lobata</i> (L.) R. Br.	Tres Puntas		X	
	<i>Lantana camara</i>	Siete negritos		X	X
	<i>Vernonia patens</i> H.B.K.	Suquinai		X	X
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i>	Zapotón	X		
Boraginaceae	<i>Cordia bicolor</i> A.D.C.	Sombra de chivo		X	
Caesalpinaceae	<i>Bauhinia hondurensis</i>	Escalera de mico	X		
Fabaceae	<i>Pterocarpus officinalis</i>	Sangre de drago	X		
Guttiferaceae	<i>Vismia camparaguey</i>	Achotillo		X	
Malpighiaceae	<i>Byrsonimia crassifolia</i> (L.) H.B.K.	Nance		X	
Mellastomaceae	<i>Miconia</i> sp.	Sirín de bajo		X	X
Myrsinaceae	<i>Rapanea myricoides</i> (Schlecht) Lundell	Palná		X	
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	Cordoncillo	X	X	
Poaceae	<i>Arundinella deppenea</i> Nees.	Cola de Venado		X	X
Sapindaceae	<i>Serjania mexicana</i> (L.) Willd.	Lambedor		X	X
Solanaceae	<i>Vitis tilifolia</i> Humb. y Banpl.	Uva de monte		X	
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> H.B.K.	Verbena		X	