

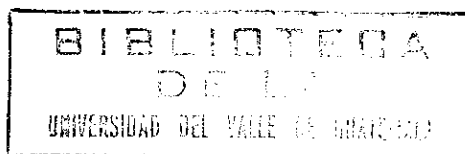
Densidad de población de dos especies de cérvidos,
Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1780) y *Mazama*
americana (Erxleben, 1777) y su preferencia de
hábitat en la Reserva de la Biósfera Maya, Yaxhá-
Nakúm. Petén, Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Biología

Densidad de población de dos especies de cérvidos,
Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1780) y Mazama
americana (Erxleben, 1777) y su preferencia de
hábitat en la Reserva de la Biósfera Maya, Yaxhá-
Nakúm. Petén, Guatemala




XIMENA LEIVA CONTE

Trabajo de graduación presentado para optar al grado
académico de Licenciada en Biología

Guatemala


1998

Vo. Bo.:

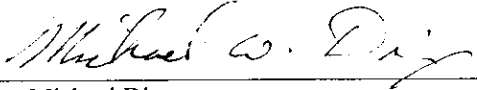
(f) 

Doctora Margaret Dix
Asesora

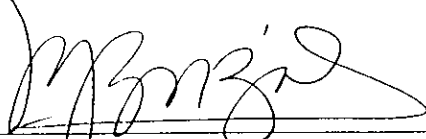
Tribunal:

(f) 

Doctora Margaret Dix

(f) 

Doctor Michael Dix

(f) 

Msc. María José González

Fecha de aprobación: 5 de noviembre de 1998

CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	xii
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCION	1
A. Antecedentes	2
B. Justificación	4
C. Objetivos	6
1. General	6
2. Específicos	6
II. MATERIALES Y METODOS	7
A. Sitio de Estudio	7
B. Metodología	8
1. Transectos para observación directa	8
2. Transectos para conteo de huellas	10
3. Caracterización vegetal de senderos	11
III. RESULTADOS	15
A. Consideraciones generales sobre la metodología	15
B. Determinación de temporadas	19
C. Censos de observación directa	21
1. Evaluación de poblaciones	21
a. Temporada	21
b. Bosques	22
c. Jornada	23
D. Uso del área por cérvidos	24
1. Uso de senderos	25
2. Ecología	25

E.	Caracterización vegetal de los senderos	28
	1. Senderos en Bosque alto	29
	a. Sendero Tumbo	29
	b. Sendero Naranjo	30
	2. Senderos en Bosque bajo	32
	a. Sendero nakúm	32
	b. Sendero Quebrada	34
IV.	DISCUSION	39
	A. Determinación de la temporada, tipo de bosque y joranda	40
	B. Densidad de cérvidos	41
	1. Venado	41
	2. Cabro	44
	C. Caracterización vegetal	47
	1. Fisonomía y estructura	47
	2. Heterogeneidad vegetal	49
	3. Dominancia basal y altitudinal	50
	D. Utilización del área	51
	E. Aspectos metodológicos	52
V.	CONCLUSIONES	55
VI.	RECOMENDACIONES	59
VII.	LITERATURA CITADA	61
	APENDICES	
	A. Hoja para la toma de datos por el método de observaciones directas	
	B. Hoja para la toma de datos por el método de conteo de huellas	
	C. Hoja para la toma de datos de vegetación	

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
2.1 Cronograma general de actividades	12
2.2 Cronograma de actividades mensuales	13
3.1 Porcentaje de cérvidos detectados a diferentes intervalos de distancia perpendicular en el área de Yaxá-Nakúm durante los censos de observaciones directas.	18
3.2 Comparación entre estimadores de densidad (Ind/Km ²) para venado, por tipo de bosque y temporada, en el área de Yaxhá-Nakúm.	18
3.3 Comparación entre estimadores de densidad (Ind/Km ²) para cabro, por tipo de bosque y temporada, en el área de Yaxhá-Nakúm.	19
3.4 Total de individuos y densidad (Ind/Km ²), por especie, detectada durante la temporada seca y lluviosa en el área de Yaxhá-Nakúm.	22
3.5 Total de individuos y densidad (Ind/Km ²), por especie, detectados en bosque alto y bosque bajo durante los ocho meses de evaluación en el área de Yaxhá-Nakúm.	23
3.6 Total de individuos y densidad (Ind/Km ²), por especie, detectados durante las jornadas matutinas y vespertinas, en los ocho meses de evaluación en el área de Yaxhá-Nakúm.	24
3.7 Distancias al recorrer (en Km. lineales) para el avistamiento de un individuo en el Area de Yaxhá-Nakúm.	24

3.8	Observaciones generales sobre el uso de vegetación por cabro en los cuatro senderos evaluados y en las temporadas seca y lluviosa. Area de Yaxhá-Nakúm.	26
3.9	Observaciones generales sobre el uso de vegetación por venado en los cuatro senderos evaluados y en temporadas seca y lluviosa. Area de Yaxhá-Nakúm	26
3.10	Porcentaje de individuos por especie y tipo de actividad que realizaban al ser detectados durante los censos de observaciones directas en el área de Yaxhá-Nakúm.	27
3.11	Número de individuos por sexo, determinados durante las temporadas seca y lluviosa en los censos de observación directa. Area de Yaxhá-Nakúm.	27
3.12	Comparación de las características vegetales en los senderos utilizados durante los censos de cérvidos en el área de Yaxhá-Nakúm.	28
3.13	Índice de similitud de Jaccard entre senderos utilizados durante los censos de cérvidos en el área de Yaxhá-Nakúm.	29

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
2.1	Mápa de ubicación del área Yaxhá-Nakúm y de los senderos de investigación 9
3.1	Individuos por especie y kilómetro, detectados durante los censos de observación directa en el área de Yaxhá-Nakúm. Resumen para los ocho meses de evaluación. 15
3.2	Individuos por especie, detectados durante la jornada matutina a través de los censos de observación directa. Area de Yaxhá-Nakúm. 16
3.3	Individuos por especie, detectados durante la jornada vespertina, en los censos de observación directa. Area de Yaxhá-Nakúm. 17
3.4	Condiciones climáticas para la estación meteorológica del Parque Nacional Tikal. Promedio para ocho años 1988-1995. 19
3.5	Condiciones climáticas reportadas en la estación Mopán. Promedio para ocho años 1988-1995. 20
3.6	Perfil vegetacional del sendero Tumbo 31
3.7	Perfil vegetacional del sendero Naranja 33
3.8	Perfil vegetacional del sendero Nakúm 35
3.9	Perfil vegetacional del sendero Quebrada 37

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) por su apoyo financiero. Al Instituto de Antropología e Historia por el respaldo logístico e Institucional en el sitio de Estudio. A la organización Idea Wild, que proveyó lámparas de cabeza y GPS.

Al Sr. Francisco Cortez, asistente de campo, se le agradece su ayuda en la realización de los censos, así como, en la colecta e identificación de la vegetación del área.

El Biólogo Mario Jolón colaboró en el diseño de la investigación y realizó valiosas correcciones al estudio. A Pilar Negreros, Giussepe Dal Bosco y Lemuel Valle, por su colaboración en el muestreo realizado durante el mes de diciembre. La Doctora E. Poll colaboró con la identificación de las muestras vegetales. El Ing. Oscar Núñez, la Licda. María José Gonzales realizaron correcciones al documento final. A todos ellos mi agradecimiento

Agradezco también a mis asesores de la Universidad del Valle de Guatemala, Dra. Margaret Dix y Dr. Michael Dix, por su valiosa orientación.

RESUMEN

Se estimó la densidad poblacional de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y cabro (*Mazama americana*) en el área de Yaxhá-Nakúm, a través de censos en cuatro transectos lineales (dos en bosque alto y dos en bajo). Las evaluaciones se realizaron en jornadas matutina y vespertina, durante cuatro meses de la temporada lluviosa 1996 (septiembre-diciembre) y cuatro en la temporada seca 1997 (febrero-mayo). El uso del área por dichas especies fue documentado a través de registros de huellas y la caracterización vegetal de las transectas utilizadas.

Las densidades de las dos poblaciones de cérvidos evaluados no variaron entre temporadas, jornada y tipo de bosque ($P > 0.05$). Se observó cierta tendencia en el movimiento de las poblaciones entre bosque alto y bajo, sin embargo, no fue estadísticamente confirmada. En general, se reportó en el área entre 1 y 3 ind/Km². Se confirmó el uso constante de ciertos lugares "pasaderos" en todos los senderos evaluados. Estos pasaderos se caracterizan por ser áreas poco densas que permiten libremente el paso. Ninguno de los senderos evaluados registró la utilización directa de los mismos por las dos especies de cérvido evaluado.

Vegetacionalmente el área se caracteriza por: (1) baja densidad de árboles con altura mayor a 25m, (2) alta diversidad pero baja densidad de especies, (3) presencia de parches de bosque bajo dentro del bosque alto, (4) la dominancia basal corresponde a guaya, *Talisia olivaeformis*; Ramón, *Brosimum alicastrum* y Chico zapote, *Manilkara acras* y (5) en todos los senderos se reportaron las familias: Sapotaceae, Sapindaceae, Arecaceae y Meliaceae.

I. INTRODUCCION

La Reserva de la Biosfera Maya (RBM) ocupa el 40% de la extensión del departamento de Petén. Es el bloque más extenso de conservación en Centroamérica que, junto con la reserva de Calakmul en México y Río Bravo-Las Milpas en Belice forma la Gran Reserva Maya. Todo este bloque y en especial la zona de usos múltiples de la RBM, tiene un potencial alto de recursos naturales renovables, cuyo uso adecuado podría suministrar bienes y servicios de alta calidad para los habitantes de esta región (Weber, 1996).

Dentro de la zona de usos múltiples de la RBM se encuentra el área de Yaxhá-Nakúm. Dicha área cuenta con gran diversidad biológica, favorecida por la abundancia de fuentes de agua. La mastofauna es un componente importante de esta diversidad.

En el área se ha realizado recientemente investigación botánica (López 1995, Escobar 1995) ictiológica (Ríos 1995) y limnológico (Dix y Dix 1992); sin embargo, únicamente existen dos estudios generales sobre mamíferos en Yaxhá. Uno conducido por la Unidad del Patrimonio Natural del Subproyecto Triángulo del Instituto de Antropología e Historia (López 1995) y otro, por el Departamento de Biología de la Universidad del Valle (Dix y Dix 1992).

Del grupo de mamíferos presentes en el área, es de especial importancia el estudio de aquellos que poseen un valor económico, ya que las comunidades Cercanas (La Máquina y cacerío Yaxhá), utiliza este recurso de una manera regular.

De los cinco mamíferos reportados con más presión de cacería, el cabro, *Mazama americana* y el venado cola blanca,

Odocoileus virginianus, han sido escasamente estudiados, por lo que no se sabe cuál es el tamaño de la población, ni sus hábitos (Morales, 1992).

Esta información es necesaria en la elaboración del calendario cinegético, planes de manejo de la especie y del área en general. Ya que, a través de estos datos se puede establecer una aproximación del número de individuos que se pueden extraer de una manera sustentable. Esto, no sólo puede ser utilizada para cérvidos, sino también para otros animales cinegéticos detectados durante los censos.

A. ANTECEDENTES

Estudios anteriores realizados con cabros son limitados y tratan principalmente sobre la historia natural (Leopold 1959), taxonomía y distribución (Hall 1981), hábitos alimenticios (Branan et. al 1985), comparaciones genéticas y morfológicas de *M. americana*, *M. guasoubira* y *O. virginianus* (Smith et. al 1986) y ecología reproductiva (Branan y Marchinton 1987).

Para venado cola blanca la disponibilidad de información es mayor (Smith 1991 y UNAM 1996). En estos dos documentos se recopila gran parte de la información disponible sobre el venado cola blanca en hábitats tropicales. Sin embargo no existe ningún estudio ecológico sobre poblaciones naturales de venados en Guatemala.

Entre los datos ecológicos obtenidos para el venado cola blanca, se tiene que habita principalmente bosques fragmentados, sucesión secundaria y espacios abiertos con pastizales (McCabe y McCabe, 1984. El cabro, por el contrario, se ha observado principalmente en bosque maduro

Leopold, 1959). Las dos especies se alimentan de frutos, hojas, flores y hongos (Emmons, 1990). Estudios sobre contenidos estomacales realizados en Surinam demuestran que, de 14 especies diferentes de plantas consumidas por venado cola blanca, cinco eran consumidas también por cabro (Branan et al., 1985).

Al conocer la biología y ecología de las especies nos da una idea clara del tipo de hábitat que requiere para satisfacer sus necesidades (Anderson y Gutzwiller, 1994). Los requerimientos de hábitat varían entre especies, además para una misma especie sus requerimientos pueden variar dependiendo de la época del año y a nivel de sexo, sus requerimientos fisiológicos. Determinar cuáles recursos son seleccionados más a menudo que otros, es de particular interés, porque provee información fundamental sobre la manera de cómo cubren sus requerimientos para sobrevivir (Manly et al. 1993).

Una de las formas en que se puede determinar esta preferencia por ciertos recursos, es a través de la observación de las fluctuaciones de la densidad poblacional a lo largo del año. La densidad de cabro puede ser determinada a través de transectos lineales a pie (Eisenberg y Thorington, 1973); sin embargo, no existe ningún trabajo que proponga un método eficaz para el estudio de esta especie. Para venado cola blanca se ha establecido que el uso de transectos lineales, al utilizar series de Fourier en la determinación de la densidad es un método eficaz (Mandujano y Gallina, 1995). Otros estimadores de densidad son el de ángulo recto (DAR) (UNAM 1996) y el método propuesto por King (Glanz 1982).

El método de transecto es relativamente fácil de aplicar en campo, no es costoso y lo respalda una teoría simple pero

sólida. También hay facilidades para el cómputo de los datos y tiene ciertas ventajas frente a otros métodos de muestreo (Schultz y Muncy 1957; Eberhardt 1968; Anderson et al. 1979; Burnham et al. 1980, 1985). Este método ha sido usado frecuentemente para estimar la densidad de grandes herbívoros en hábitats templados (White et al. 1989; Firchow et al. 1990; Manly y Welsh 1992). Sin embargo, en hábitats tropicales ha sido empleado poco (Eisenberg y Thorington 1973; Glanz 1982; Karanth y Sunquist 1992; Srikosamatara 1993; Mandujano y Aranda 1993).

Mandujano (1994) sugiere que es conveniente poner varios transectos y recorrerlos de 2 a 4 veces cada uno, en un tiempo breve para evitar cambios en el número de animales debido a otros parámetros demográficos. Estos deben ser recorridos a las horas de máxima actividad de las especies de interés; también sugiere que si la especie es escasa y/o temerosa, se necesitará una longitud mayor de transecto. Sin embargo, estudios realizados con anterioridad en la Reserva de la Biosfera Maya indican que es más conveniente el establecimiento de varios transectos que poseer uno de gran longitud, puesto que el tamaño de la muestra y el número de puntos evaluados en un área aumenta (Jolón, com. pers.).

B. JUSTIFICACION

La falta de información biológica sobre especies cinegéticas es una de las limitantes al desarrollar proyectos para su uso sostenible. Esto limita la posibilidad de predecir el impacto de la cacería o cualquier intento por manejar estos recursos sobre las poblaciones naturales (McCulloch, 1986), siendo éste el caso de la elaboración del calendario cinegético para Guatemala. El

Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP) elaboró en 1991 una propuesta de calendario para la cacería de especies cinegéticas y su implementación está pendiente. La información base sobre listados de especies en regiones determinadas, densidad poblacional y datos reproductivos, proporcionadas por cazadores o científicos investigadores de fauna, es esencial en la actualización y revisión del mismo durante cada temporada (Reg. Calendario Cinegético, s.f).

El venado cola blanca y el cabro son dos de las especies más amenazadas por la cacería de subsistencia en Petén, al ser una gran fuente de proteína animal (Morales, 1992). Reglamentación sobre su cacería se ha empezado a implementar, sin embargo, la ausencia de información específica sobre el grupo en Guatemala dificulta el cálculo de las tasas de aprovechamiento.

Existen estudios que evalúan las densidades de venado cola blanca en hábitats tropicales, (Mandujano 1992; Mandujano y Aranda 1993; Galindo et al. 1993; Galindo 1993; Mandujano y Gallina 1995; Ehnis 1996). Sin embargo, no existe estudio similar efectuado con el Cabro. Se han propuesto varios métodos directos e indirectos para medir la densidad de venados (densidad en franja y densidad en ángulo recto en transectos lineales); sin embargo, la densidad en ángulo recto en transectos lineales es más precisa (Ehnis, 1996), ya que los resultados obtenidos al emplear la densidad de franja subestiman la población de muchas especies. Además por las características vegetacionales de los bosques tropicales la visibilidad se reduce grandemente, subestimando también de esta forma la población.

Los transectos lineales son los más empleados en los bosques tropicales debido a que no existe un método alternativo más eficaz para tener conocimiento de la densidad

y diversidad de fauna de un área tropical.

Yaxhá-Nakum, localizada dentro del área de usos múltiples de la RBM, se escogió como sitio de estudio por su diversidad de asociaciones vegetacionales, reporte de poblaciones de venado y cabro, el parche de bosque es bastante continuo, su cercanía a una fuente de agua abundante, como lo es la laguna de Yaxha y porque el comportamiento de las especies está menos modificado, (familiarización de los animales con los turistas), que lo que se se puede observar en el Parque Nacional Tikal (PNT).

Proyectos similares están siendo realizados en la Reserva de la Biósfera de Calakmul. Esta área limita al sur con la Reserva de la Biósfera Maya, por lo que los resultados pueden utilizarse en comparación de dinámicas poblacionales.

C. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Determinar la densidad de *O. virginianus* y *M. americana* en el área de Yaxá-Nakúm y su utilización del hábitat a lo largo del año.

2. Objetivos específicos

a) Determinar la densidad de *M. americana* y *O. virginianus* en el bosque del área de Yaxhá-Nakúm.

b) Comparar la densidad entre la estación seca y lluviosa de cada especie.

c) Observar y comparar patrones de uso de hábitat por los dos tipos de venados en la temporada seca y lluviosa.

II. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el área de Yaxhá-Nakum, zona de usos múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya, a partir de septiembre 1996. La evaluación se realizó durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de la temporada lluviosa de 1996 y febrero, marzo, abril y mayo de la temporada seca de 1997 (Tabla 2.1). Se tomaron datos durante 16 días cada mes (Tabla 2.2). Los datos climatológicos de las estaciones de Tikal y Mopán fueron utilizados en la determinación de las épocas seca y lluviosa. Estos datos fueron obtenidos de los registros del INSIVUMEH.

A. SITIO DE ESTUDIO

La Reserva de la Biosfera Maya (RBM) se localiza en la parte norte del departamento de Petén, departamento que posee el segundo bloque continuo de bosque tropical, más grande de Centroamérica (González, 1992).

La región Yaxhá-Nakum está situada a 89°24'00'' longitud y 17°04'10'' latitud, posee una altitud que oscila entre los 150 y 300 metros Sobre el Nivel del Mar (mSNM). Se encuentra ubicada al este y sudeste del Parque Nacional Tikal, se extiende al sur hasta los bordes sureños de las Lagunas de Champoxté, Lancajá, Yaxhá y Sacnab, continúa en dirección este hasta los límites del Ejido Municipal de Melchor de Mencos (Figura 2.1).

El clima se caracteriza por lluvias estacionales con una precipitación entre 1400 y 2050mm anual y temperaturas promedio entre 24.1°C y 25.5°C. No existen meses sin lluvia, sin embargo, la precipitación es generalmente muy reducida entre noviembre y abril (Dix y Dix, 1992).

Acorde con la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área de Yaxhá-Nakum, está situada en una zona de transición vegetacional entre Bosque tropical Húmedo y Seco (Escobar, 1995). De los estudios realizados en el bosque de Yaxhá (Rice, 1978) se puede dividir el bosque en cuatro zonas importantes: bosque alto, bosque alto con laderas húmedas, bosque bajo y arbustos bajos.

El bosque alto es el más húmedo y se caracteriza por doseles bastante altos, arriba de los 30m, con árboles como Ramón blanco, *Brosimum alicastrum* Swartz y el cedro, *Cedrela odorata* Roem; palmas como el corozo, *Orbygnya cohune* (Mart.) Dahlgren, xate, *Chamaedorea elegans* Martius y pacaya, *Chamaedorea tepejilote* Liebm, ocupan los primeros estratos.

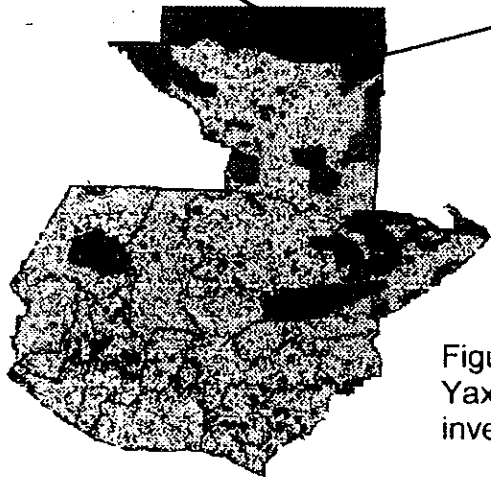
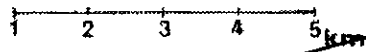
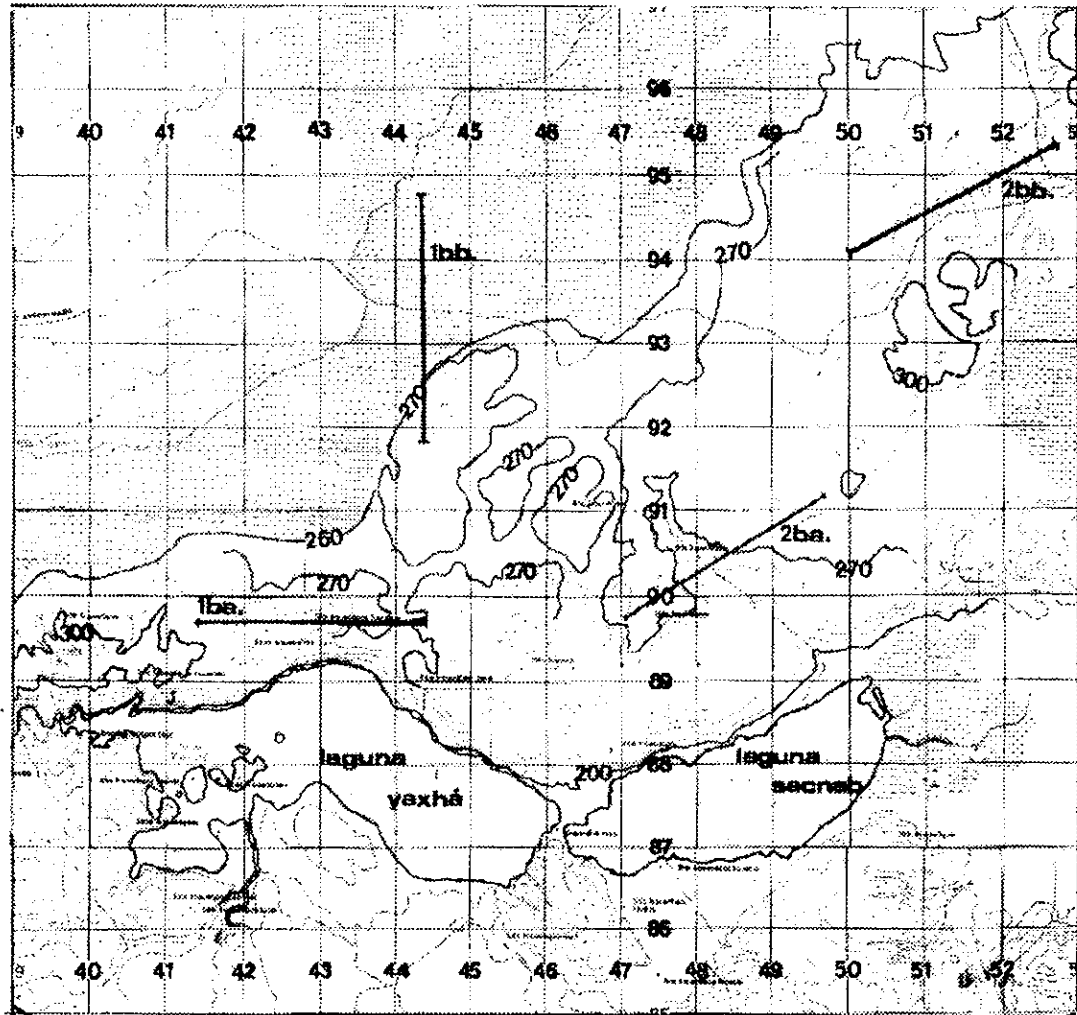
El bosque bajo consta de árboles de poca altura, pero la diferencia principal consiste en la existencia de una asociación edáfica en la que el suelo es más impermeable, ya que permite la acumulación de agua, donde haya depresiones.

Se puede mencionar al escobo, *Crysophila argentea* Bartlett; guano, *Sabal mexicana* Mart. ; el tintal, *Haematoxylon campechianum* L. y la *Pouteria campechiana* (HBK), como algunas de las plantas características (Lundell 1939).

B. METODOLOGIA

1. Transectos para observaciones directas

Se utilizaron cuatro transectos lineales, (dos en bosque alto y dos en bosque bajo). Tres establecidos en los



Leyenda:
 ba: Bosque alto
 1 Sendero Tumbo
 2 Sendero Naranjo
 bb: Bosque bajo
 1 Sendero Nakúm
 2 Sendero Quebrada

Figura 2.1. Mapa de ubicación del área Yaxhá-Nakúm y de los transectos de investigación.

alrededores del área (dos en bosque alto y uno en bosque bajo) y el otro en bosque bajo situado a conveniencia (Figura 2.1). El largo del transecto fue de 3Km., marcándose cada 50m. Cada día se realizó un recorrido matutino y vespertino (Tabla 2.2) y se rotaron los transectos de bosque alto y bajo.

La forma en que se realizaron los censos matutinos y vespertinos fue la siguiente: para censos matutinos se iniciaron media hora después de la salida del sol y los censos vespertinos tres horas antes de la puesta del sol. Cada transecto se caminó a una velocidad de 1Km/50min.

Al ser observado el animal, se calculó la distancia perpendicular del animal al transecto hora, la actividad realizada, sexo y edad cuando fue posible (hoja de datos, anexo A). También se incluyeron las observaciones de otros mamíferos mayores detectados durante el transecto.

Se muestrearon 128 transectos en total (para un total de 384Km recorridos), 64 durante cada temporada (16 transectos al mes, 8 en bosque alto y 8 en bosque bajo).

Para el cálculo de la densidad se utilizó el modelo de densidad en ángulo recto propuesto por Burnham et. al (1980) y el modelo de King. Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney en la determinación de las diferencias entre estaciones y entre tipo de bosque. La independencia entre factores (estación y tipo de bosque) se evaluó a través de la prueba de ji-cuadrado (prueba de independencia).

2. Transecto para registro de huellas

Para el conteo de huellas se empleó la metodología descrita por Daniel y Frels (1971). Se utilizaron los mismos transectos que fueron empleados en los conteos directos. Únicamente se estableció un ancho de franja de 2m. y una

longitud de 1.5Km. No se instaló ningún transecto donde dos caminos estaban muy juntos para evitar que un mismo animal cruce y deje huellas en dos senderos distintos el mismo día.

Cuando aparecían las huellas se tomaron los siguientes datos: tamaño de la huella, distancia de paso entre huellas, dirección y cuando más de un patrón se encuentre junto, el número de animales que dejaron huellas (hoja de datos, anexo B). Se contó como un solo individuo cuando las huellas fueron continuas y tuvieron las mismas características; inmediatamente después se borraron las huellas. Los muestreos fueron realizados por una persona entre las 7:00-9:00hrs. Se efectuaron treinta y dos muestreos en total por tipo de bosque, dieciséis durante la estación seca (cuatro cada mes) y dieciséis durante la estación lluviosa.

3. Caracterización vegetal de los transectos

La caracterización vegetal de los senderos de estudio se basó en dividir el largo total de cada transecto en cuatro o cinco bloques donde la vegetación es homogénea. El 10% de estos bloques fué muestreado. Se evaluó 0.15 Ha. (300 X 5 m) en cada uno de los senderos. Para cada uno de los senderos se realizó lo siguiente:

- Medición general para todos los ejemplares con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) mayor a los 3 cm (Apéndice C).
- Elaboración de perfiles de vegetación de 100m para cada sendero, utilizando un tercio de los datos registrados en cada bloque.
- Determinación del índice de similitud de Jaccard entre senderos.
- Las muestras vegetales fueron identificadas y depositadas en el Herbario de la Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla 2.1

Cronograma General de Actividades

Actividaad	Mes	Dias
Muestreo preliminar	Agosto	13 al 29
1er. Muestreo temporada lluviosa	Sept.-Oct.	18 al 3
2do. Muestreo temporada lluviosa	Oct.-Nov.	19 al 4
3er. Muestreo temporada lluviosa	Nov.-Dic.	18 al 3
4to. Muestreo temporada lluviosa	Diciembre	4 al 20
1er. Muestreo temporada seca	Febrero	16 al 28
2do. Muestreo temporada seca	Marzo	11 al 26
3er. Muestreo temporada seca	Abril-Mayo	19 al 4
4to. Muestreo temporada seca	Mayo-Junio	20 al 6
Presentación del informe final	Octubre	
Examen Público de graduación	Noviembre	

Tabla 2.2
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES MENSUALES

Censo	Bosque	Transecto	Jornada	Día															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		1	Mañana	X										X					
	Huellas	2	Mañana				X								X				
	Bajo	1	Mañana			X										X			
		2	Mañana							X							X		
		1	Matutino			X											X		
		2	Vespertino				X											X	
	Alto	1	Matutino	X															
		2	Vespertino					X										X	
		1	Matutino						X										
		2	Vespertino	X															
	Bajo	1	Matutino							X									
		2	Vespertino			X													

III. RESULTADOS

A. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA METODOLOGIA

Con el objetivo de fortalecer la metodología de censos de observaciones directas se analizaron algunos de los factores que influyen en ésta.

Al evaluar la frecuencia de observación en función del **largo del sendero** se tuvo que: el 57% (N:12) de los cabros observados fueron detectados en los primeros dos kilómetros y el 43% (N:9) en el tercero. Respecto de los venados, el 73% (N: 24) fue detectado en los primeros dos kilómetros y el 27% (N:9) en el tercero (Figura 3.1).

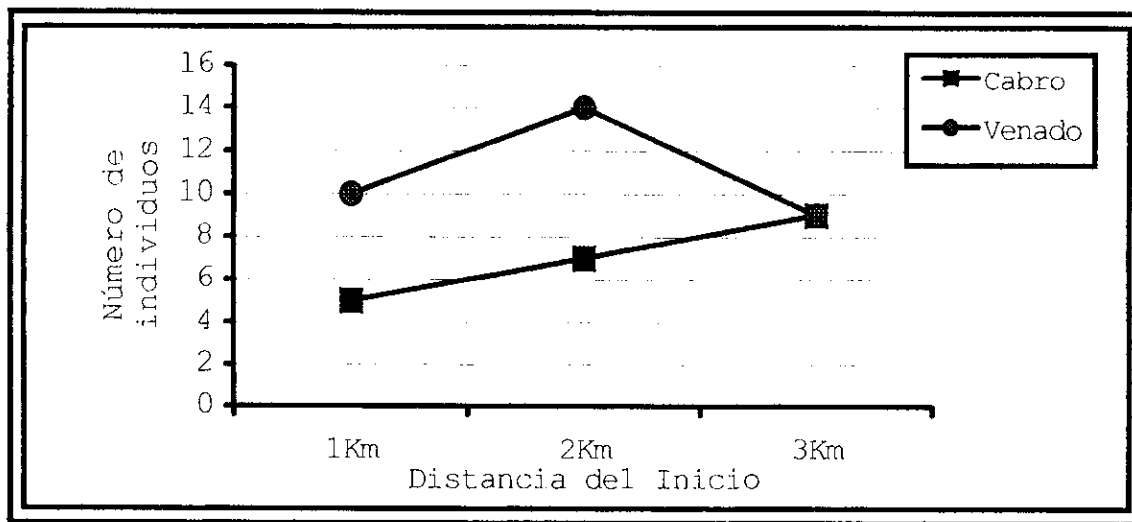


Figura 3.1 Individuos por especie y kilómetro, detectados durante los censos de observaciones directas en el área de Yaxhá-Nakum. Resumen para los ocho meses de evaluación.

El pre-muestreo realizado en agosto 1996 demostró la necesidad de modificar la **velocidad de recorrido** planteada inicialmente a un kilómetro por hora a cincuenta minutos por kilómetro. Esto debido a que el inicio de los censos vespertinos era muy cercano al medio día, período en el cual la actividad de este grupo es escasa, lo que se tiene por consecuencia la obtención de datos falsos y poco representativos.

La **hora de inicio** de los censos variaba conforme el sol salía y se ocultaba. Así, durante la temporada seca, los censos matutinos se iniciaban más temprano y los vespertinos más tarde. Situación contraria se observó durante la temporada lluviosa, puesto que el sol sale más tarde por las mañanas y se oculta más temprano.

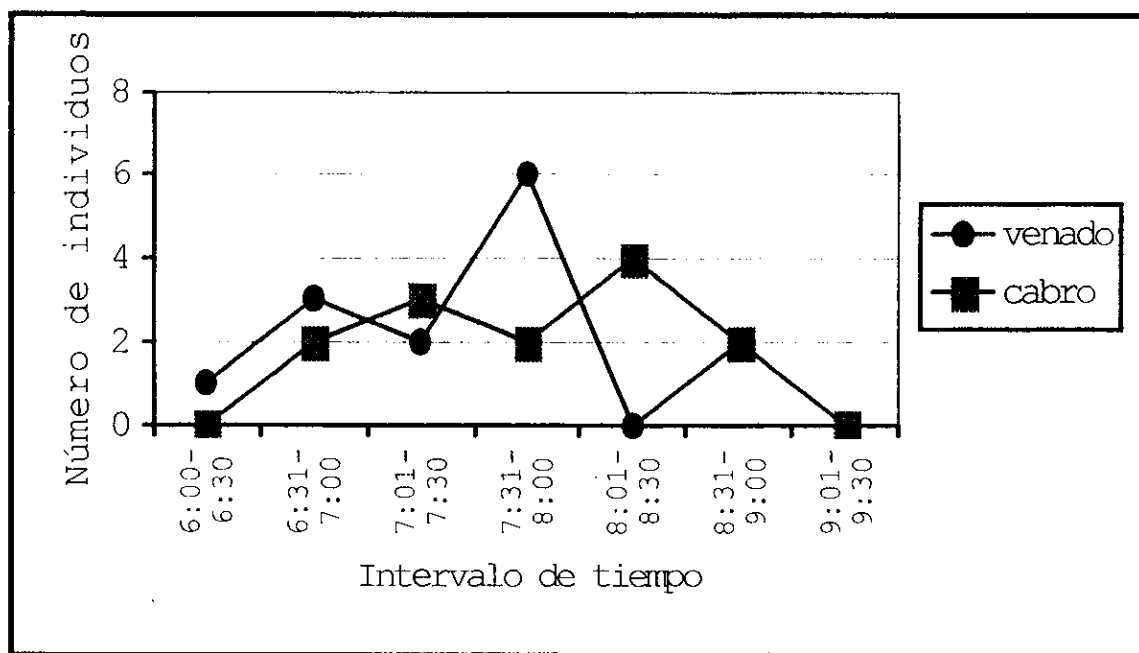


Figura 3.2 Individuos por especie detectados durante la jornada matutina a través de los censos de observaciones directas. Area de Yaxhá-Nakúm.

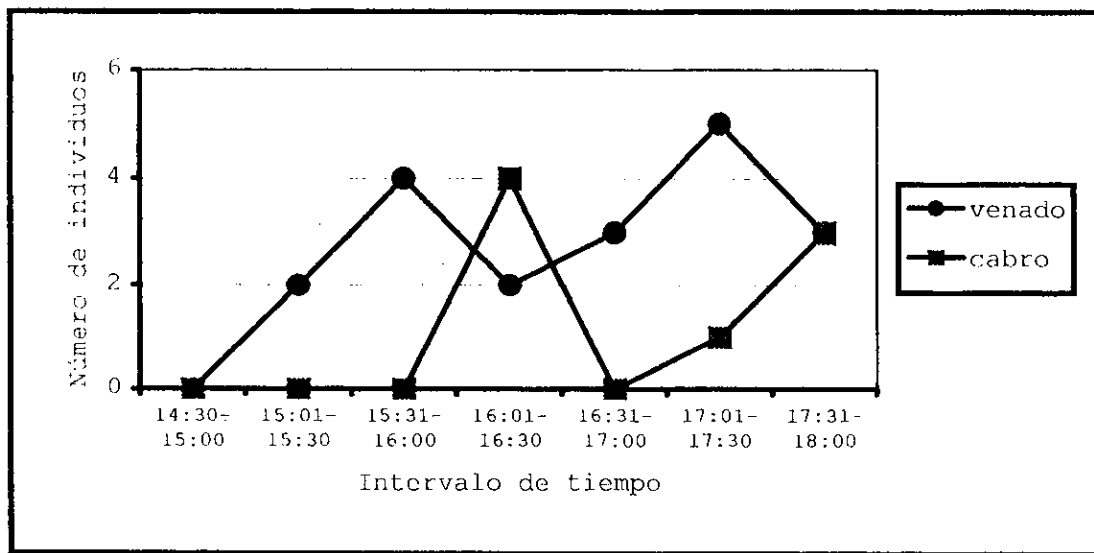


Figura 3.3 Individuos por especie detectados durante la jornada vespertina en los censos de observación directa. Area de Yaxhá-Nakúm.

Los censos matutinos se iniciaron entre las 6:00-6:30 hrs y finalizaron entre las 9:00-9:30 hrs. La mayoría de las detecciones, 95% se realizaron entre las 6:30 y 9:00 hrs (Figura 3.2). El censo vespertino se iniciaba entre las 14:30-15:00 hrs y finalizaba entre las 18:00-18:30 hrs. El 93% de las detecciones se realizaron entre las 15:30-18:30 hrs (Figura 3.3).

La determinación de **distancias perpendiculares** fue calibrado durante el muestreo a través de un doble muestreo con objetos premedidos y colocados dentro del bosque. Se determinó que las medidas reportadas por el investigador tenían una desviación de dos metros. Las distancias perpendiculares fueron agrupadas en tres intervalos; donde se observó que la mayoría de detecciones se realizaron entre los 7 y 15 m. (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Porcentaje de Cérvidos detectados a diferentes intervalos de distancia perpendicular en el área de Yaxhá-Nakúm durante los censos de observaciones directas.

Distancias Perpendiculares	Porcentaje de individuos	
	Venado	Cabro
1-6 m.	19%	8%
7-15 m.	57%	73%
16-21 m.	15%	10%
Mayor de 22 m.	9%	9%

Dos **estimadores** fueron utilizados para determinar las densidades: Densidad en Ángulo Recto (DAR) y el método de King. La diferencia entre estimadores no fué significativa (U-88; $n_1=13$, $n_2=16$; $P > 0.05$). En general se observaron valores más altos con el método de DAR (Tabla 3.2 y 3.3).

Tabla 3.2 Comparación entre estimadores de densidad (ind/Km^2) para venado, por tipo de bosque y temporada, en el área de Yaxhá-Nakúm.

Bosque	Sendero	Temporada Seca			Temporada Lluviosa		
		Densidad ind/Km^2		F	Densidad Ind/Km^2		F
		King	DAR		King	DAR	
Alto	Tumbo	1.54	0.77	2	4.16	5.99	7
	Naranja	5.00	4.34	6	2.45	1.97	5
Bajo	Nakúm	1.19	0.59	2	2.06	1.74	3
	Quebrada	1.70	1.13	3	6.50	5.20	5

DAR: Densidad en ángulo recto; King: Método de King;

F: Frecuencia

Tabla 3.3 Comparación entre estimadores de densidad (ind/Km²) para cabro, por tipo de bosque y temporada, en el área de Yaxhá-Nakúm.

Bosque	Sendero	Temporada Seca			Temporada lluviosa		
		Densidad ind/Km ²		F	Densidad Ind/Km ²		F
		King	DAR		King	DAR	
Alto	Tumbo	2.60	0.00	1	1.01	0.00	1
	Naranjo	3.76	2.50	3	2.77	1.39	2
Bajo	Nakúm	1.48	0.78	2	0.69	0.00	1
	Quebrada	3.00	2.50	6	4.80	3.86	5

DAR: Densidad en ángulo recto; King: Método de King;
F: Frecuencia

B. DETERMINACION DE LAS TEMPORADAS

Se analizaron los datos climáticos de las estaciones meteorológicas del Parque Nacional Tikal y Mopán, para establecer los meses que abarcaban cada una de las temporadas.

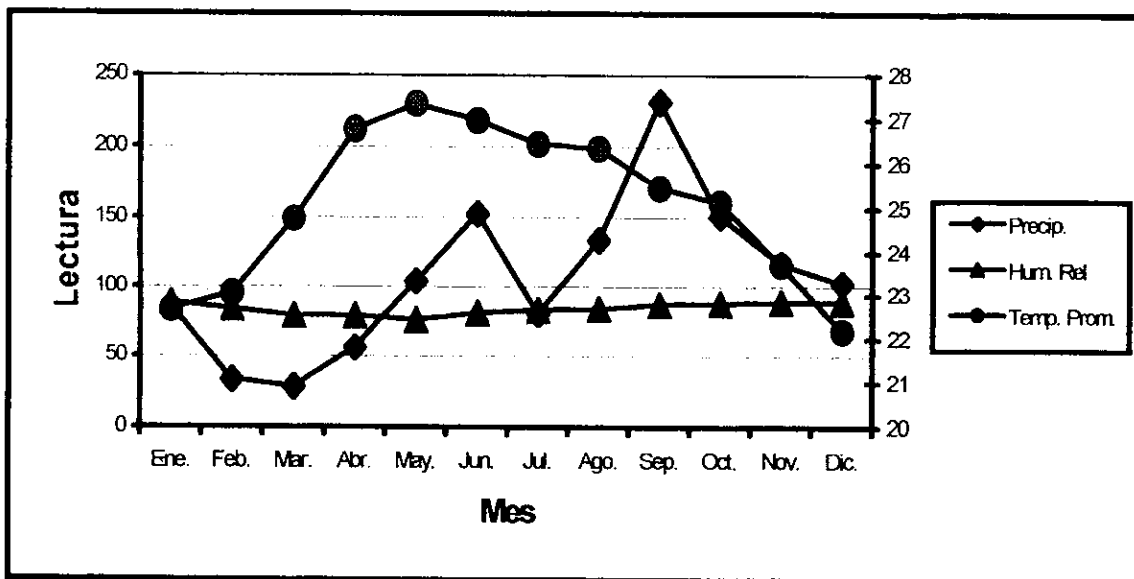


Figura 3.4 Condiciones climáticas para la estación meteorológica del Parque Nacional Tikal. Promedio para ocho años 1988-1995.

Para la estación de Mopán (Figura 3.5), se observó menor precipitación y humedad relativa entre los meses de febrero a mayo. Las temperaturas más altas se registraron de abril a septiembre. En la estación del Parque Nacional Tikal (Figura 3.4) se obtuvo una menor precipitación y humedad relativa entre los meses de enero y mayo. Las temperaturas más altas se registraron entre marzo y octubre.

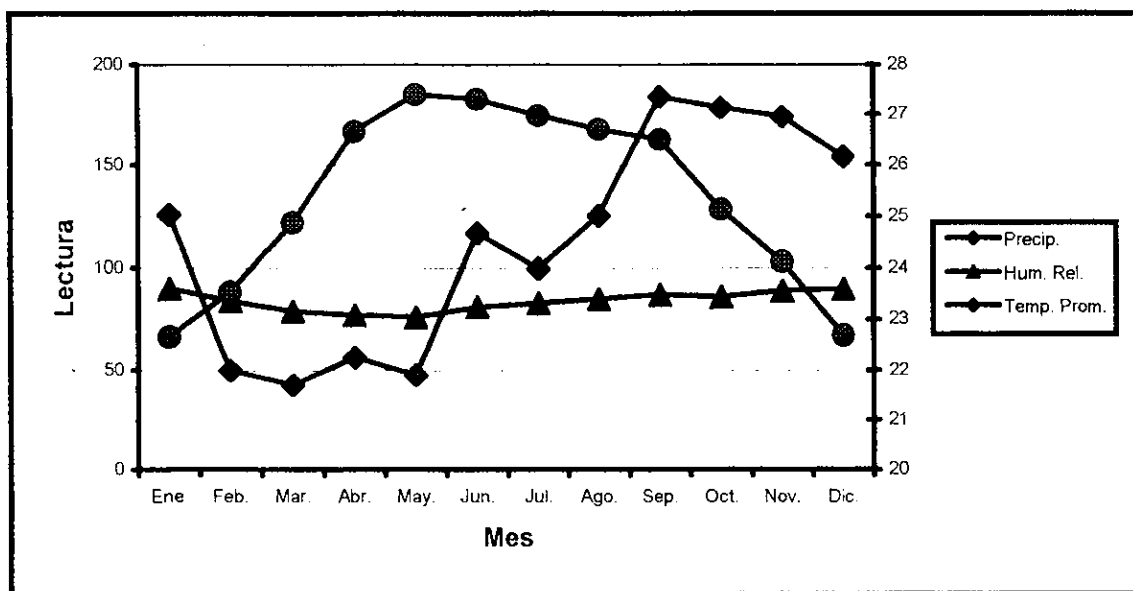


Figura 3.5 Condiciones climáticas reportadas en la estación Mopán. Promedio para ocho años 1988-1995.

Las temporadas se designaron a partir de los meses con menor precipitación pluvial, temporada seca, y con mayor precipitación, temporada lluviosa. Al evaluar cada estación por separado y escoger entre aquellos meses donde dichas características convergían se tuvo que: a) la temporada seca abarcaba los meses de enero a mayo y b) la temporada lluviosa de junio a diciembre. Los meses de muestreo, cuatro para cada temporada, se seleccionaron a partir de la temperatura

promedio (dos con temperatura alta y dos con baja) y su consecutividad. De esta manera, los meses de febrero-marzo de la temporada seca y noviembre-diciembre de la temporada lluviosa presentaban una baja temperatura. Los meses de abril-mayo de la temporada seca y septiembre-octubre de la temporada lluviosa tenían una mayor temperatura.

C. CENSOS DE OBSERVACION DIRECTA

Se observó un total de cincuenta y cuatro individuos durante los ocho meses de muestreo. Veintinueve individuos fueron detectados durante la temporada lluviosa y veinticinco en la temporada seca.

Con el objetivo de comparar la densidad y frecuencia de venado cola blanca, *Odocoileus virginianus* y cabro, *Mazama americana*, con varios factores (temporada, vegetación, jornada), los resultados fueron evaluados por separado en función de dichos factores.

Al realizar la prueba de independencia entre la temporada y la presencia en diferentes tipos de bosque, se encontró que para cabro, al igual que para venado, las relaciones entre factores son independientes ($X^2=2.16$; $gl=2$; y $X^2=1.5$; $gl=2$; ambas con una probabilidad mayor a 0.05).

1. Evaluación de las poblaciones

a. Temporada

El total de individuos, entre ambas especies, detectados en la temporada seca, no es significativamente diferente al número obtenido durante la temporada lluviosa ($U=37.5$; $n_1=8$, $n_2=8$; Probabilidad mayor a 0.05).

Al evaluar los totales de individuos por especie, se tiene que: para venado, al igual que para cabro, no se

reporta una diferencia significativa ($U=12$; $n_1=5$, $n_2=6$; Probabilidad mayor de 0.05 para venado) y ($U=11$; $n_1=7$, $n_2=6$; Probabilidad mayor a 0.05 para cabro), en el número de individuos observados entre la temporada seca y lluviosa (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 Total de individuos y densidad (Ind/Km² y Ind/Km.), por especie, detectada durante la temporada seca (febrero-mayo 1997) y temporada lluviosa (septiembre-diciembre 1996) en el área de Yaxhá-Nakum.

Especie	Temporada									Total		
	Seca			Lluviosa						Total		
	Densidad			Densidad						Densidad		
	F	Ind/Km ²	Ind/Km	F	Ind/Km ²	Ind/Km	F	Ind/Km ²	Ind/Km	F	Ind/Km ²	Ind/Km
	King	DAR	King	DAR	King	King	DAR	King	King	DAR	King	
Venado	13	2.29	2.13	0.07	20	4.08	3.88	0.10	33	3.17	3.07	0.08
Cabro	12	2.02	1.85	0.06	9	2.24	1.99	0.05	21	2.05	1.95	0.05

F:frecuencia. Dens:densidad.

King:densidad por el método de King. DAR:densidad en ángulo recto.

Los resultados, a nivel de frecuencia, presentan un número menor de venados en la temporada seca (13), que en la temporada lluviosa (20). Para cabro, se detectó un número mayor de individuos durante la temporada seca (12), que en la temporada lluviosa (9).

b. Bosques

El Análisis de los datos por tipo de bosque se presenta en la tabla 3.5. Se notó una diferencia no significativa ($U=38.5$; $n_1=8$, $n_2=8$; $P > 0.05$), entre el número total de ambas especies observadas en bosque alto y bajo.

El número de individuos observados por tipo de bosque, para ambas especies, presentaron una diferencia no significativa ($U=15$; $n_1=4$, $n_2=7$; $P > 0.05$ para venado) y ($U=11$; $n_1=6$, $n_2=7$;

P < 0.05 para cabro) , para el número de individuos observados por tipo de bosque. Sin embargo, se reporta una mayor ocurrencia de venado en bosque alto (N:20) que en bosque bajo (N:13). Para cabro los reportes son mayores en bosque bajo (N:14) que en bosque alto (N:7).

Tabla 3.5 Total de individuos y densidad (ind/Km²), por especie, detectados en bosque alto (senderos tumbo y Naranjo) y bosque bajo (senderos Nakum y quebrada) durante los ocho meses de evaluación (febrero-mayo 1997 y septiembre-diciembre 1996) en el área de Yaxhá-Nakum.

Especie	Bosque									Total		
	Alto						Bajo					
	Densidad			Densidad			Densidad					
	F	Ind/Km ²	Ind/Km	F	Ind/Km ²	Ind/Km	F	Ind/Km ²	Ind/Km	F	Ind/Km ²	Ind/Km
	King	DAR	King	King	DAR	King	King	DAR	King	DAR	King	
Venado	20	3.7	3.3	0.10	13	2.65	2.44	0.08	33	3.17	3.07	0.08
Cabro	7	2.2	1.88	0.04	14	2.53	2.13	0.07	21	2.05	1.95	0.05

F:frecuencia. Dens:densidad.

King:densidad por el método de King. DAR:densidad en ángulo recto.

b. Jornada

Mayor cantidad de venados cola blanca fueron observados durante la jornada vespertina (N:19) que en la jornada matutina (N:14). Esta diferencia no es significativa (U=17.5; n₁=7, n₂=7; P < 0.05). Para cabro la situación fue diferente, se observó un mayor número durante los censos matutinos (13) que en los vespertinos (8); aquí la diferencia tampoco es significativa (U=15.5; n₁=4, n₂=7; P < 0.05).

Durante la jornada matutina se observa un pico general de actividad para las dos especies de las 6:30 a las 9:00 (Figura 3.2). La jornada vespertina presenta un mayor número de observaciones entre las 15:30 hrs a las 18:00 hrs (Figura 3.3).

Tabla 3.6 Total de individuos y densidad (ind/Km²), por especie, detectados durante las jornadas matutina (6:00-9:30 hrs) y vespertina (15:45-18:15 hrs) durante los ocho meses de evaluación (septiembre-diciembre 1996 y febrero-mayo 1997) en el área de Yaxhá-Nakúm.

Especie	Jornada									Total		
	Matutina						Vespertina					
	Densidad			Densidad			Densidad					
	F	Ind/Km ²	Ind/Km	F	Ind/Km ²	Ind/Km	F	Ind/Km ²	Ind/Km	F	Ind/Km ²	Ind/Km
	King	DAR	King	DAR	King	King	DAR	King	King	DAR	King	
Venado	14	2.7	2.49	0.07	19	3.7	3.48	0.09	33	3.17	3.07	0.08
Cabro	13	2.9	2.77	0.06	8	1.3	1.11	0.04	21	2.05	1.95	0.05

F:frecuencia. Dens:densidad.

King:densidad por el método de King. DAR:densidad en ángulo recto.

Las distancias que hay que recorrer (en Kilómetros lineales) para observar un cabro y/o un venado se muestran en la tabla 3.7.

Tabla 3.7 Distancias a recorrer (en Km. Lineales) para el avistamiento de un individuo en el área de Yaxhá-Nakúm, Petén.

Especie	Bosque		Jornada		Temporada	
	Alto	Bajo	Matutino	Vespertino	Seca	Lluviosa
Venado	9.6 Km	14.8 Km	13.7 Km	10.1 Km	14.8 Km	9.6 Km
Cabro	24.4 Km	13.7 Km	14.8 Km	24 Km	16 Km	21 Km

D. USO DEL ÁREA POR CERVIDOS

Con el objetivo de determinar el uso del hábitat por las dos especies de cérvidos evaluadas, se realizaron censos de huellas en bloques de 1.5Km de largo por dos metros de ancho. Se utilizaron los mismos senderos que para los censos de observaciones directas. El censo de huellas se iniciaba a los 100m del inicio y finalizaba a los 1600m.

1. Uso de Senderos

Se observan bloques de 200 a 450mts que son pasaderos constantes de las especies. Se observó una pequeña diferencia entre los pasaderos utilizados en las temporadas seca y lluviosa (Tabla 3.8 y 3.9).

En general, se reporta de uno a tres pasaderos por sendero. Un total de seis pasaderos de cabro fueron identificados durante la temporada lluviosa y siete en la temporada seca. Por lo menos uno de estos, por sendero, es utilizado consecutivamente en ambas temporadas. Para venado se identificaron seis pasaderos en la temporada lluviosa y ocho en la temporada seca. Al igual que para cabro, uno de estos, por sendero, es utilizado consecutivamente entre temporadas.

Al comparar los sectores utilizados como pasadero por cabros y venados se observa que el 37.5% de éstos son utilizados en común durante la temporada lluviosa y el 50% en la temporada seca. No se observa relación alguna entre el número de pasaderos con respecto al número de observaciones realizadas por sendero.

2. Ecología

Información ecológica sobre el tipo de actividad en que se encontraban las especies estudiadas, fue documentada durante los censos de observaciones directas.

Para ambas, la mayoría de registros se realizó cuando el individuo se encontraba desplazándose de un lado a otro. En sólo un pequeño porcentaje se detectó echado, alimentándose ó bebiendo agua (Tabla 3.10).

Tabla 3.8 observaciones generales sobre uso de vegetación por cabro en los cuatro senderos evaluados y en las temporadas seca y lluviosa. Area de Yaxhá-Nakum.

Sendero	Temporada lluviosa						Temporada seca					
	Observación directa		Registro de signos		Observación directa		Registro de signos		Observación directa		Registro de signos	
	No. ind.	Sector	No. huellas	Sector	No. ind.	Sector	No. huellas	Sector	No. ind.	Sector	No. huellas	Sector
Tumbo	1	250	6	0-300	1	950	5	300-400	5		5	300-400
Naranja	2	950, 2150	5	300-450	5	1100-1150	6	150-300	6		5	1350-1550
			4	1350-1450		2500-2600	7	400-550	7		4	950-1050
Nakúm	1	1950	7	350-650	0		5	1150-1300				
Quebrada	4	200, 1150, 750,	10	350-450	6	2000-3000	7	400-650	7			
			3	1150-1250								

Tabla 3.9 observaciones generales sobre uso del área por venado en los cuatro senderos evaluados y en las temporadas seca y lluviosa. Area de Yaxhá-Nakum.

Sendero	Temporada lluviosa						Temporada seca					
	Observación directa		Registro de signos		Observación directa		Registro de signos		Observación directa		Registro de signos	
	No. ind.	Sector	No. huellas	Sector	No. ind.	Sector	No. huellas	Sector	No. ind.	Sector	No. huellas	Sector
Tumbo	7	850, 1700, 1900, 2550, 2950	10	150-350	2	1800-2550	10	200-400	3		3	700-750
Naranja	5	350, 1100, 1400, 1600, 2950	9	300-500	6	150, 450	11	100-350	7		7	550-650
			8	300-350	2	50, 650	6	150-300	7		7	450-800
Quebrada	7	200, 550, 800, 950, 1200, 2900	27	200-550	3	1150, 1450, 2050	7	100-200	9		9	500-650

Tabla 3.10 Porcentaje de individuos por especie y tipo de actividad que realizaban al ser detectados durante los censos de observaciones directas en el área de Yaxhá-Nakúm.

Actividad	Especie			
	Venado		Cabro	
	%	N	%	N
Echado	12	4	10	2
Toma de alimentos	6	2	14	3
Desplazamiento	82	27	71	15
Tomar agua	0	0	5	1
Total	100%	33	100%	21

Las características del entorno en que se encontraban los individuos detectados echados coincide para ambas especies. Por lo general se encontraban en claros (donde el dosel permitía la entrada de luz), con hojarasca seca y vegetación no tupida. Cuando éstos se detectaron alimentándose, lo hacían en áreas donde se observaba una alta densidad y diversidad de plantulas y rebrotes.

Del total de individuos registrados, únicamente se observaron dos parejas de venado y una de cabro. El resto de observaciones fueron de un sólo individuo. Para ninguna de las especies se observaron crías durante los censos.

El número de individuos por sexo se incluye en la tabla 3.11. En la mayoría de las observaciones no se logró determinar el sexo del individuo.

Tabla 3.11 Número de individuos por sexo determinados durante las temporadas seca y lluviosa en los censos de observación directa. Área de Yaxhá-Nakúm.

SEXO	VENADO		CABRO	
	Temp. sec	Temporada Lluviosa	Temporada seca	Temporada lluviosa
Hembra	1	1	3	1
Macho	1	1	2	1
No determinada	11	18	7	7

E. CARACTERIZACION VEGETAL DE LOS SENDEROS

Se establecieron dos senderos en bosque alto. Uno ubicado paralelamente a la laguna de Yaxhá y el otro paralelo a la laguna de Sacnab, a 1.5km de la orilla. Así mismo, dos senderos en bosque bajo, uno al noroeste del sitio Arqueológico Yaxhá y el otro al noroeste, sobre el camino que comunica Yaxhá con Nakum (Figura 2.1).

Al evaluar los senderos se observó que las especies de importancia económica, como chico zapote, *Manilkara acras* (L.) Van Rayen ; pimienta, *Pimenta dioica* (L.) Merrill ; Hormigo, *Platymiscium dimorphandrum* Donn Sm. ; cedro, *Cedrela odorata* Roem.; y caoba, *Swietenia macrophylla* King se observaron en muy baja frecuencia. Se observó un individuo de caoba en bosque bajo, un cedro en bosque alto, tres hormigos en bosque bajo y uno en bosque alto, siete chico zapote en bosque alto y cinco en bosque bajo y cinco pimientos en bosque alto y bajo. Los resultados generales se resumen en la tabla 3.12.

Tabla 3.12 Comparación de las características vegetales de los senderos utilizados durante los censos de Cérvidos en el área de Yaxhá-Nakúm, El Petén.

Características	Bosque alto		Bosque bajo	
	Tumbo	Naranja	Nakúm	Quebrada
Número de especies	27	49	57	46
Altura promedio	9.8 m	9 m	6.6 m	9.2 m
DAP promedio	12 cm	12 cm	7.8 cm	10.31 cm
Especies que dominan el 50% de la cobertura.	<i>Pouteria reticulata</i> <i>Trichilia minutiflora</i> <i>Chrysophila argentea</i>	<i>Pouteria reticulata</i> , <i>Trichilia minutiflora</i> , <i>Trichilia moschata</i> , <i>Chrysophila argentea</i> , <i>Nectandra sp</i>	<i>Chrysophila argentea</i> , <i>Smiria sp.</i> , <i>Gimnanthes lucida</i> , <i>Eugenia capuli</i> , <i>Eugenia spp.</i>	<i>Chrysophila argentea</i> , <i>Pouteria reticulata</i> , <i>Sabal morrisiana</i> , <i>Rapanea sp.</i> , <i>Trichilia moschata</i>
Estratos	3	3	2	3

DAP: diámetros a altura del pecho. Medidas: m, metros; cm, centímetros.

Tabla 3.13 Índices de similitud de Jaccard entre senderos utilizados durante los censos de Cérvidos en el área de Yaxhá-Nakúm.

		Bosque alto		Bosque bajo	
		Tumbo	Naranja	Nakúm	Quebrada
Bosque alto	Tumbo	1	0.2	0.18	0.23
	Naranja	0.2	1	0.22	0.25
Bosque bajo	Nakúm	0.18	0.22	1	0.21
	Quebrada	0.23	0.25	0.21	1

1. Senderos en Bosque Alto

El índice de similitud de Jaccard entre senderos de bosque alto fue del 0.20. Se reportó un total de 57 especies. Más del 65% de éstas presentan una baja frecuencia (de 1 a 5 individuos por especie). En ambos senderos la altura promedio oscila entre 9 y 10m; y el DAP promedio fue de 12 cm. para ambos senderos.

a. Sendero Tumbo

Se identificaron un total de 27 especies, el 67% de estas presentan una frecuencia de 1 a 5 individuos por especie.

El 60% de la cobertura relativa del sendero está formada por: zapotillo hoja fina, *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma; cedrillo hoja fina, *Trichilia minutiflora* ; escobo, *Chrysophila argentea* Bartlett; chico zapote, *Manilkara acras* y el cordoncillo, *Piper spp.*

La estructura del bosque presenta tres estratos diferentes (Figura 3.6). El primer estrato está representado por los árboles cuya altura es mayor a los 20m (7% de los individuos) observándose principalmente Ramón, *Brosimum*

alicastrum Swartz; guaya, *Talisia olivaeformis* (HBK.) Radlk.; y chico zapote, *Manilkara acras*; en este estrato. El dosel medio, aproximadamente el 30% de los individuos, presentan alturas que oscilan entre los 9 y los 15m, representado por zapotillo hoja fina, cedrillo hoja fina y la palma botan, *Sabal morrisiana* Bartlett. El dosel inferior, el 48% de las especies, presentan una altura menor a los 9m, y está compuesta por el arbusto cordoncillo, *Piper spp.*; la palma escobo, *Chrysophila argentea* y árboles jóvenes de cedrillo hoja fina, *Trichilia minutiflora* y zapotillo hoja fina, *Pouteria reticulata*.

El sotobosque, donde se identificaron 19 especies, está dominado por palmas como el Xate, *Chamaedorea elegans* Martius y *Chamaedorea tepejilote* 7% ; y plántulas de ramón, *Brosimum alicastrum* 9%, cedrillo hoja fina *Trichilia minutiflora* 18% , zapotillo hoja fina *Pouteria reticulata* 12% y tres especies de cordoncillo *Piper spp.* 33%.

b. Sendero Naranja

Un total de 49 especies fueron identificadas en este sendero, el 71% de los individuos presentan una altura que oscila entre los primeros 10m. Sólo el 3% de los individuos presentan una altura mayor a los 20m. El promedio de alturas para este sendero es de 9m, con un DAP promedio de 12.

El 47% de la cobertura relativa está formada por cedrillo hoja fina, *Trichilia minutiflora*, cedrillo colorado, *Trichilia moschata*; zapotillo hoja fina, *Pouteria reticulata*; Laurel *Nectandra sp* y el escobo, *Chrysophila argentea*. La estructura del bosque presenta tres doseles, el primero formado por árboles cuya altura es mayor de los 20m (3% de los individuos), representado por ramón, *Brosimum alicastrum*;

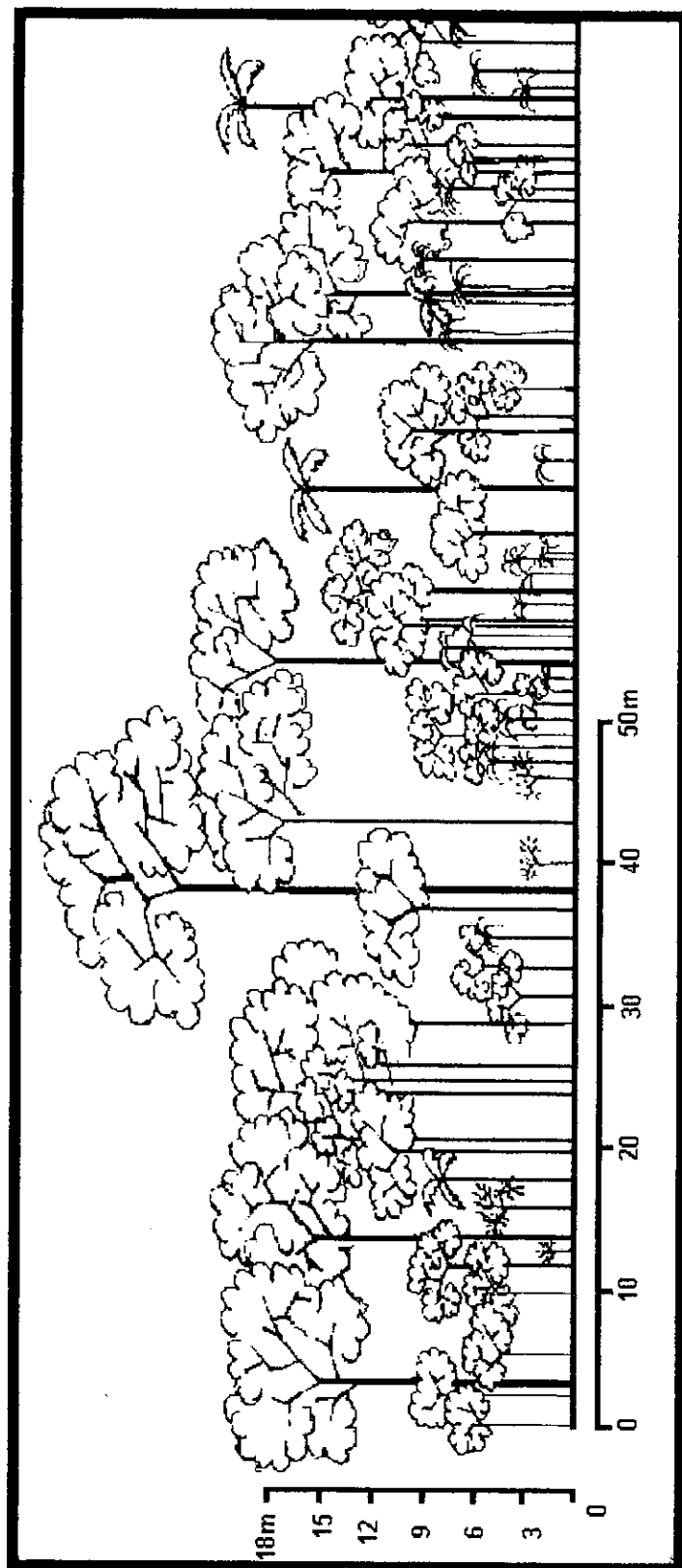


Figura 3.6 Perfil vegetacional del bosque alto, sendero Tumbo. El diagrama representa un área de 300m X 5m, reducido a un esquema de 100m X 5m. Solo vegetación con diámetro a la altura del pecho fue diagramada.

Los estratos identificados y las especies dominantes del mismo son:

- Estrato Emergente: Moraceae *Brosimum alicastrum*, Sapindaceae *Talisia olivaeformis* y Sapotaceae *Manilkara acras*. Alturas mayores a 20m.
- Estrato Medio: Sapotaceae *Pouteria reticulata*, Meliaceae *Trichilia minutiflora* y Arecaceae *Sabal morrisiana*. Alturas entre 9 y 15 m.
- Estrato Bajo: Piperaceae *Piper spp.*, Arecaceae *Chrysothila argentea* y juveniles del estrato medio. Alturas menores a los 9m.

coloc, *Talisia floresii* y cedrillo colorado, *Trichilia moschata*. El dosel medio, con árboles que van de los 11 a los 20m (26% de los individuos), observándose guaya, *Talisia olivaeformis*; copal, *Protium copal*; zapotillo hoja fina, *Pouteria reticulata*; cedrillo hoja fina, *Trichilia minutiflora* y cedrillo colorado, *Trichilia moschata*. El dosel inferior, con alturas menores a los 10m, está formado principalmente por escobo *Chrysophila argentea*; botan, *Sabal morrisiana* y cordoncillo, *Piper spp.* (Figura 3.7)

Se identificaron 38 especies en el sotobosque. El 38% de los individuos están representados por seis especies de bejuco, el 8% por el xate *Chamaedorea elegans* y *Chamaedorea lepejilote*, el 9% por plántulas de zapotillo hoja fina *Pouteria reticulata* y el 8% a dos especies de cordoncillo *Piper spp.*

2. Senderos en Bosque Bajo

El índice de similitud de Jaccard para los senderos en bosque bajo fué del 0.21. En ambos senderos más del 72% de las especies presentan una frecuencia de 1 a 5 individuos; y menos del 7% más de 20 individuos. Se identificó un total de 74 especies diferentes. En ambos senderos la altura promedio oscila entre 7 y 9m; y un DAP promedio entre 7 y 9cm.

a. Sendero Nakum

Se determinó un total de 57 especies, el 77% de éstas presentan una frecuencia de 1 a 5 individuos. El 82% de los individuos poseen una altura que oscila entre los 2 y 10m; y el 2% de los individuos presentan una altura mayor a los 20m.

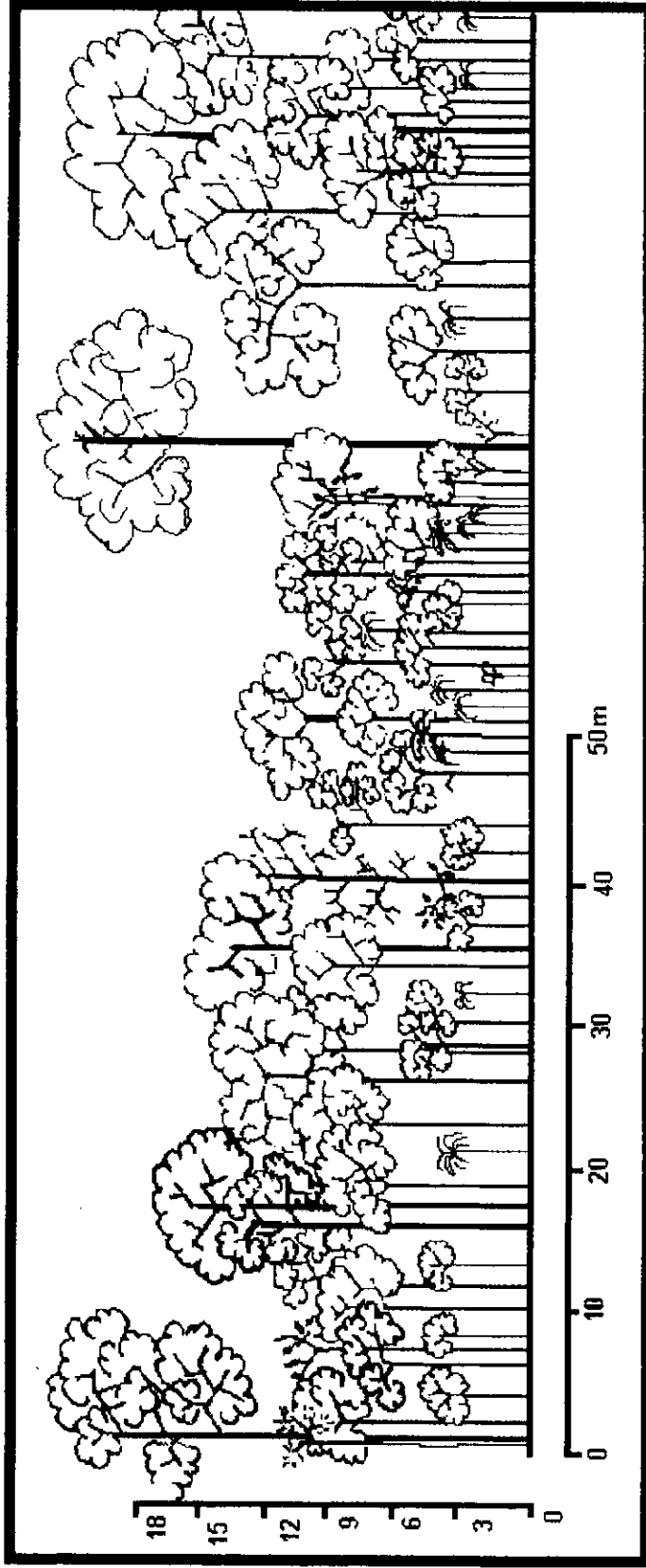


Figura 3.7 Perfil vegetal del bosque alto, sendero Naranja. El diagrama representa un área de 300m X 5m, reducido a un esquema de 100m X 5m. Solo vegetación con diámetro a la altura del pecho fue diagramada.

Los estratos identificados y las especies dominantes del mismo son:

- Estrato Emergente: Moraceae *Brosimum alicastrum*, Sapindaceae *Talisia floresii* y Meliaceae *Trichilia moschata*. Altura mayor a 20 m.
- Estrato Medio: Sapindaceae *Talisia olivaeformis*, Burseraceae *Protium copal*, Sapotaceae *Pouteria reticulata*, Meliaceae *Trichilia minutiflora* y *Trichilia moschata*. Alturas entre los 11 y 20m.
- Estrato Bajo: Arecaceae *Chryseophila argentea* y *Sabal morrisiana*, Piperaceae *Piper spp.* Alturas menores a los 10m.

El promedio de alturas para este sendero fue de 6.6m, con un DAP promedio de 7.3cm.

El 51% de la cobertura relativa del sendero está formada por el escobo, *Chrysophila argentea*; Saltemuch, *Simira* sp.; guayabillo, *Eugenia* spp.; Pij, *Gimnanthes lucida*; y chilonche, *Eugenia capuli*.

La estructura del sendero presenta dos doseles, el primero que abarca de los 14m en adelante (15% de los individuos); formado principalmente por Botán, *Sabal morrisana*; Caoba, *Swietenia macrophylla* y saltemuch, *Simira* sp. El dosel inferior, con árboles de 1 a 10m, está formado por el 82% de los individuos y se observó comúnmente escobo, *Chrysophila argentea*; guayabillo, *Eugenia* spp.; saltemuch; pij, *Gimnanthes lucida*; y algunos ejemplares de tinto, *Haematoxylum campechianum* (Figura 3.8).

Se detectaron 31 especies en el sotobosque, el cual está conformado en su mayoría por plantulas de chilonche, *Eugenia capuli*; guayabillo, *Eugenia* spp.; y hierbas como el zacate weche, *Scleria melaleuca* y una especie de gramínea. Los bejucos son muy comunes en este estrato.

b. Sendero quebrada

Un total de 46 especies fueron identificadas, el 72% de ellas presentan una frecuencia de 1 a 5 individuos. El 6% de los individuos presentan una altura mayor a los 20m; la altura promedio fue de 9.2m y un DAP promedio de 10.31cm.

El 53% de la cobertura relativa está formada por el escobo, *Chrysophila argentea*; botan, *Sabal morrisiana*; zapotillo hoja fina, *Pouteria reticulata*; pimientillo, *Rapanea* sp. y el cedrillo colorado, *Trichilia* sp.

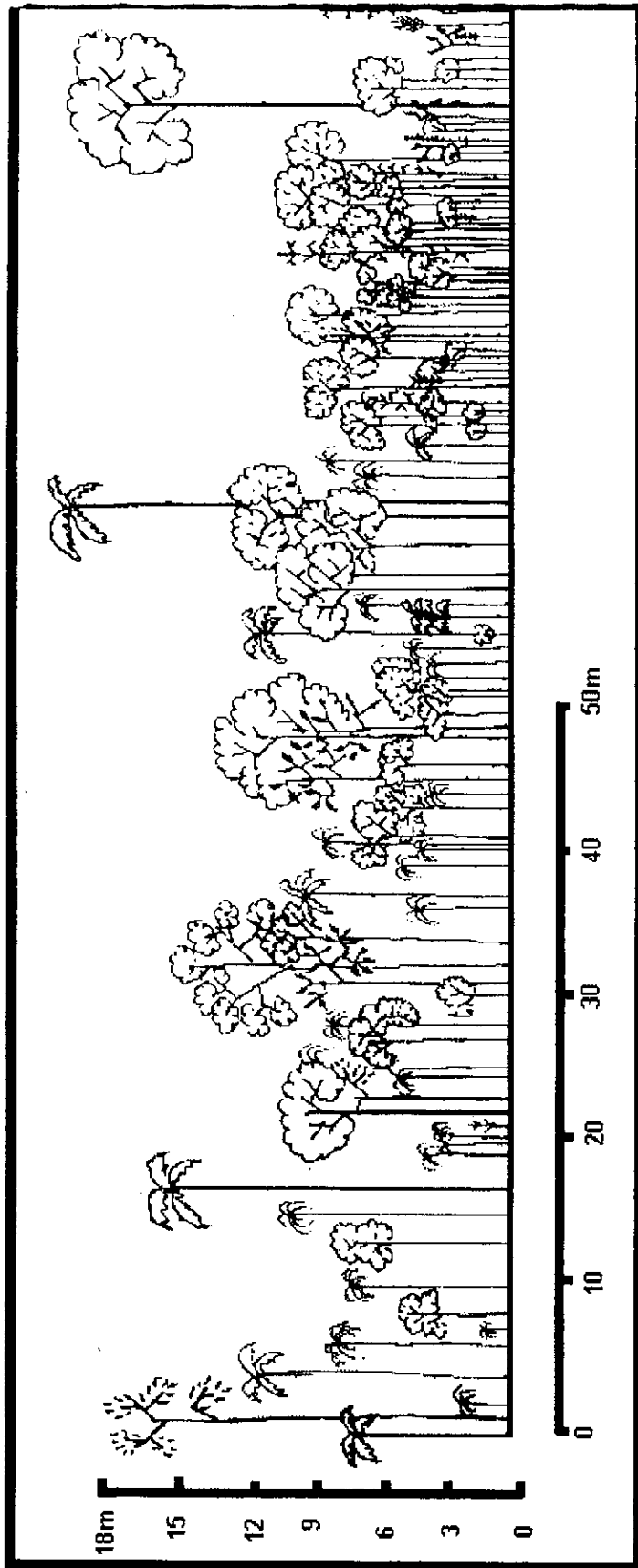


Figura 3.8 Perfil vegetacional del bosque bajo, sendero Nakúm. El diagrama representa un área de 300m X 5m, reducido a un esquema de 100m X 5m. Sólo vegetación con diámetro a la altura del pecho fue diagramada.

Los estratos identificados y las especies dominantes del mismo son:

- Estrato Emergente (alta): Arecaceae: *Sabal morrisiana* y Meliaceae: *Swietenia macrophylla*. Alturas mayores a 15m.
- Estrato Arbóreo (bajo): Caesalpinjiaceae: *Hematoxylon campechianum*, Arecaceae: *Chryseophila argentea*, Myrtaceae: *Eugenia sp.*, y Euphorbiaceae: *Gymnanthes lucida*. Alturas entre 1 y 10m

Se pueden observar tres estratos altitudinales, el primero con alturas mayores a los 20m, formado por ramón, *Brosimum alicastrum*; botán, *Sabal morrisiana* y Chico zapote, *Manilkara acras*. El estrato medio, que comprende alturas que van desde los 14 a los 20m (18% de los individuos) formado por pimientillo, *Rapanea sp.*; cedrillo hoja fina, *Trichilia minutifolia* y zapotillo hoja fina, *Pouteria reticulata*. El estrato inferior, con alturas menores a los 12m (78% de los individuos) está formado por escobo, *Chrysophila argentea*; Guaya, *Talisia olivaeformis* y el tzol, *Blomia prisca* (Figura 3.9). En el sotobosque se observaron 27 especies diferentes y estaba formado principalmente por cuatro especies de cordoncillo, *Piper sp.*; xate, *Chamaedorea elegans* y *Chamaedorea tepejilote* y seis especies de bejucos.

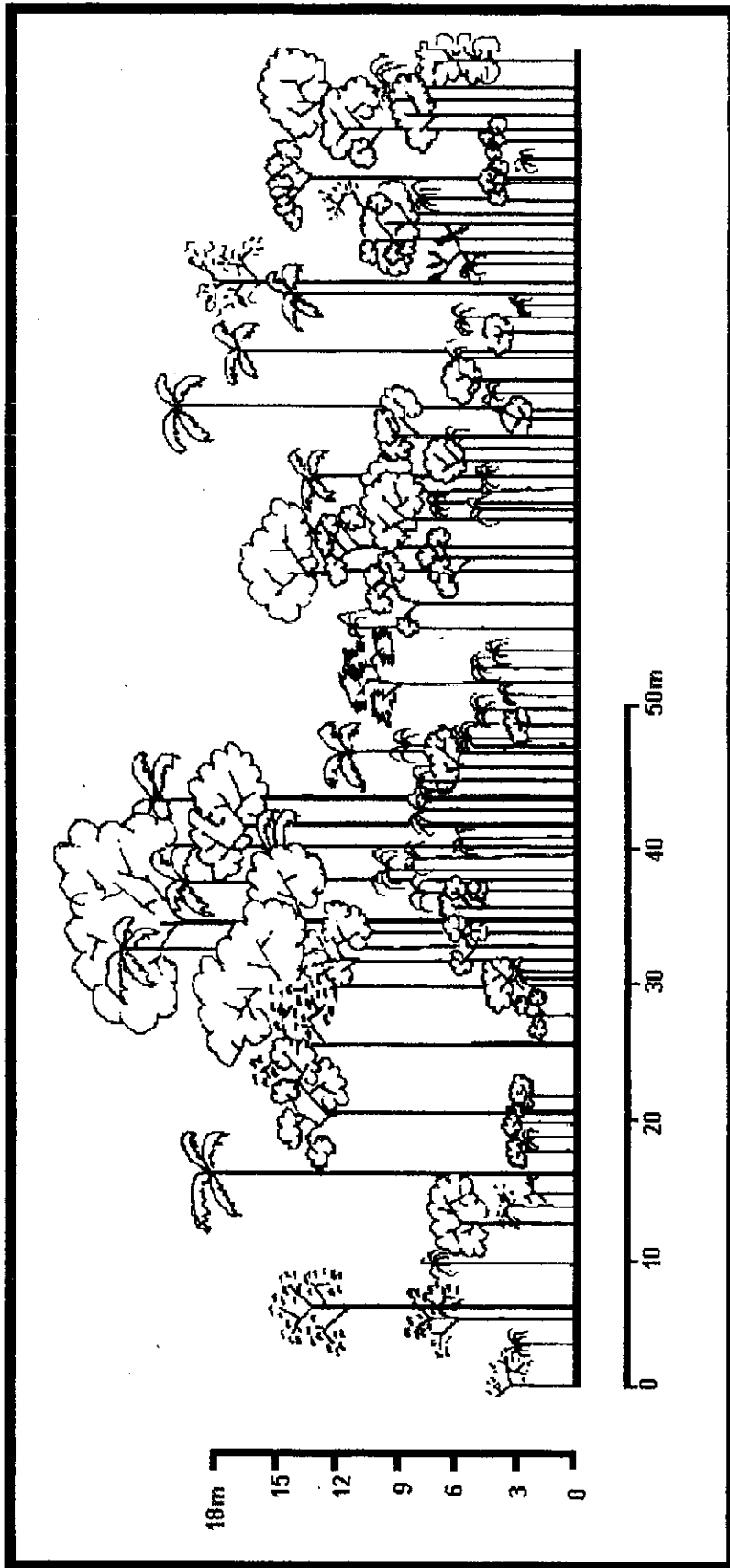


Figura 3.9 Perfil vegetacional del bosque bajo, sendero Quebrada. El diagrama representa un área de 300m X 5m, reducido a un esquema de 100m X 5m. Sólo vegetación con diámetro a la altura del pecho fue diagramada.

Los estratos identificados y las especies dominantes del mismo son:

- Estrato Emergente (alto): Moraceae: *Brosimum alicastrum*, Arecaceae: *Sabal morrisiana* y Sapotaceae *Manilkara* acras. Alturas mayores a los 20m.
- Estrato Arbóreo (medio y bajo): Arecaceae: *Chryseophila argentea*, Meliaceae: *Trichilia minutiflora* y Sapotaceae: *Pouteria reticulata*. Alturas menores a los 15m.

IV. DISCUSION

Debido a la categoría de manejo del área, Zona de Usos Múltiples, se esperaba una baja densidad de Cérvidos. Esto se dio a raíz de la fuerte presión por cacería y avance de la frontera humana sobre las poblaciones de animales silvestres.

Dicha suposición se comprobó al detectarse un bajo número de individuos en el área, puesto que sólo se detectaron 33 venados y 21 cabros en los ocho meses de muestreo que duró la investigación; y al observarse una fuerte actividad de cacería durante todo el período de muestreo.

Esta diferencia en número puede ser resultado de que los cabros son más sigilosos en sus movimientos y de menor tamaño, por lo que pudieron pasar desapercibidos durante los censos. Esto indica, hasta cierto punto, la importancia de la experiencia del investigador con el grupo a estudiar.

En general, las densidades poblacionales, por especie, fueron evaluados en función del tipo de bosque, temporada y jornada. Esto a partir de información literaria que sugería cambios no confirmados (Jolón y Gonzalez, 1996) respecto de patrones de actividad en el transcurso del año.

Como información complementaria a la investigación se evaluó la utilización del área por ambas especies y se realizó un análisis vegetacional de los senderos de investigación.

También se evaluaron aspectos metodológicos con el objetivo de afinar la metodología de censos en bosques tropicales y para mamíferos mayores.

El método estadístico no paramétrico U Mann-Whitney fué utilizado principalmente por el desconocimiento de los parámetros de la población muestreada (distribución normal).

A. DETERMINACION DE TEMPORADA, TIPO DE BOSQUE Y JORNADA

Fluctuaciones temporales en poblaciones de mamíferos han sido reportadas en el Parque Nacional Tikal (Jolon y González, 1996). Con base en dicho reporte se evaluaron las condiciones climáticas del área y determinó la época seca y lluviosa. Debido a que en el sitio de estudio no existía una estación climática, se trabajó a partir de los datos generados en las estaciones del Parque Nacional Tikal (Figura 3.4) y Mopán (Figura 3.5).

Al evaluar por separado cada estación meteorológica y comparar los meses de mayor y menor precipitación, temperatura y humedad relativa, se concluyó que para el área de Yaxhá-Nakúm la temporada seca abarcaba de enero a mayo y la temporada lluviosa de junio a diciembre. Dicha información fue certificada en el transcurso del estudio al observarse una escasa lluvia durante los meses de enero a mayo y un aumento en la precipitación de junio a diciembre.

Dos asociaciones vegetales dominantes han sido claramente diferenciadas y estudiadas en el área (Escobar, 1996), siendo éstas, el bosque alto y el bajo. Las áreas para la localización de los transectos en dichas asociaciones fueron escogidas a partir de la evaluación vegetal realizada por Escobar (1996), el análisis del mapa 1:50,000 del área y evaluaciones de censos realizadas anteriormente en el área. Así, se escogieron los dos senderos de bosque alto uno paralelo a la laguna de Yaxhá, (utilizado en antiguas evaluaciones de fauna y de tipo alto con laderas húmedas), y el otro al norte de la laguna Sacnab, (usado en la investigación arqueológica en 1994 y de tipo alto). En cuanto a los senderos de bosque bajo uno había sido utilizado en evaluaciones de fauna e investigación arqueológica (vegetacionalmente se tenían bosque bajo y matorrales bajos)

y el otro establecido para esta investigación en bosque bajo-planada.

Los patrones de actividad de los cérvidos en general coinciden. Ambas especies presentan picos al amanecer y antes del anochecer. Al tomar en cuenta ésto; se planteó la evaluación en jornadas matutinas, vespertinas y nocturnas. Se tomaron como referencia las recomendaciones hechas en evaluaciones de censos realizados en el Parque Nacional Tikal por la WCS. (Wildlife Conservation Society). Respecto de la hora de inicio de los censos matutinos y vespertinos. Para los censos nocturnos, se estableció que la primera parte de la noche resultaba eficaz para este tipo de evaluación (Glanz, 1982).

Censos nocturnos fueron descartados durante el pre-muestreo. Esto debido a que la linterna provocaba sombras entre la vegetación y los animales detectaban la presencia de los investigadores desde largas distancias. Así los ciervos se asustaban y no se obtenían registros en ninguno de los senderos.

B. DENSIDAD DE CERVIDOS

1. Venado

Al evaluar la densidad poblacional dentro de la especie, se obtuvo que no había una diferencia significativa (Probabilidad mayor a 0.05) entre el número de individuos detectados durante la época seca y la lluviosa (Tabla 3.4). Aunque la diferencia no es significativa (Probabilidad mayor a 0.05), se nota una tendencia hacia detectar más individuos durante temporada lluviosa (N:20) que en la seca (N:13). La densidad relativa durante la temporada seca oscila alrededor

de los 2 ind/Km², o una densidad lineal es de 0.07 ind/Km; mientras que en la temporada lluviosa es de 4 ind/Km² o una densidad lineal de 0.10 ind/Km.

Así mismo, tampoco se detectó diferencia significativa (Probabilidad mayor a 0.05), entre el número de individuos en el bosque bajo y alto (Tabla 3.5). La densidad relativa en bosque alto oscila alrededor de los 3 ind/Km², o una densidad lineal es de 0.10 ind/Km; mientras que en bosque bajo es de 2 ind/Km² o una densidad lineal de 0.08 ind/Km.

La disminución en el número de individuos durante la época seca, podría ser a que ésta coincide con la época de apareamiento de la especie, por lo que los machos tienden a desplazarse a mayores distancias en busca de hembras. Otro factor que influye es el hecho de que la mayoría de fuentes de agua se secan, por lo que esta especie al igual que muchas otras tiende a desplazarse en búsqueda de una aguada o la laguna, con lo que se reduce el número de individuos en un espacio determinado.

Si se analiza en esta temporada, la frecuencia de individuos por tipo de bosque, se observan 20 individuos en bosque alto y 13 en bosque bajo. El hecho de que los senderos de bosque alto estén situados en las cercanías de las lagunas Yaxhá y Sacnab pudo favorecer la ocurrencia en este tipo de bosque. En cuanto a densidad se observa entre 1 y 4 ind/Km² en bosque alto y 1 ind/Km² en bosque bajo (Tabla 3.2).

Al igual que en la temporada seca, el número de individuos observados durante la temporada lluviosa es mayor en bosque alto (12), que en bajo (8) (Tabla 3.2); sin embargo esta diferencia no es significativa (Probabilidad mayor a 0.05). La diferencia se deber a la disponibilidad de alimento; puesto que, plántulas y rebrotes de especies de las

cuales comúnmente se alimenta como guaya, cedrillo, zapotillo, ramón; son más abundantes en bosque alto. Esto es respaldado hasta cierto punto con el hecho de que dentro de los dos senderos evaluados en bosque bajo, el Sendero Quebrada, comparte más especies vegetales (Tabla 3.12) con los senderos de bosque alto, que con los de bajos. Las densidades de esta especie son altas en ambos bosques, de 2 a 5 ind/Km².

No hubo diferencia significativa (Probabilidad mayor a 0.05), entre jornadas. Sin embargo se observa una mayor frecuencia de venados durante la jornada vespertina (N:19), que en la matutina (N:14). La densidad relativa en jornada matutina oscila alrededor de los 2 ind/Km², o una densidad lineal es de 0.07 ind/Km; mientras que en jornada vespertina es de 3 ind/Km² o una densidad lineal de 0.09 ind/Km. (Tabla 3.6).

Al comparar las horas en que se realizaron los registros; en la jornada matutina, se observa una mayor actividad, de las 7:00 a 8:00 hrs (Figura 3.2). Durante la jornada vespertina se observa un pico de actividad de las 16:30 a las 17:30 hrs (Figura 3.3). Se cree que uno de los principales factores que determina los picos de actividad de la especie es la temperatura. Durante la primera parte de la mañana y última parte de la tarde, la temperatura es más reducida, que en el resto del día.

La baja densidad de este grupo se refleja claramente en la Tabla 3.7 en donde se muestran las distancias lineales que hay que recorrer para el avistamiento de un individuo, y son estas:

- 9.6 Km en bosque alto o 14.8 Km en bosque bajo,
- 13.7 Km en jornada matutina o 10.1 Km. en jornada vespertina,

- 14.8 Km. en temporada seca o 9.6 Km. en temporada lluviosa
- 11.6 Km en general.

Las densidades estimadas son bajas, comparándolas con las citadas para otros países, donde se han encontrado valores similares de:

- 4.83 ind/Km² en el Area Protegida Bosque la Primavera, cuya asociación vegetal predominante es de tipo Encino-Pino, Jalisco, México (Valenzuela, 1991).
- 9.69 ind/Km² en el Bosque Tropical Caducifolio de la Estación Biológica Chamela de la UNAM, Jalisco, México (Ezcurra y Gallina, 1981).
- 9.94 ind/Km² en la Sierra Madre Occidental, Durango, México (Morales y Galindo-Leal, 1987)

Sin embargo, Cumming y Walden (1970), citados por Chargoy (1977), consideran que sobre 4.5 venados por kilómetro cuadrado es una buena densidad.

Así, se estima que los resultados obtenidos para el área de Yaxhá-Nakúm son bajas (3ind/Km²); sin embargo, al carecerse de información sobre la situación anterior de la población y de datos acerca de la capacidad de carga del hábitat en este lugar, no se puede asegurar que las densidades estimadas sean bajas o normales.

2. Cabro

Para esta especie, al igual que para venado no se observó una diferencia significativa en el número de individuos reportados en la temporada seca y lluviosa (Tabla 3.4); y en el número de individuos por tipo de bosque (Tabla 3.5).

La densidad relativa en temporada seca oscila alrededor de los 2 ind/Km², o una densidad lineal de 0.07 ind/Km; mientras que en temporada lluviosa es de 2 ind/Km² o una densidad lineal de 0.05 ind/Km. Así mismo, la densidad relativa en bosque alto oscila alrededor de los 2 ind/Km², o una densidad lineal es 0.04 ind/Km; mientras que en bosque bajo es de 2 ind/Km² o una densidad lineal de 0.07 ind/Km. (Tabla 3.4 y 3.5)

Tomando en cuenta sólo las frecuencias de observación, se registraron más individuos durante la época seca (N:12), que en la lluviosa (N:9) (Tabla 3.3). Esta diferencia no es significativa (Probabilidad mayor a 0.05%) y sugiere que no hay cambio entre las estaciones. Se podría sugerir que los movimientos poblacionales no son tan amplios como el venado y que están sujetos únicamente a desplazamientos diarios en busca de agua.

Si se combinan los resultados por temporada y vegetación se observa que, en ambas temporadas, el número de individuos en bosque bajo y en especial bosque bajo-planada, es alto. Esto se refleja en el hecho de que este sendero reporta más individuos, que en los otros tres juntos (Tabla 3.2 y 3.3). Es clara cierta preferencia de la especie por este tipo de vegetación, ya que éste combina especies vegetales de bosque bajo y alto. Aspectos como: (1) no inundar totalmente el suelo durante la temporada lluviosa, (2) la gran diversidad de especies y por lo tanto más disponibilidad de alimento y (3) lo cerrado del bosque, aunque no totalmente, hacen de esta área, un sitio atractivo para esta especie de hábitos discretos.

No hubo diferencia significativa (Probabilidad mayor a 0.05), entre jornadas (Tabla 3.6). Sin embargo se observa una mayor frecuencia de cabros durante la jornada matutina

(N:13), que en la vespertina (N:8). La densidad relativa en jornada matutina oscila alrededor de los 2 ind/Km², o una densidad lineal de 0.06 ind/Km; mientras que en jornada vespertina es de 1 ind/Km² o una densidad lineal de 0.04 ind/Km. (Tabla 3.6).

Al comparar las horas en que se realizaron los registros, en la jornada matutina, se observa una mayor actividad, de las 7:00 a 8:00 hrs (Figura 3.2). Durante la jornada vespertina se observan dos picos de actividad, siendo éstos: de las 15:30 a las 16:30 hrs., y de las 17:30 a las 18:00 hrs. Al igual que para venados, se cree que uno de los principales factores que determinaron los picos de actividad debido a la temperatura.

Las especies al tener mayor actividad temprano por la mañana, además de evitar las horas de más calor, que trae consigo la rápida deshidratación, pueden aprovechar del rocío en la vegetación a la hora de alimentarse para suplir, sus necesidades de agua. Por la tarde, al parecer, cada especie tiene un diferente pico de actividad. Para venado es bastante marcado y corresponde a la disminución de la temperatura. Para cabro, hay dos intervalos de tiempo con mayor frecuencia. Esto podría indicar que la actividad de este grupo por la tarde no está tan condicionada por la temperatura. Esto se respalda en el hecho de que el ochenta y nueve por ciento de las observaciones de la temporada seca, se realizó durante la jornada vespertina.

Es importante tener información sobre picos de actividad por especie, a la hora de planificar futuros proyectos de investigación con cérvidos o en el manejo de las especies en la futura área protegida, a fin de evitar modificaciones en el comportamiento de las especies.

La baja densidad de este grupo, aún menor que para venado, se refleja claramente en la Tabla 3.8 en donde se muestran las distancias lineales que hay que recorrer para el avistamiento de un individuo, siendo estas:

- a) 24.4 Km en bosque alto o 13.7 Km en bosque bajo (principalmente de tipo planada),
- b) 14.8 Km en jornada matutina o 24 Km. en jornada vespertina,
- c) 16 Km. en temporada seca o 21 Km. en temporada lluviosa
- d) 18.3 Km en general.

Se determinó que la distancia mínima para el avistamiento de un cabro es de 18 Km.

Las densidades estimadas para cabro (2 ind/Km^2), son aún más bajas que las de venados, y debido al escaso estudio de esta especie no se cuenta con datos sobre densidades que puedan ser utilizados comparativamente.

C. CARACTERIZACION VEGETAL

El bosque sub tropical cálido del área de Yaxhá-Nakúm (Dix y Dix, 1992), considera dos tipos principales: alto y bajo. Cada uno con características vegetales y fisiográficas diferentes.

1. Fisionomía y estructura

Los senderos Tumbo y Naranja corresponden al bosque alto. El sendero Tumbo, bosque alto con laderas húmedas, se trata de un bosque con predominio de Moraceae (*Brosimum alicastrum*) Sapindaceae (*Talisia olivaeformis*) y Sapotaceae (*Manilkara acras*) en el nivel emergente; y Arecaceae (*Sabal morrisiana*) Sapotaceae (*Pouteria reticulata*) y Meliaceae

(*Trichilia minutiflora*) en el estrato arbóreo. El sendero Naranja, bosque alto, en el que predomina, al igual que en el sendero Tumbo, las Moraceae (*Brosimum alicastrum*) Meliaceae (*Trichilia moschata*) y Sapindaceae (*Talisia floresii*) en el nivel emergente; y Meliaceae (*Trichilia minutiflora* y *T. moschata*) Sapindaceae (*Talisia olivaeformis*) Sapotaceae (*Pouteria reticulata*) y a diferencia del sendero anterior, Burseraceae (*Protium copal*) en el estrato arbóreo (Figura 3.6 y 3.7).

Se observa un bajo índice de similitud (0.20) entre senderos. Únicamente el 20% de las especies son compartidas (Tabla 3.13). Aquí se confirma la alta diversidad y baja densidad característica de los bosques tropicales. Sin embargo, la cobertura es dominada por las especies comunes antes citadas.

Dichos resultados coinciden con los reportados por Escobar (1996) en donde los senderos de bosque alto evaluados, presentaron un índice de similitud de 0.23.

Los senderos Nakúm y Quebrada corresponden al bosque bajo. El primero de éstos se trata de un bosque bajo en su primer kilómetro y medio con alta densidad de palmas jóvenes y adultas; y de matorrales bajos, tinto y guayabillo entre algunos, en su última porción. En general predominan las Arecaceae (*Sabal morrisiana*), Rubiaceae (*Smiria* sp) y Meliaceae (*Swietenia macrophylla*) en el estrato emergente; Arecaceae (*Sabal morrisiana*) Euphorbiaceae (*Gymnanthes lucida*) Myrtaceae (*Eugenia* sp) y Caesalpiniaceae (*Hematoxylon campechianum*) en el estrato arbóreo. El sendero Quebrada en contraste al sendero Nakúm, tiene una mezcla de vegetación alto y bajo. Sólo algunas partes de este sendero se inundan durante la temporada lluviosa, y los estratos son más altos

que los reportados en el sendero Nakúm. El estrato arbóreo, a diferencia del sendero anterior, está formado por Moraceae (*Brosimum alicastrum*) Sapotaceae (*Manilkara acras*) Myrsinaceae (*Rapanea* sp), coincidiendo, con el sendero Nakúm, únicamente con las Arecaceae (*Sabal morrisiana*). A nivel arbóreo se observa una alta densidad de Arecaceae (*Chrysophila argentea*) Meliaceae (*Trichilia minutiflora*) y Sapotaceae (*Pouteria reticulata*).

El índice de similitud entre estos senderos es 0.21, bastante parecido al obtenido en los transectos de bosque alto (tabla 3.13). Al igual que en bosque alto, este índice de similitud coincide con el obtenido por Escobar (1996), durante la evaluación de senderos en bosque bajo, siendo éste de 0.18.

2.Heterogeneidad vegetal en los senderos

Debido principalmente a lo largo de los senderos y a la necesidad de su ubicación lineal, todos presentaban variación dentro del tipo de bosque que pretendían evaluar. Dichas características son requisito en el desarrollo de la metodología de censos en transectos lineales (Figuras 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9).

Así, el sendero Tumbo que pretendía evaluar las dinámicas poblacionales en bosque alto, poseía un pequeño bloque de bosque bajo-planada (similar a lo observado en el sendero Quebrada), con 10m de altura promedio, que comprendía de los 1150m a los 1800m. El estrato arbóreo, en este bloque, está dominado por Arecaceae, *Sabal morrisiana* y *Chrysophila argentea* y Meliaceae, *Trichilia minutiflora*. Durante la época lluviosa, sólo en algunas áreas se inundaba.

En sendero Naranja, un parche de bosque bajo de palmas, se encontraba localizado entre los 1300m y 2000m. Acá el drenaje era bastante malo, por lo que, durante la época de lluvias toda el área se inundaba y en algunos lugares, se acumulaba hasta un pie de agua. Las familias que se observaron principalmente en este parche fueron Arecaceae, Sapotaceae y Caesalpinaceae.

El sendero Nakúm presentaba una mezcla de dos tipos de bosque bajo. El primero, bosque bajo de palmas, abarcaba desde el inicio del sendero hasta los 2100m. Este es dominado principalmente por Arecaceae y Euphorbiaceae, con un dosel continuo entre los 10m y 12m. El segundo tipo, matorrales bajos, localizado en los últimos 900m del sendero, se caracterizaba por la alta densidad de Arecaceae, Verbenaceae y Apocynaceae. El dosel de este bloque no sobrepasa los 8m.

La heterogeneidad en la vegetación de los senderos se observa claramente en los diagramas de los perfiles vegetacionales (Figuras 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9) de los senderos. Diferencias en altura y diámetros a la altura del pecho, hacen evidente el hecho de la existencia de pequeños parches de bosque bajo dentro del alto.

3. Dominancia basal y altitudinal

El número de individuos con diámetros grandes y alturas elevadas era bajo en todos los senderos. Únicamente el 7% de las especies reportadas en el sendero Tumbo, 3% en el sendero Naranja, 2% en el sendero Nakúm y 18% en el sendero Quebrada; presentaron una altura mayor a los 20 metros.

A partir de esto se puede resaltar varios hechos: (a) las especies con mayor área basal corresponden a los árboles emergentes, (b) la composición de estos últimos no guarda

relación con la composición de las especies dominantes numéricamente y (c) en todos los senderos a excepción del Nakum, las especies que dominan basal y altitudinalmente son Ramón, *Brosimum alicastrum*; Guaya, *Talisia olivaeformis*; y Chico zapote, *Manilkara acras*. Para el sendero Nakúm se observa dominancia de caoba, *Swietenia macrophylla*.

En general las características vegetales de los dos tipos de bosque evaluados, coinciden con los reportados por Escobar (1996), como lo es un DAP promedio general entre los 7 y 12 cm, una altura promedio no mayor a los 20m y una alta diversidad pero baja densidad de individuos por especie.

D. UTILIZACION DEL AREA

En el departamento del Petén se ha sugerido que existen variaciones estacionales de poblaciones de cérvidos, en la utilización de bosques altos y bajos (Gonzalez, 1996); sin embargo, este tipo de fluctuación ha sido comprobada únicamente para cabro en el área amazónica. Allí, esta migración estacional es regida principalmente por inundaciones, las cuales son causadas por fuertes lluvias.

Los censos de observación directa en bosque alto y bajo, junto con el registro de signos en estas mismas áreas, trataron de probar este tipo de comportamiento. Este movimiento se observó localmente, hasta cierto punto, en la reducción del número de pasaderos y huellas, de ambas especies, durante la temporada lluviosa (Tabla 3.8 y 3.9).

La distribución de huellas en los senderos indicó, la existencia de áreas específicas, o pasaderos, donde los 45 ciervos frecuentemente transitaban. Esto fue confirmado a través de comunicaciones personales con cazadores del área.

Al analizar las características vegetacionales de los pasaderos se observa que la vegetación circundante es poco densa. Lo anterior puede deberse al hecho de que es mucho más fácil circular por espacios abiertos que en cerrados. Por otro lado, esta carencia de cobertura favorece el desplazamiento de los ciervos durante escapes ante depredadores. Las proporciones entre hembras y machos reportadas (Tabla 3.11), es poco acertada para el área. Estos resultados se vieron afectados a partir de que: (a) los machos con hastas son fácilmente detectables durante la época del año que los poseen y (b) las hembras y machos sin hastas son difíciles de diferenciar a distancias considerables. Dichos factores, combinados con el hecho de que la mayoría de las detecciones se realizaron mientras el individuo se desplazaba (Tabla 3.10), justifican esta pobre estimación de la estructura poblacional.

E. ASPECTOS METODOLOGICOS

La metodología de transectos en línea ha sido utilizada ampliamente en bosques tropicales. La principal ventaja de éstos radican que a diferencia de los métodos indirectos, los transectos en línea no requieren supuestos sobre la biología de la especie (número de huellas que deja un animal o tamaño de la excreta) y condiciones climáticas. Sin embargo, asume cinco supuestos que son discutidos a continuación.

Supuesto 1. "animales en el sendero siempre son detectados con una probabilidad de 1". En el estudio se satisface este supuesto, puesto que la visibilidad entre los 0-10m de distancia perpendicular era bastante buena en todos los senderos. Además, si el ciervo se encuentra dentro de este intervalo de distancia y escapa, es visto aún así.

Supuesto 2. "Los animales son detectados en su posición inicial" Este supuesto no siempre se cumplió. Por un lado, más de la mitad de los individuos detectados fueron detectados por el ruido que ocasionaban al salir corriendo.

Por otro lado, el 18% de los cabros y 24% de los venados fueron detectados a distancias perpendiculares mayores a los 16m.

Supuesto 3. "Las distancias son medidas exactamente" Debido a que no en todos los casos las distancias fueron determinadas con exactitud, estas fueron agrupadas tratando de reducir el efecto de esta fuente de error. También un doble muestreo al calibrar la determinación de distancias por el investigador se realizó antes del inicio de los censos.

Supuesto 4. "Ningún animal es contado dos veces durante el censo" Se cree que este supuesto se cumplió. En ninguno de los senderos se registró más de dos individuos de la misma especie, en el mismo día.

Supuesto 5. "Las observaciones son eventos independientes" Esto se cumplió casi por completo ya que solo en tres ocasiones se observaron parejas de venados y las repeticiones del muestreo, por sendero, estaban separadas por ocho días.

En cuanto a lo largo del sendero, se tiene que mientras más largo sea éste, mayor es la probabilidad de registrar a la especie (Figura 3.1). Sin embargo, debido a que la evaluación incluía una comparación a nivel de asociación vegetal, esto es imposible. Esto debido a la discontinuidad de las asociaciones vegetales dentro del bosque, lo cual impide la ubicación de largos transectos.

Los picos de actividad, matutina y vespertina, demuestran la necesidad de centrar los esfuerzos de evaluación dentro de estos rangos de tiempo.

Los estimadores utilizados, King y DAR, son fáciles de computar, ampliamente utilizadas y la imposibilidad de utilizar las series de Fourier, que son las más recomendadas, justifican el uso de dichos estimadores. Además, la mayoría de los estudios que incluyen cálculos de densidad en bosques tropicales, usan estos estimadores. Por lo que, podrían usarse los resultados del presente estudio en investigaciones comparativas futuras.

V. CONCLUSIONES

La densidad poblacional estimada de venado cola blanca, *Odocoileus virginianus* y cabro, *Mazama americana* para el área de Yaxhá-Nakúm constituye la primera información que se da para el área, y servirá como referencia para estudios posteriores.

La densidad poblacional promedio anual del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus* en el bosque subtropical cálido de Yaxhá-Nakúm desde Septiembre 1996 hasta Mayo 1997, fue de 3 ind/Km². Para la temporada seca se reporta una densidad de 2 ind/Km² y en la temporada lluviosa de 4 ind/Km².

La densidad poblacional promedio anual del cabro, *Mazama americana* en el bosque subtropical cálido de Yaxhá-Nakúm desde Septiembre 1996 hasta Mayo 1997, fue de 2 ind/Km². Esta no varió en las dos temporadas.

La estación húmeda muestreada (Septiembre a Diciembre) resultó ser el período con mayor número de detecciones de venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, mientras que para cabro fue durante la temporada seca (febrero a mayo).

Se estableció en el área de Yaxhá-Nakúm que la temporada seca abarca de enero a mayo y la temporada lluviosa de junio a diciembre.

Los senderos evaluados presentaron de una a tres áreas por donde los venados y cabros circulan consecutivamente (pasaderos).

La distancia a la que se observa el ciervo y la época del año son factores que influyen en la determinación del sexo.

Las familias vegetales que principalmente se encontraron en los senderos de bosque alto fueron Moraceae, Sapotaceae, Sapindaceae y Meliaceae. El sendero Tumbo presentó una mayor cantidad de Arecaceae, mientras que el sendero Naranja, de Burceraceae.

Las familias vegetales que compartían los senderos en bosque bajo son: Arecaceae y Meliaceae. Se diferencian en que el sendero Nakúm presentó una mayor cantidad de Euphorbiaceae y Caesalpinaceae; mientras que en el sendero quebrada se observaron más las familias Moraceae, Sapotaceae y Myrsinaceae.

Los senderos presentaron poca similitud vegetal entre sí. El índice de similitud entre los senderos situados en bosque alto fue del 0.20 y para los senderos en bosque bajo fue del 0.21.

Los dos estimadores utilizados en la determinación de densidad de ciervos dieron resultados parecidos. Sin embargo, el método de King arrojó densidades mayores a las obtenidas con el DAR.

Los principales factores que hay que tomar en cuenta a la hora de realizar transectos lineales son: longitud, horario de evaluación, ubicación, experiencia del investigador y conspicuidad de la especie.

VI. RECOMENDACIONES

Establecer muestreos periódicos con el fin de monitorear las fluctuaciones de densidad a través del tiempo y así poder conocer claramente las tendencias poblacionales de estas especies en el área.

Debido a la corta duración del presente estudio es conveniente utilizar los resultados únicamente como índices del estado de la población, bastante bajo en este caso, en el área evaluada.

Establecer una estación meteorológica permanente en el área del Sitio Arqueológico Yaxhá.

A la hora de una recategorización del área tomar en cuenta lo siguiente:

1. El bosque situado a orillas de las lagunas de Yaxhá y Sacnab es vital en el desplazamiento de las especies en general, por lo que es conveniente conservar estrictamente y autorizar un turismo de bajo impacto, específicamente durante la temporada seca.
2. Establecer una faja de 500 a 800 metros, alrededor de los sitios Arqueológicos, que sirva de límite para el ingreso de Turismo al bosque. Establecer senderos interpretativos en estas fajas.

3. Cerrar el paso en los senderos de investigación a personas particulares y utilizarlos únicamente para monitoreos e investigación.
4. Brindar protección rigurosa, a través de una categoría de manejo estricta, a las aguadas, riachuelos y pozas que se forman durante la temporada seca.
5. Prohibir la caza deportiva y reglamentar estrictamente la caza de subsistencia, evitando la extracción de hembras gestantes o cervatillos.
6. Prohibir el uso de lanchas de motor particulares en las lagunas y establecer un servicio público, manejado por la comunidad Yaxhá, para fines de movilización hacia la isla de Topoxté.

VII. LITERATURA CITADA

- Anderson, S.H. y K.J. Gutzwiller. 1994. Habitat evaluation methods. P 592-606 En: T.A. Bookhout (Ed.) Research and Management Technic for Wildlife and Habitats. The Wildlife Society, Bethesda, Md. USA.
- Anderson, D.R., J.L Laake, B.R Crain y K.P Burnham. 1979. Guidelines for line transect sampling of biological populations. Journal of Wildlife Management 43:70-78.
- Branan, W.V. y R.L. Marchinton. 1987. Reproductive Ecology of White Tailed and Red Brocket Deer in Suriname. Pp 344-351 In C.Wemmer, ed. Biology and Management of the Cervidae. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Branan, W.V., M.C. Werkhoven y R.L. Marchinton. 1985. Food habits of Brocket and White-tailed deer in Suriname. Journal of Wildlife Management 49(4):972-976.
- Burnham, K.P., D.R Anderson y J.L. Lacke. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. Wildlife Monographs 72:1-202
- Burnham, K.P. 1985. Efficiency and bias in strip and line transect sampling. Journal of Wildlife Management 49:1012-1018.
- CONAP, sf. Reglamento del Calendario Cinegético. Manuscrito. 27pp
- Daniel, W. y D.B. Frels. 1971. A track-count method for censussing white - tailed deer. Texas Parks and Wildlife Department of Technical Services No.7. La Porte, Tex. 18pp.
- Detlefsen, G. 1993. El Petén: tres visiones de la conservación y el aprovechamiento. Revista Forestal Centroamericana 6(2):50-54.
- Dix, M.A y M.W. Dix. 1992. Recursos Biológicos de Yaxhá-Nakum-Yaloch. Guatemala. 54pp. Universidad del Valle de Guatemala. Manuscrito.

- Eberhardt, L.L. 1968. A preliminary appraisal of line transects. *Journal of Wildlife Management* 32:82-88.
- Ehnis, A. 1996. Metodologías de inventario de venados en selva. En: UNAM, ed. *Memorias del V Simposio de Venados de México*. UNAM. 216p.
- Eisenberg, J.F. y R. W. Thorington. 1973. A preliminary analysis of a neotropical mammal fauna. *Biotropica* 5:150-161.
- Emmons, L. 1990. *Neotropical Rainforest Mammals. A field guide*. University of Chicago Press. Chicago. 281pp.
- Escobar, A. L. 1995. Diversidad y densidad de plantas con potencial de uso sustentable en el bosque subtropical Peten, Guatemala. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. 178pp.
- Ezcurra, E. y S. Gallina. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. Pp 77-108 En P.P. Folliott and S. Gallina eds. *Deer Biology, Habitat Requirements and Ecology*. México D.F.
- Firchow, K.M., M.R. Vaughan y W.R Mytton. 1990. Comparison of aerial survey techniques for pronghorns. *Wildlife Society Bulletin* 18:18-23.
- Galindo, C. 1993. Densidad poblacional de los venados cola blanca, cola negra y bura en Norte América. Pp 372-392. En: Medellín, R.A. y G. Ceballos eds. *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones especiales. No. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología. pp 372-392.
- Galindo, C., A. Morales y M. Weber. 1993. Distribution of Coues deer and cattle in Michila Biosphere Reserve, México. *The Southwestern Naturalist* 38(2):127-135.
- Glanz, W.E. 1982. The terrestrial mammal fauna of Barro Colorado Island: census and long-term changes. Pp 455-468 en E.H. Leigh Ed. *Ecología de Un Bosque Tropical, ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Smithsonian Tropical Research Institute.
- Leigh, A.S. Rand, y D.M. Windsor eds. 1993. *The Ecology of a Tropical Forest. Seasonal Rhythms and Long term Changes*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

- Lundell, C. 1937. The Vegetation of Petén. Carnegie Institution of Washington, Estados Unidos. 244pp.
- Gonzalez, M. J. 1992. Reporte de Actividades de 1992. Guatemala. Manuscrito.
- Hall, E.R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, New York. pp: 1097-1099. 2 vols.
- Healy, W.M. y C.J Welsh. 1992. Evaluating line transects to monitor gray squirrel populations. Wildlife Society Bulletin 20:83-90.
- IDAHEH/National Park Service. S.f. Plan Maestro Parque Nacional Tikal. Trad. Joaquin M. Guzman M. Guatemala: Unión Fotomultigráfica Delgado. 217p.
- INSIVUMEH. 1996. Datos climáticos de la estación Tikal, clave 11018: registro de 1988-1994. Sección climatología.
- INSIVUMEH. 1996. Datos climáticos de la estación de Mopan. Registro de 1988-1994. Sección climatología.
- Jolon M.R. 1994. Informe final de E.P.S. realizado en Parque Nacional Tikal del 5 de julio de 1993 al 7 de enero de 1994. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 81pp.
- Jolón M.R. 1996. Metodologías para censos. Comentario Personal.
- Karanth, K.V., y M.E. Sunquist. 1992. Population structure, density and biomass of large herbivores in the tropical forest of Nagarahole, India. Journal of Tropical Ecology 8:21-35.
- Leopold, A.S. 1959. Wildlife of Mexico: the Game Birds and Mammals. Univ. California Press, Berkeley. 568pp.
- Lopez, J. 1995. Informe de actividades por la unidad del patrimonio natural, subproyecto triángulo, Instituto de Antropología e Historia (IDAHEH). Manuscrito. 35pp.
- McCabe, R. E. y R.T McCabe. 1984. Of slings and arrows: an historical retrospection. Pp 19-72 en White-tailed deer: ecology and management. Pennsylvania. 870pp.

- McCulloch, S.L. 1986. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Department of the Interior. 27pp.
- Macnamara, M. y W. Eldridge. Behavior and Reproduction in Captive Pudu (*Pudu pudu*) and Red Brocket (*Mazama americana*), a Descriptive and Comparative Analysis. Pp 371-387. En C. Wemmer, ed. Biology and Management of the Cervidae. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1995. Comparison of deer census methods in tropical dry forest. Wildlife Society Bulletin 23(2):180-186.
- . 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. Ciencia 45:203-211.
- y M. Aranda. 1993. Conteo de venados (*Odocoileus virginianus*: Cervidae) en transectos: recomendaciones para su aplicación. Biotam 5(1):43-46.
- . 1992. Estimaciones de la densidad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. M.S. Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 75pp.
- Manly, B., L. McDonald y D. Thomas. 1993. Resources Selection by Animals. Chapman & Hall. New York, USA. 177pp.
- Morales, J. 1992. Caracterización etnozoológica de la actividad de cacería en la comunidad de Uaxactún el Petén, Guatemala. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala. 125pp.
- Ríos, L. 1995. Los peces del área de Yaxha, Nakum en el departamento de Petén, Guatemala. Con guía ilustrada de identificación. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 135pp.
- Rice, D.S. 1978. Population growth and subsistence alternatives in a tropical lacustrine environment. In: P.D. Harrison and B.L. Turner (eds) Pre-hispanic Maya Agriculture. University of New Mexico Press. Albuquerque. Pp 35-62.

- Ryan, R.M. 1954. Mamíferos colectados en Guatemala en 1954. Acta Zoológica Mexicana 4:1-19.
- Schultz, V. y R.J Muncy. 1957. An analysis of variance applicable to transect population data. Journal of Wildlife Management 21:274-278.
- Smith, G.W y N.C Nydegger. 1985. A spotlight line- transect method for surveying Jack rabbits. Journal of Wildlife Management 49:699-702.
- Smith, M.H., W.V. Branan, P.E Johns, M.C. Wooten y R.L. Marchinton. 1986. Genetic and morphologic comparisons of red brocket, brown brocket and white tailed deer. Journal of Mammalogy 67(1):103-109.
- Smith, W.P. 1991. *Odocoileus virginianus*. Mammalian Species 388:1-13.
- Srikosamatara, S. 1993. Density and biomass of large herbivores and other mammals in a dry tropical forest, Western Thailand. Journal of Tropical Ecology 9:33-43.
- Tyson, E.L. 1959. A deer drive vs. Track census. Transactions of the North American Wildlife Conference 24:457-464.
- UNAM. 1996. Memorias del V simposio de Venados de México. 216pp.
- Weber, M. 1996. Conservación y manejo de cervidos tropicales en la región de Calakmul, México. 8pp. Manuscrito.
- White, G.C., R.M. Bartmann, L.H. Carpenter, y R.A Garrott. 1989. Evaluation of aerial line transect for estimating mule deer densities. Journal of Wildlife Management 53:625-635.

IMPRESA "GORA"
25 AVENIDA 25-71, ZONA 5
TELEFAX: 335-5733