

162.
De J



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

1995

**FENOLOGIA DE 22 ESPECIES ARBOREAS Y SU RELACION
CON LA MIGRACION ALTITUDINAL DEL QUETZAL
(*Pharomachrus mocinno mocinno*
De la Llave 1832), EN LA RESERVA DE
LA BIOSFERA EL TRIUNFO, CHIAPAS, MEXICO.**



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
SOFIA SOLORIZANO LUJANO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: Fenología de 22 Especies Arbóreas y su Relación con la Migración Altitudinal del Quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno* De la Llave 1832), en la Reserva de la Biosfera "El Triunfo", Chiapas, México.

realizado por Sofia Solórzano Lujano

con número de cuenta 8852677-3 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Biól. María de Lourdes Avila Hernández

Propietario M. en C. Silvia Castillo Argüero

Propietario Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga

Suplente Dr. Jorge Arturo Neve del Castillo

Suplente Biól. María Fanny Rector Salgado

FACULTAD DE CIENCIAS

Consejo de Estudios Profesionales de Biología

M. en C. Alejandro Martínez Mena

COORDINACIÓN GENERAL

DE BIOLOGÍA

RESUMEN

Partiendo de la hipótesis de que los cambios en la abundancia de frutos están relacionados con la migración altitudinal del quetzal Pharomachrus mocinno mocinno, se estudió en la Sierra Madre de Chiapas la fenología de 23 especies arbóreas de bosque mesófilo de montaña (área de reproducción) y de selva alta perennifolia (área de migración). Así mismo se estudiaron aspectos sobre su biología reproductiva, de diciembre de 1991 a diciembre de 1993.

En total se registraron 31 especies de plantas como parte del recurso alimentario del quetzal, de las cuales 23 son nuevos registros en su alimentación, para el área de estudio. En la alimentación del polluelo no se encontraron diferencias significativas en el recurso de origen animal y vegetal llevado por los padres.

En la floración se encontraron dos patrones fenológicos: (1) 4 especies que florecieron sólo en la temporada de secas de 1993 y (2) 19 especies que florecieron en los dos años de estudio, en las siguientes temporadas: 13 especies en secas, 4 especies que iniciaron su floración en secas y se prolongó hasta el periodo de lluvias y 2 especies que iniciaron su floración en lluvias y se prolongó hasta los primeros meses de secas.

Para la fructificación se encontró un grupo de 4 especies que no fructificaron anualmente y 19 especies que lo hicieron cada año.

Las especies de fructificación no anual presentaron la siguiente variación: 1 especie que fructificó en la temporada de secas, 1 especie que lo hizo en lluvias y 2 especies que iniciaron su fructificación en la temporada de lluvias y se prolongó hasta los primeros meses de secas. Las 19 especies de fructificación anual produjeron sus frutos en las temporadas siguientes: 1 especie en secas, 1 especie en lluvias, 14 especies que iniciaron su fructificación en la temporada de secas y se continuó hasta la temporada de lluvias y finalmente 3 especies que iniciaron la producción de frutos en la temporada de lluvias y se continuó hasta los meses de lluvias.

Del análisis de regresión realizado entre la abundancia de frutos y la abundancia de quetzales en el bosque mesófilo de montaña (área de reproducción del quetzal), se obtuvo una relación significativa ($R^2 = 59.18\%$; $P = 0.0003$). Mientras que para la selva alta perennifolia (área de migración) se obtuvo una relación no significativa ($R^2 = 16.44\%$; $P = 0.95$).

AGRADECIMIENTOS:

Bajo el riesgo de que algún nombre se me escape de la memoria en este momento, expreso un agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta investigación.

Por sus valiosas sugerencias y tiempo dedicado a este estudio a los sinodales, Silvia Castillo, a Jorge Meave, Coro Arizmendi, Fanny Rebón y Lourdes Avila. Un agradecimiento especial a Jorge Meave por sus minuciosas correcciones y a Silvia Castillo por todo su apoyo y amistad.

Un agradecimiento especial al M. en C. Guillermo Ibarra quien, sin ser miembro del comite de sinodales también revisó y contribuyó al mejoramiento del escrito.

A Bertha y Salvador Solórzano, por su ayuda en la edición del escrito así como por su estímulo y amistad.

A las organizaciones Rare Center for Tropical Conservation y The Nature Conservancy por su apoyo económico para realizar el trabajo de campo, en particular a sus representates en México, Dr. George Powell y Dra. Jennifer Shopland, respectivamente.

A Claudia Macías le agradezco el permitirme publicar sus observaciones del quetzal en otros sitios distintos al área de estudio de este trabajo, en el estado de Chiapas.

A la Dirección General de Apoyo para el Personal Académico, (DGAPA) de la Universidad Nacional, que apoyó la parte final del estudio.

A Fulvio Eccardi por el material fotográfico del quetzal proporcionado para este estudio.

Parte del material vegetal se determinó gracias a la ayuda de Francisco Lorea (Lauraceae) y de Guillermo Ibarra.

El difícil acceso al área a la Sierra Madre de Chiapas, se agilizó gracias al apoyo del personal del Instituto de Historia Natural. Las largas estancias en la sierra fueron más placenteras por la amena compañía de los vigilantes de la reserva, y de mis compañeros de campo particularmente de Laura Noble. Por todo su apoyo un agradecimiento especial para Ismael Galvéz y Rafael Solís, elementos indispensables de la reserva. Gracias a Lourdes Avila, por la hospitalidad brindada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez y por el apoyo para esta investigación.

A mis compañeros del laboratorio de ecología de la Facultad de Ciencias, por su estímulo y apoyo, Irene Sánchez, Ricardo León, Marco Romero, Adriana Flores, Adriana Otero, Claudia Gallardo, Gabriela Montes, Guadalupe Barajas, Gudelia Salinas, Javier Álvarez, Jorge Meave, Margarita Ocampo, Patricia Guadarrama, Rodolfo Noriega, Sergio Mendoza y Silvia Castillo. Por su amistad y bella compañía a Margarita Ocampo, Laura Noble, Jeanette de los Santos, Adriana Flores y Ruth Jiménez. Agradezco también a las personas que me apoyaron y me soportaron durante la "neura" que produce terminar una tesis, especialmente a Guillermo Ibarra, Olga Ortiz y a Adrián López. A mi familia su apoyo incondicional, siempre presente.

TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
Resumen.....	v
Agradecimientos.....	vii
Tabla de Contenido.....	ix
Lista de Cuadros.....	xiii
Lista de Figuras.....	xv
 CAPITULO UNO: INTRODUCCIÓN	
1.1 Introducción al estudio.....	1
1.2 Objetivos.....	2
 CAPITULO DOS: ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DEL QUETZAL	
2.1 Estatus de Conservación.....	3
2.2 Clasificación y Filogenia.....	4
2.3 Distribución.....	5
2.4 Alimentación.....	11
2.5 Reproducción y Migración.....	12
 CAPITULO TRES: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	
3.1 Topografía y Geología.....	16
3.2 Clima.....	18
3.3 Reserva de la Biosfera El Triunfo.....	19
3.3.1. Zonación de la reserva.....	22
3.3.1.1 Zona núcleo.....	22

3.3.1.2 Zona de amortiguamiento.....	22
3.3.2 Fauna.....	24
3.3.3 Vegetación.....	25
CAPITULO CUATRO: DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO	
Actividades Generales de campo.....	30
4.1 Monitoreo de quetzales.....	31
4.2 Observación de nidos.....	31
4.3 Rastreo de quetzales.....	32
4.4 Recurso alimentario del quetzal.....	33
4.5 Estudio de Fenología.....	33
4.6 Colectas de material vegetal.....	38
Análisis de datos:	
Observaciones del quetzal.....	39
4.7 Monitoreo.....	39
4.8 Observación de nidos.....	39
4.9 Fenología.....	40
4.10 Relación entre fenología y ciclo reproductivo del quetzal.....	40
CAPITULO CINCO: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	
5.1 Observaciones sobre el quetzal.....	42
5.1.1 Abundancia de quetzales a lo largo del año.....	42
5.1.2 Periodos de Reproducción y de Migración.....	45
5.1.3 Nidos.....	47

5.1.4	Recurso alimentario del quetzal.....	48
5.1.4.1	Especies vegetales antes no registradas en la alimentación del quetzal.....	51
5.1.4.2	Alimentación en etapa de polluelo.....	51
5.2	Observaciones sobre fenología.....	56
5.2.1	Fenología de floración.....	58
5.2.1.1	Floración no anual.....	60
5.2.1.2	Floración anual.....	60
5.5.1.2.a)	Floración durante los meses de secas.....	60
5.5.1.2.b)	Floración durante los meses de secas y de lluvias.....	65
5.5.1.2.c)	Floración durante los meses de lluvias y secas.....	65
5.2.2	Fenología de fructificación.....	68
5.2.2.1	Especies de fructificación no anual.....	68
5.2.2.2	Especies de fructificación anual.....	71
5.2.2.2.a)	Especies de fructificación en secas.....	71
5.2.2.2.b)	Especies de fructificación en lluvias.....	71
5.2.2.2.c)	Especies de secas-lluvias.....	73
5.2.2.2.d)	Especies de lluvias-secas.....	73

5.3 Fenología y ciclo reproductivo del quetzal.....	83
CAPITULO SEIS: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	
6.1 Sobre el método empleado en fenología.....	90
6.2 Resultados de fenología.....	91
6.3 Ciclo reproductivo del quetzal.....	93
6.4 El recurso alimentario y el ciclo reproductivo del quetzal.....	94
6.5 La conservación del quetzal y de sus hábitats.....	99
CAPITULO SIETE: CONCLUSIONES DEL ESTUDIO	
VII. CONCLUSIONES.....	101
 LITERATURA CITADA.....	 103

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1)	Clasificación taxonómica del quetzal.....	5
2)	Localidades en Chiapas donde se ha registrado al quetzal..	9
3)	Voces onomatopéyicas de la vocalizaciones del quetzal y su conducta asociada.....	32
4)	Días transcurridos entre cada fecha de observación fenológica.....	35
5)	Registros de quetzales en durante los meses de migración.....	45
6)	Distribución a lo largo del año de las actividades observadas durante el ciclo reproductivo del quetzal.....	46
7)	Periodo de observación y número de polluelos de los nidos encontrados	47
8)	Lista florística de las especies registradas como parte de la alimentación del quetzal.....	49
9)	Frecuencia de cada tipo de alimento llevado por los padres durante su periodo de observación.....	52
10)	Tabla de contingencia con los valores observados y esperados para el alimento de origen vegetal y animal en el nido Palo Gordo 1992.....	53
11)	Tabla de contingencia con los valores observados y esperados para el alimento de origen vegetal y animal en el nido Prusia.....	54

12)	Contribución porcentual por número de especies y de frutos de las familias registradas en la dieta del polluelo	56
13)	Intervalo altitudinal de distribución y número de árboles marcados.....	57
14)	Para cada especie y fecha, se muestra el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación (%) y el número de individuos en fructificación.....	78
15)	Valores de los parámetros estadísticos obtenidos con el análisis de regresión lineal, de las variables abundancia de frutos y de quetzales en el área de reproducción del quetzal.....	83
16)	Valores de los parámetros estadísticos obtenidos con el análisis de regresión lineal, de las variables abundancia de frutos y de quetzales en el área de migración del quetzal.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura	Descripción	Pagina
1)	Fotografía de hembra y macho de <u>Pharomachrus</u> <u>mocinno mocinno</u>	7
2)	Distribucción del quetzal en el mundo.....	8
3)	Distribucción del quetzal en la República Mexicana.....	10
4)	Regiones fisiográficas del estado de Chiapas.....	17
5)	Climograma de Finca Prusia (1000 m s.n.m).....	20
6)	Municipios que comprende la reserva El Triunfo.....	21
7)	Zonación de la reserva El Triunfo.....	23
8)	Ubicación de los sitios de estudio en El Triunfo.....	26
9)	Tipos de vegetación del área de estudio.....	28
10)	Senderos sobre los que se marcaron los árboles estudiados.....	37
11)	Abundancia de quetzales en el área de reproducción.....	43
12)	Contribución porcentual por número de especies de las familias registradas en la alimentación del quetzal.....	50
13)	Número de especies con flores maduras a lo largo año.....	59
14)	Variación temporal en la floración de las especies no anuales.....	61
15)	Variación temporal en la floración de las especies en secas.....	62

16)	Variación temporal en la floración de las especies en secas y en lluvias.....	66
17)	Variación temporal en la floración de las especies en lluvias y secas.....	67
18)	Número de especies con frutos a lo largo del año.....	69
19)	Variación temporal en la fructificación de las especies no anuales.....	70
20)	Variación temporal en la fructificación de las especies anuales en secas.....	72
21)	Variación temporal en la fructificación de las especies de fructificación anual en lluvias.....	72
22)	Variación temporal en la fructificación de las especies de fructificación anual en secas y principio de lluvias.....	74
23)	Variación temporal en la fructificación de las especies de fructificación anual en secas y hasta fin de lluvias.....	75
24)	Variación temporal en la fructificación de las especies de fructificación anual en lluvias y secas.....	77
25)	Variación en la abundancia de frutos en el área de reproducción del quetzal y su relación con su ciclo reproductivo.....	84
26)	Variación en la abundancia de frutos en el área de migración del quetzal y su relación con su ciclo reproductivo.....	85

- 27) Representación gráfica de la relación entre abundancia de
frutos y de quetzales en área de reproducción.....87
- 28) Representación gráfica de la relación entre abundancia de
frutos y de quetzales en un área de migración.....88

CAPITULO UNO

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción al estudio

El quetzal Pharomachrus mocinno mocinno De la Llave, 1832 es un ave que, debido a la desaparición de su hábitat y a su tráfico ilegal, se encuentra bajo la categoría de especie en peligro de extinción (Diario Oficial de la Federación, 1994). Se le considera como un ave migratoria altitudinal (Powell y Björk, 1994), debido a que se desplaza a zonas de menor altitud después de que se reproduce (Skutch 1944; Wheelwright 1983; Powell y Björk 1994; Hernández Rincón, en prep.; Noble Camargo, en prep.). Para México se conocen áreas y fechas de migración del quetzal en la Sierra Madre de Chiapas (Hernández Rincón, en prep.; Noble Camargo, en prep.). El otro aspecto que falta por conocer es sobre los factores que están relacionados con este desplazamiento. Wheelwright (1983) sugiere que dada la importancia de los frutos de la familia Lauraceae en su dieta, el quetzal se mueve por una escasez de los mismos.

Sin embargo, no se ha realizado algún estudio para confirmar o descartar esta hipótesis. Este trabajo explora a través de un estudio fenológico si los cambios en la abundancia de frutos de las especies de las que se alimenta el quetzal, están relacionados con sus desplazamientos altitudinales en una región de la Sierra Madre de Chiapas.

1.2 OBJETIVOS

- 1) Contribuir al conocimiento del recurso alimentario del quetzal, Pharomachrus mocinno mocinno, en la reserva de la biosfera El Triunfo, Chiapas.
- 2) Determinar los periodos de reproducción y de migración del quetzal en los años 1992 y 1993.
- 3) Determinar los patrones de floración y de fructificación de las especies vegetales identificadas en la alimentación del quetzal, tanto en la zona de reproducción (bosque mesófilo de montaña); como en los sitios de migración (selva alta perennifolia).
- 4) Analizar la relación entre los patrones de floración y fructificación con el ciclo reproductivo del quetzal.

CAPITULO DOS

II. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DEL QUETZAL

2.1 Estatus de Conservación

El quetzal se consideró un ave sagrada para las antiguas culturas maya y azteca. Sus plumas fueron usadas en los penachos de emperadores y guerreros de alto rango en la cultura azteca, la cual además penaba con la muerte a quien matara a un quetzal (Thun, 1958; Florescano, 1963; Rojas, 1964; Aguilera, 1981; citados en Avila y Hernández, 1990).

Actualmente el quetzal en Guatemala es todavía simbolo nacional, pero a pesar de que existen leyes para su protección, se le ha considerado como una especie vulnerable (Land, 1970; King, 1981; Diamond, 1987). Esta categoría incluye a las poblaciones de las especies que están decreciendo debido a su sobreexplotación o destrucción extensiva de su hábitat u otras perturbaciones ambientales (Collar, 1992). En México, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana se le considera en la categoría de mayor amenaza para una especie, que es la de peligro de extinción (Diario Oficial de la Federación 1994).

2.2 Clasificación y filogenia

Algunas clasificaciones que existen para el quetzal coinciden en su colocación hasta nivel de familia (p. ej. McFarland, Pought y Heiser, 1979; Feduccia, 1980; Sibley y Ahlquist, 1990), en el cuadro 1 se presenta como ejemplo la de Sibley y Ahlquist (1990). Los trogonidos son un grupo con una posición taxonómica incierta (*incertae sedis*) debido a la falta de evidencias paleontológicas sobre su historia evolutiva o sobre los grupos actuales con los cuales tienen relaciones filogenéticas más cercanas (Sibley y Ahlquist, 1990; Sibley y Monroe, 1990). Esta es la razón por la cual los trogonidos son miembros del grupo no natural que incluye a grupos tan distintos como los cuclillos, los tucanes y cotorras (Sibley y Ahlquist, 1990).

Una hipótesis tentativa sobre el origen del quetzal, al igual que el de muchos grupos de aves neotropicales, es que éste puede asociarse a eventos geológicos del Terciario o del Cretácico (Haffer, 1987). La separación de Sudamérica de África y de la Antártida durante el Cretácico aisló la porción oeste de Gondwana, la cual incluyó los supuestos grupos ancestrales de la fauna contemporánea de Sudamérica. Las aves que fueron afectadas por esta separación quizá incluyeron miembros primitivos de Psittacidae, Capitonidae, y Trogonidae (Haffer, 1987).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del quetzal (Tomado de Sibley y Ahlquist, 1990).

Categoría	Nombre
Clase	Aves
Subclase	Neornite
Superorden	Coraciimorfae
Orden	Trogoniformes
Familia	Trogonidae (<i>incertae sedis</i>)
Subfamilia	Trogoninae
Tribu	Trogonini
Especie	<u>Pharomachrus mocinno</u>
Subespecie norteña	<u>P. mocinno mocinno</u>
Subespecie sureña	<u>P. mocinno costaricensis</u>

2.3 Distribución

Los trogónidos se distribuyen en África, Asia y América, y están considerados dentro del grupo de las aves más llamativas del mundo, las cuales presentan un marcado dimorfismo sexual. En general los machos son de color rojo, rosa, naranja o amarillo, aunque las especies de África y América tienen sus partes superiores de color verde metálico en tanto que las de Asia tienen el dorso café (Sibley y Ahlquist, 1990).

El quetzal (Figura 1) es un ave exclusiva del continente americano, y es considerada el ave más hermosa y llamativa del nuevo mundo (Land, 1970; Wetmore, 1970; Peterson y Chalif, 1994; Diamond, 1987).

En la figura 2 se presenta la distribución del quetzal en el mundo, la cual comprende desde el sureste de México hasta Panamá (Land, 1970; Wetmore, 1970; Blake, 1972).

La subespecie norteña, *P. mocinno mocinno*, se distribuye desde el sureste de México hasta Nicaragua (LABastille y Allen, 1969; Land, 1970; Wetmore 1970, Hanson 1982). Esta subespecie continua su distribución a través de Guatemala, particularmente en la región de Alta Verapaz y la Sierra de las Minas (Land, 1970; Collar, 1992). En Honduras se encuentra fragmentada su distribución (Hanson, 1982; Collar, 1992). En la república de El Salvador se le registró aproximadamente por 1954 hacia la región con la frontera con Honduras. En Nicaragua se distribuye sólo localmente en pocos sitios con una altitud superior a los 1300 m con bosque de niebla (Collar, 1992).

La subespecie sureña, *P. mocinno costaricensis*, se distribuye desde la cordillera central de Costa Rica hasta la cordillera de Tilarán en Panamá, donde se considera que actualmente es raro encontrarlo en bosques accesibles o en altitudes menores a 1500 m s.n.m. (Collar, 1992).

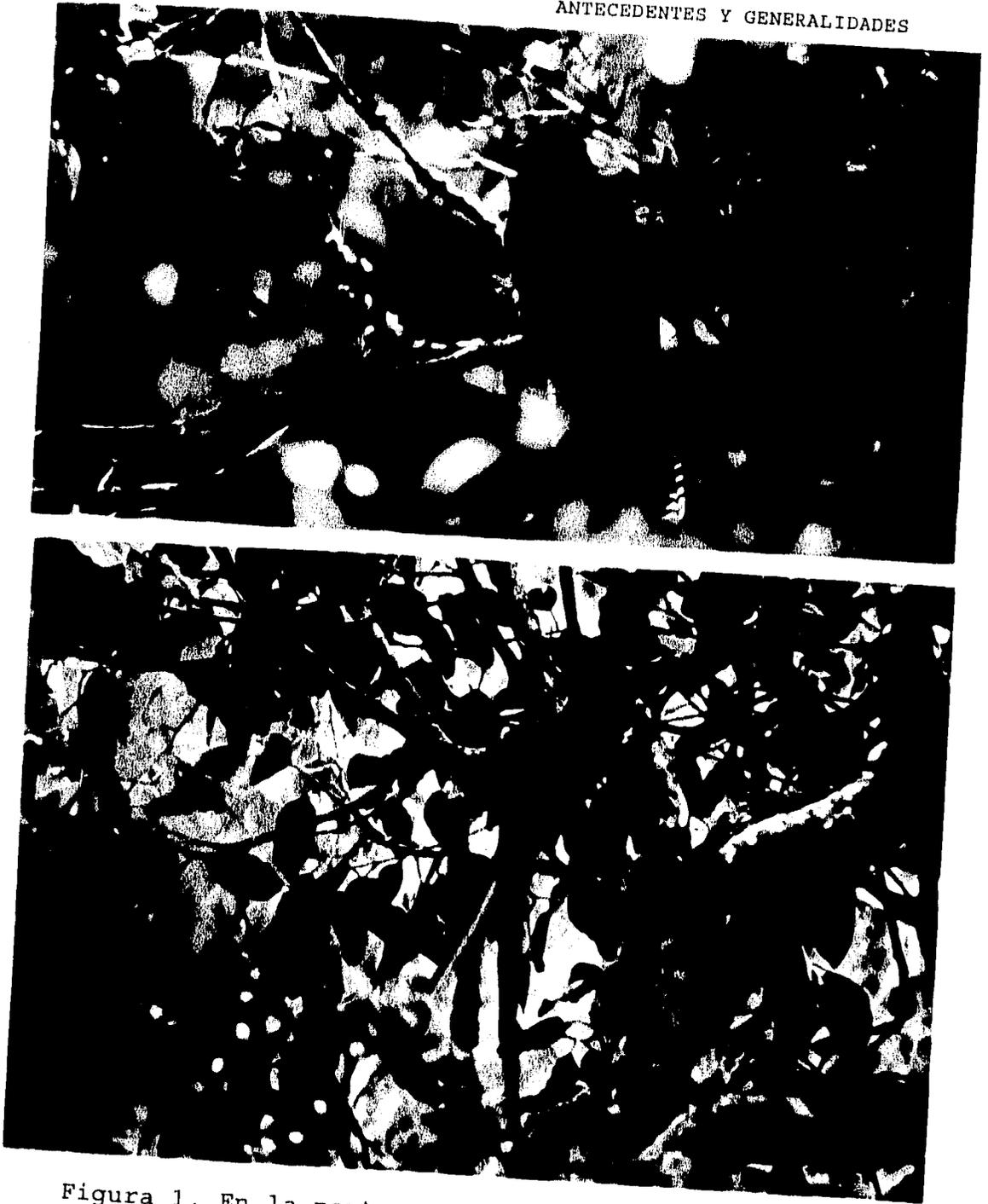


Figura 1. En la parte superior se presenta la fotografía de una hembra de quetzal y en la inferior la de un macho. Se aprecia el marcado dimorfismo sexual de la especie. (Fotografías cortesía de Fulvio Eccardi).

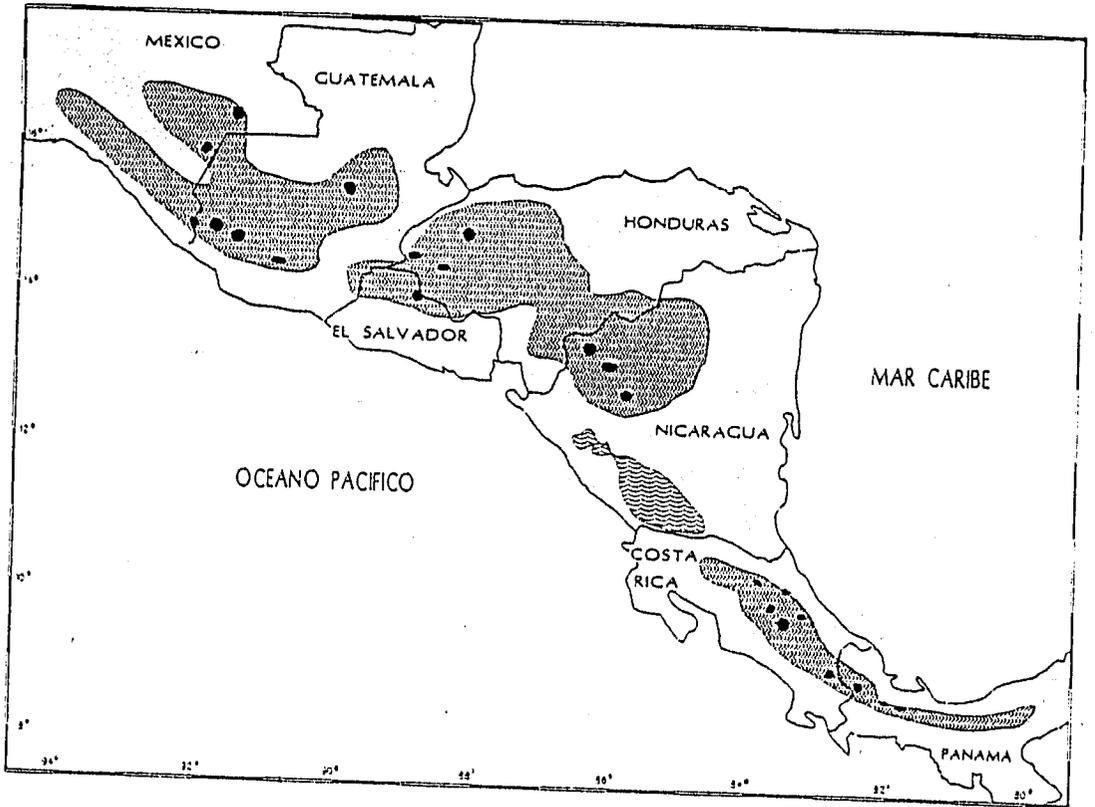


Figura 2 Distribución del quezal en el mundo. Los puntos señalan sitios específicos donde se le ha registrado.

Específicamente para México su distribución abarca desde las tierras altas del sureste de Oaxaca y regiones montañosas del estado de Chiapas (LABastille y Allen 1969, Sibley y Monroe, 1990; Collar, 1992).

En la figura 3, se presenta la distribución propuesta por LABastille y Allen (1969) y se señalan otros sitios además de la Sierra Madre de Chiapas, donde Macías y colaboradores (com. pers.) registraron quetzales en el año de 1993 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Localidades con bosque mesófilo de montaña donde se han registrado quetzales (Macías Caballero, com. pers.).

Fecha	Localidad	m s.n.m.	Registro
17 02 1993	Oeste de Yajalón	2400	6 individuos
16 04 1993	Al norte de los Lagos de Montebello	1510	vistos 3 individuos vistos
08 09 1993	Cerro el Calvario, Tapalapa	2100	1 individuo escuchado

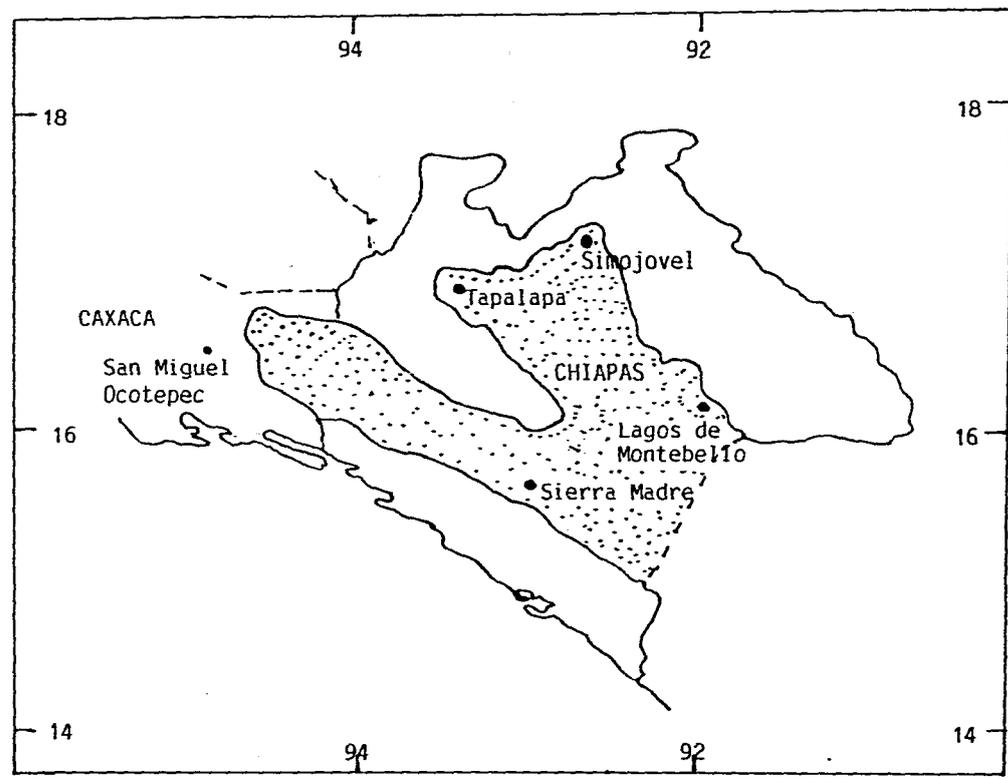


Figura 3. Distribución del quetzal *Pharomachrus mocinno mocinno* en la República Mexicana.

2.4 Alimentación

Se propone clasificar a las aves frugívoras en especializadas y facultativas de acuerdo a la cantidad y calidad de los frutos que consumen (p. ej. McKey, 1975; Snow, 1981;). Las aves frugívoras facultativas se alimentan de especies vegetales que producen en grandes cantidades frutos de tamaño pequeño y de bajo contenido en grasas y proteínas, pero muy ricos en carbohidratos, por lo que se consideran especies de bajo contenido nutricional (McKey, 1975; Snow, 1981). Las aves consideradas como frugívoras especializadas se alimentan durante toda su vida de frutos, los cuales son de las siguientes características: provienen de especies vegetales que los producen en cantidades pequeñas, y son de tamaño grande y generalmente con una sola semilla, muy ricos en grasas y proteínas (McKey, 1975). Estos frutos son del tipo drupa o con arilos carnosos, y se les considera de alta nutricional (Snow, 1981).

Al quetzal se le considera como un ave frugívora especializada (McKey, 1975; Wheelwright, 1983; Santana y Milligan, 1984; Wheelwright, 1986). Sin embargo, el quetzal adulto se alimenta de frutos inmaduros y maduros tanto de los considerados para frugívoros facultativos como para los especializados (Wheelwright, 1983; 1986), complementando su dieta con insectos (Snow 1981), flores (Wagner, 1942; citado en Avila Hernández, 1990;

Hernández Rincón. com. pers.), e incluso hojas tiernas (Galvéz Galvéz, com. pers.). Los padres les llevan a los polluelos alimentos de origen animal como son: 1) pequeños vertebrados como lagartijas y ranas, 2) invertebrados tales como moluscos (caracoles) e insectos juveniles y adultos, y 3) frutos (Skutch, 1944; Wheelwright, 1983; Avila y Hernández, 1990).

En Costa Rica Wheelwright (1983) registró 41 especies vegetales distribuidas en 17 familias; siendo la familia Lauraceae la que contribuyó con el mayor porcentaje (48%) por número de especies. Este mismo autor colocó trampas debajo de los nidos para coleccionar las semillas que regurgitaban los polluelos o sacaban los padres del nido al limpiarlo, correspondiendo 79.8% (273) a la familia Lauraceae.

Para las poblaciones en México, Avila y Hernández (1990) registraron un total de 15 especies vegetales distribuidas en 10 familias; la familia Lauraceae contribuyó con un 40% por número de especies, mientras que las restantes 9 familias que además, producen frutos de los considerados para especies facultativas contribuyeron con un 6.6%.

2.5 Reproducción y Migración

El quetzal no lleva a cabo todo su ciclo de vida en bosque mesófilo de montaña, sino que se desplaza hacia zonas de menor altitud después de que ocurre su reproducción (p. ej. Skutch, 1944;

Wheelwright, 1983; Loisel *et al.*, 1993; Powell y Björk, 1994). La reproducción del quetzal es un evento que incluye una etapa de cortejo, incubación y crianza de polluelos. Ávila y Hernández (1990), encontraron para el año de 1986 que la reproducción se inició con el cortejo en el mes de febrero, y el mayor número de nidos activos se presentó durante los meses de marzo y abril, siendo mayo el último mes en el que se encontraron nidos activos (Ávila y Hernández, 1990).

Referente a los desplazamientos, Powell y Björk (1994) establecieron que constituyen una migración altitudinal.

Para las poblaciones en México, Hernández Rincón en 1991 (en prep.), y Noble Camargo en 1992 (en prep.) obtuvieron que, algunos de los quetzales marcados con radiotransmisor se comenzaron a desplazar hacia zonas de menor altitud a partir del mes de mayo, y el retorno hacia su área de reproducción se presentó a partir de fin del mes de noviembre. Estos autores proponen que la migración está establecida a partir del mes de julio y termina en el mes de noviembre. La altitud hasta la que alcanzaron a desplazarse fue de aproximadamente de 1000 m s.n.m.

Sobre los factores que están involucrados en los desplazamientos altitudinales no sólo del quetzal, sino de otras especies no se ha generado información suficiente al respecto. A pesar de que la migración altitudinal es un evento que se presenta en varios

grupos de vertebrados, se conoce poco sobre los factores que están involucrados (Loiselle y Blake, 1991). Entre las posibles causas que se proponen están los cambios en la disponibilidad del recurso alimentario y en el clima (Berlanga, 1991; Loiselle y Blake, 1991; Ornelas y Arizmendi, en prensa), así como inercia filogenética y balance energético (Ornelas y Arizmendi, en prensa). Sin embargo, separar estos factores para un estudio donde se quiera probar la causalidad de alguno de ellos, es complejo y no siempre es posible. Por ejemplo, se ha encontrado que las fuertes lluvias tienden a coincidir con la menor disponibilidad de recurso (Ramos en Loiselle y Blake, 1991; Ornelas y Arizmendi, en prensa), lo que evita que no se puedan sacar conclusiones claras sobre si alguno de estos factores es la causa de los desplazamientos. El cambio en la abundancia de recurso alimentario ha el factor más estudiado (p. ej. Wheelwright, 1983; Fleming, 1991; Kinnaird, 1992) y se ha visto que los animales que los consumen responden a esos cambios. Sin embargo, la mayoría de los estudios fenológicos no se han realizado para abordar el tema de la interacción entre la fenología de las plantas y los animales que consumen sus distintas fenofases, sino para conocer la fenología en si misma de distintas formas de crecimiento (p. ej. Carabias-Lillo, 1985; Frankie, Baker y Opler, Ibarra-Manríquez, Sánchez-Garfías y González-García, 1992; y Seres y Ramírez, 1993).

Estos estudios, han encontrado que la floración está relacionada con la temporada de menor precipitación. En tanto, que para la fructificación no se ha observado una tendencia clara en el comportamiento fenológico, o con que posible factor biótico o abiótico pueda estar relacionada.

Para el caso particular del quetzal, no se ha realizado un estudio cuantitativo que describa la relación entre el cambio en la abundancia de su recurso alimentario vegetal y su ciclo reproductivo. Es este el primer trabajo que se realiza a este respecto con la subespecie Pharomachrus mocinno mocinno, en la Sierra Madre de Chiapas.

CAPÍTULO TRES

III. ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en la reserva de la biosfera El Triunfo, ubicada en el sureste de la Sierra Madre de Chiapas; considerada como una región de atención especial para su protección por la alta riqueza biológica que contiene (Mittermeier y Goettsch de Mittermeier 1992). A pesar de lo anterior, no se cuenta con información específica sobre suelos, geología y clima; de manera que estos aspectos se describirán de lo que se conoce para la Sierra Madre de Chiapas, la cual es una de las regiones fisiográficas del estado (Mülliered 1957) (Figura 4).

3.1 Topografía y Geología

La Sierra Madre de Chiapas ocupa una superficie de 14 000 km², lo que representa aproximadamente una quinta parte de la superficie del estado (Mülliered, 1957). De acuerdo con este autor el declive de la Sierra Madre de Chiapas es de grado medio desde la región de las cumbres al suroeste y el noreste y sus vertientes suroeste y noreste están surcadas por numerosos valles que se abren hacia la Planicie Costera del Pacífico o hacia la Depresión de Chiapas. Las formaciones geológicas de la Sierra Madre son variadas y corresponden al Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico, rocas volcánicas del Cenozoico y depósitos superficiales del Plioceno y Cuaternario (Mülliered 1957).

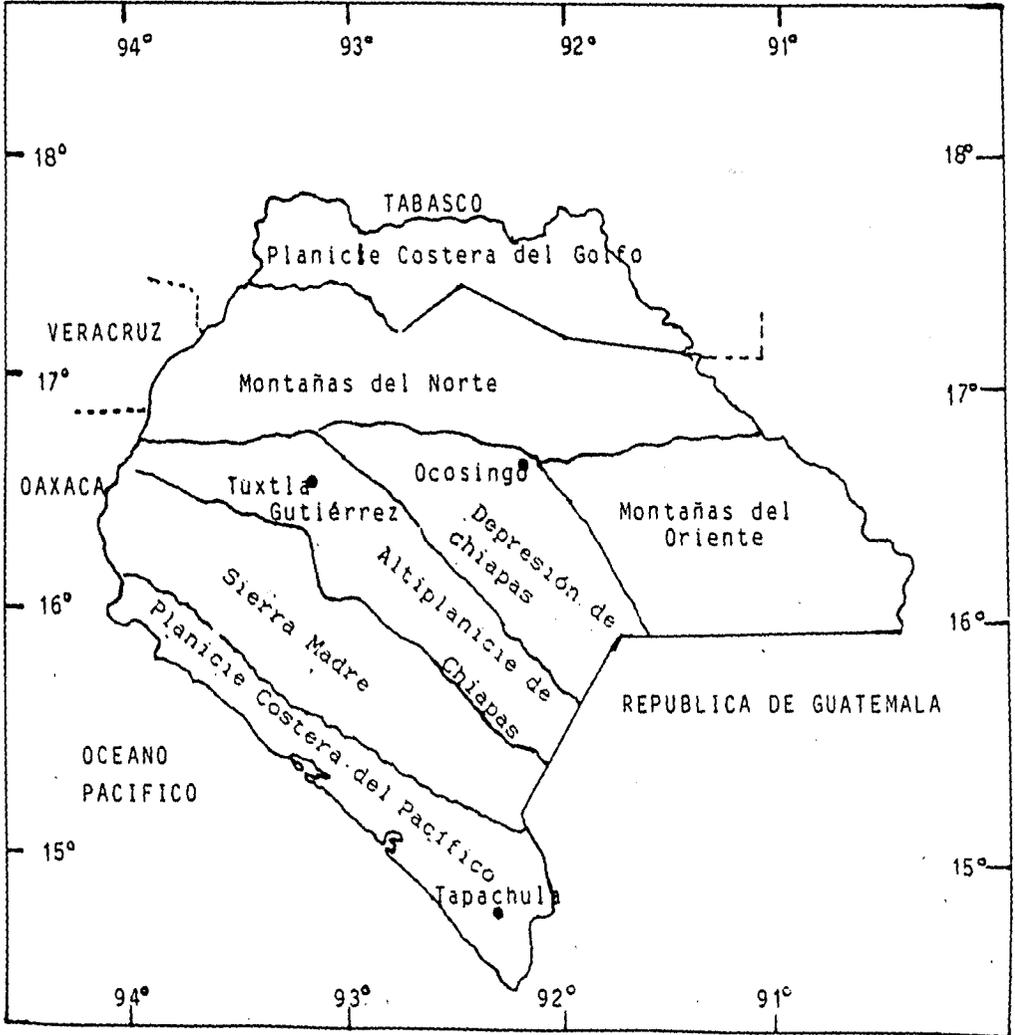


Figura 4. Regiones fisiográficas del estado de Chiapas, modificado de Mülliered (1957).

Su principal formación geológica consiste de diversas rocas del Precámbrico (esquistos cristalinos, rocas metamórficas laminadas y plegadas y rocas intrusivas) y Paleozoico (rocas semimetamórficas laminadas intrusivas), designado como complejo basal, mientras que las rocas volcánicas se encuentran únicamente en el Sureste de la Sierra Madre de Chiapas (Mülliered 1957).

3.2 Clima

Para la Sierra Madre de Chiapas, se mencionan tres tipos de clima de acuerdo con el sistema de Köppen modificado por García (1988). El clima de la parte alta de la sierra es C(m)(w), es decir templado húmedo con abundantes lluvias en verano, temperaturas anuales que van de 14° a 18°C, y precipitación media anual de 2500 hasta 4500 mm (IHN, 1993). Es en esta parte donde se encuentra el bosque mesófilo de montaña, y donde apenas se está generando información climática en el área de estudio. En esta parte de la sierra, las lluvias se presentan abundantemente a partir de junio hasta octubre, y la temporada de menor precipitación de noviembre a mayo. Es posible también que se presenten temperaturas de -2° a 0°C que provocan "heladas" durante los meses de enero-febrero (obs. pers.).

En la parte media de la Sierra el clima es A(C)(m)(w) semicálido-húmedo con abundantes lluvias en verano. Las temperaturas anuales

flúctuan entre 18° y 22°C y la precipitación media anual varía entre 2000 y 3500 mm (IHN, 1993).

En la figura 5 se presenta el climograma de Finca Prusia, que fue construido con los datos climatológicos de 1980 a 1992.

En las partes bajas de la Sierra el clima es Am(w), es decir cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, y temperaturas anuales que oscilan entre 22° y 30°C y precipitación total anual de 2500 a 4000 mm (García, 1988).

Un factor climatológico muy importante en Chiapas son los "nortes" que son vientos fríos y fuertes que soplan de octubre a marzo, y que aportan a la Sierra Madre una cantidad considerable de humedad en forma de precipitación o de nieblas muy densas (Mülleried 1957).

3.3 Reserva de la Biosfera El Triunfo

En 1990 se decretó oficialmente la Reserva de la Biosfera El Triunfo con una superficie de 119,177 hectáreas (IHN, 1993). La reserva se localiza en la región fisiográfica de la Sierra Madre (ver Figura 4), entre los paralelos 15° 09' 10'' y 15° 57' 02'' de latitud norte y los meridianos 92° 34' 04'' y 93° 12' 42'' de longitud oeste (Fig. 6). Comprende porciones de los municipios de Villa Corzo, La Concordia, Angel Albino Corzo, Siltepec, Acacoyagua, Mapastepec y Pijijiapan (IHN, 1993).

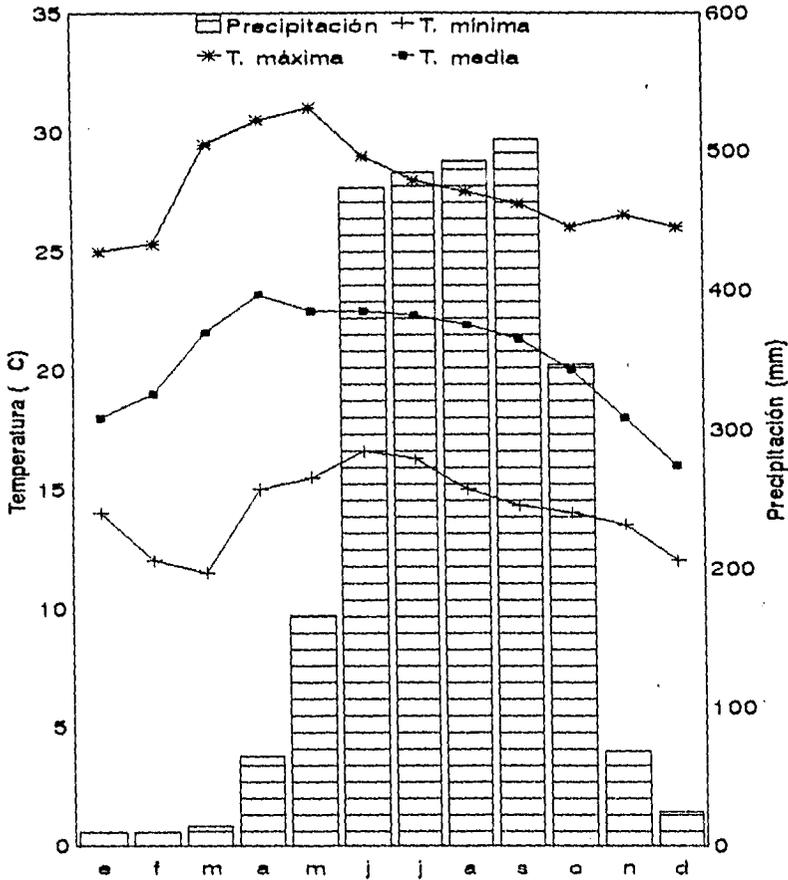


Figura 5. Clmograma de Finca Prusia (1000 m s.n.m.).

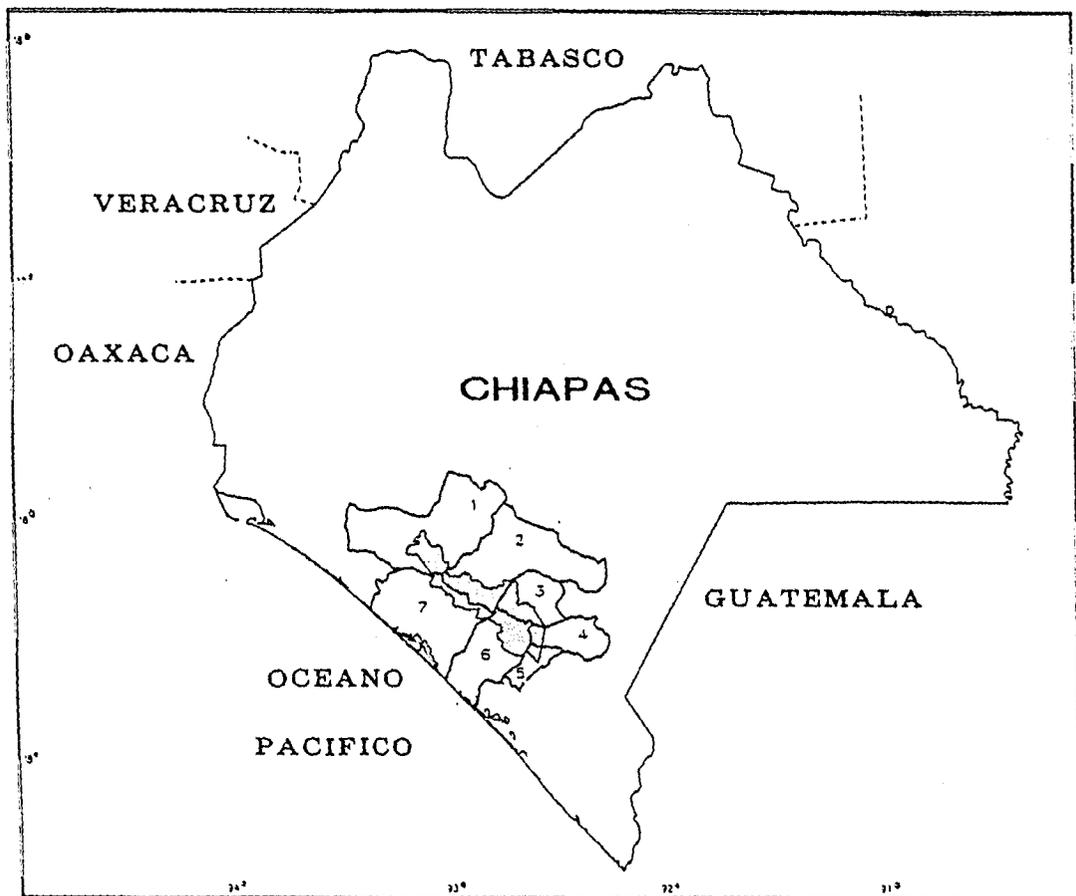


Figura 6. Municipios comprendidos en el área natural protegida, reserva de la biosfera El Triunfo.
Acacovahua (5), Angel Albino Corzo (3), La Concordia (2), Mapastepec (6)
Pijijiapan (7) y Villa Corzo (1).

3.3.1 Zonación de la reserva

La reserva se divide para su manejo en dos tipos de áreas: (1) las zonas núcleo, y (2) la zona de amortiguamiento o región de influencia.

3.3.1.1 Zona núcleo

Las zonas núcleo de un área natural protegida existen con la finalidad de cumplir con "la estricta conservación de los recursos naturales" (SEDUE, 1989). Estas zonas contienen vegetación primaria o con poco grado de perturbación, donde sólo se permiten actividades de investigación, por lo que las actividades de extracción de los recursos naturales están limitadas y se prohíbe cualquier actividad que altere el ambiente. La reserva cuenta con 5 zonas núcleo, las cuales suman 30 000 hectáreas y representan aproximadamente un 2.14% del total de la Sierra Madre (IHN, 1993).

3.3.1.2 Zona de amortiguamiento

En la zona de amortiguamiento de un área natural protegida se promueven opciones productivas que no tengan un efecto negativo sobre los recursos naturales, y aseguren el desarrollo social de las comunidades existentes (SEDUE 1989). En la zona de amortiguamiento del área de estudio, que cubre 93,458 hectáreas (Fig. 7) se han realizado estudios socioeconómicos que concluyen que la principal actividad productiva es la agrícola, siendo los

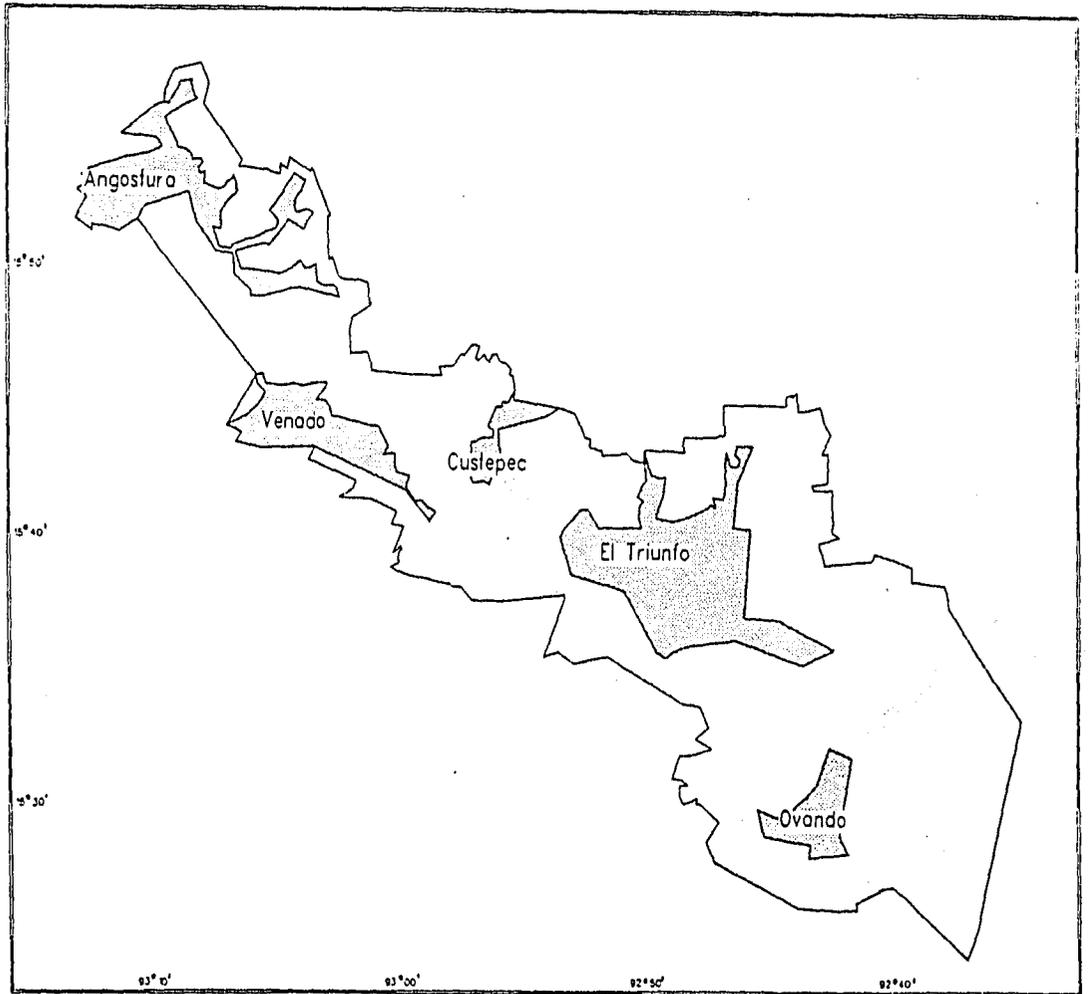


Figura 7. Zonación de la reserva de la biosfera El Triunfo. Se presentan los nombres de las zonas núcleo, rodeadas de la zona de amortiguamiento.

cultivos más importantes el café y el maíz.

En la zona de estudio no existe una explotación forestal, aunque se usa madera sobre todo para actividades domésticas. La ganadería es importante sólo en las partes más bajas y planas de la reserva (IHN, 1993).

La reserva, al igual que los demás bosques tropicales de montaña se encuentra bajo fuertes presiones por actividades humanas debido a los asentamientos humanos en la zona tales como ejidos, rancherías, fincas cafetaleras y pequeñas propiedades, así como a poblaciones flotantes provenientes tanto de la región de los Altos de Chiapas como de la República de Guatemala, las cuales a través de la tala de vegetación primaria, crean su espacio para sobrevivir. Otra presión muy fuerte que existe para la reserva es la ocasionada para el cultivo de estupefacientes (IHN, 1993).

3.3.2 Fauna

La Sierra Madre de Chiapas es una de las regiones con mayor riqueza biótica, y en particular la reserva juega un papel muy importante ya que es uno de los últimos refugios naturales del Pleistoceno para especies silvestres tanto residentes como migratorias (Ávila y Hernández, 1990) y porque es el límite de una de las rutas de migración de las aves (González, en Rebón, 1987).

Las listas preliminares de la fauna incluyen a 376 especies de aves, 12 de anfibios, 55 de reptiles y 82 de mamíferos (IHN, 1993). Entre estos listados resaltan las especies que se encuentran bajo alguna la categoría de amenazadas, endémicas, raras o en peligro de extinción, como están por ejemplo entre los mamíferos el jaguar, *Panthera onca*, el mono araña, *Ateles geoffroyi* y el tapir, *Tapirus bairdii*, también cuenta con especies endémicas como por ejemplo en el grupo de los reptiles el dragoncito verde, *Abronia matudai* y la nauyaca verde, *Bothriechis ornatus*; entre las aves que sobresalen están la tangara alas azules, *Tangara cabanissi*, el pavón, *Oreophasis derbrianus*, y el quetzal, *Pharomachrus mocinno*.

3.3.3 Vegetación

En la reserva se pueden encontrar 16 de los 19 tipos de vegetación reconocidos por Breedlove para Chiapas (IHN, 1993).

Para la zona nucleo I llamada "El Triunfo", que es donde estuvieron comprendidos los sitios de estudio (Fig. 8), se tiene un listado preliminar de su riqueza florística que incluye 138 familias, 407 géneros y 751 especies de plantas (Long y Heath, 1991).

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEGI, 1988) señala para la parte alta de la sierra la presencia de bosque mesófilo de montaña y para la parte media, de selva alta perennifolia. Estos tipos de vegetación han recibido distintos

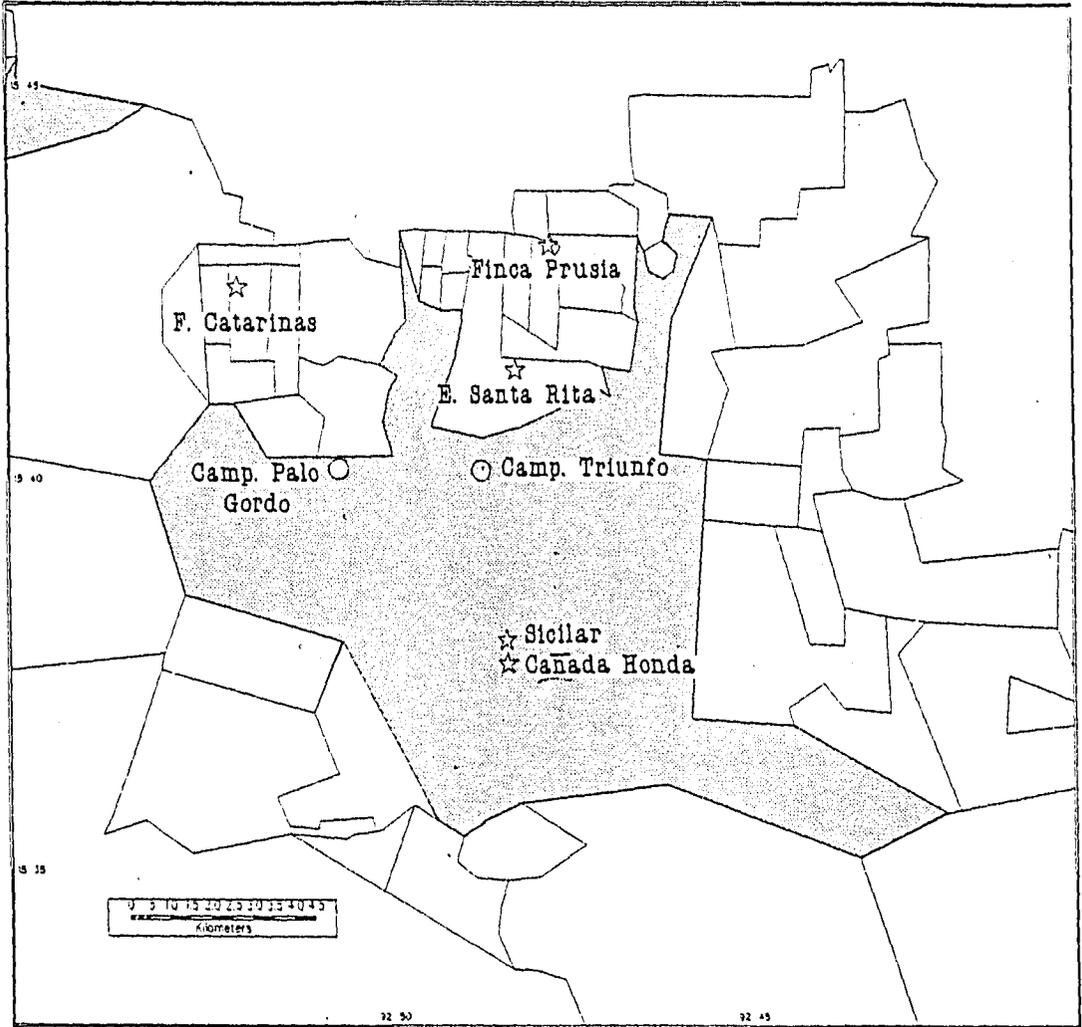


Figura 8. Sitios de estudio en el área del polígono I El Triunfo. Los círculos señalan sitios en área de reproducción y las estrellas en área de migración del quetzal.

nombres (Rzedowski, 1978) siendo equivalente para bosque mesófilo de montaña, el de "cloud forest" y para la selva alta perennifolia (Miranda, 1952) el de "Tropical Rain Forest" (Breedlove, 1981).

En la zona de bosque mesófilo de montaña se encuentran los campamentos "El Triunfo" a 1900 m s.n.m. y el campamento Palo Gordo a 1800 m s.n.m. En la parte de selva alta perennifolia se encuentran los sitios para acampar Cañada Honda, a 1400 m s.n.m, El Tomatal a 1345 m s.n.m. y Limonar a 1000 m s.n.m. que se ubican hacia la vertiente del Pacífico (Figura 9).

Fuera de la zona núcleo (zona de amortiguamiento), hacia la vertiente del Golfo de México se encuentran los otros sitios de estudio que fueron ejido Santa Rita a 1200 m s.n.m., Finca Catarinas a 1345 m s.n.m. y Finca Prusia a 950 m s.n.m., con vegetación perturbada a sus alrededores (obs. pers.).

En el área de estudio, Long y Heath (1991) encontraron que en el bosque mesófilo de montaña, son frecuentes las especies de los géneros que definieron la asociación de *Quercus-Matudaea-Hedyosmum-Dendropanax*, y en la selva alta perennifolia por las que definieron la asociación vegetal *Ficus-Coccoloba-Dipholis-Sapium*. En el área de estudio el estrato arbóreo superior del bosque mesófilo de montaña alcanza hasta 40 m, aunque es más común la altura de 20 a 30 m.

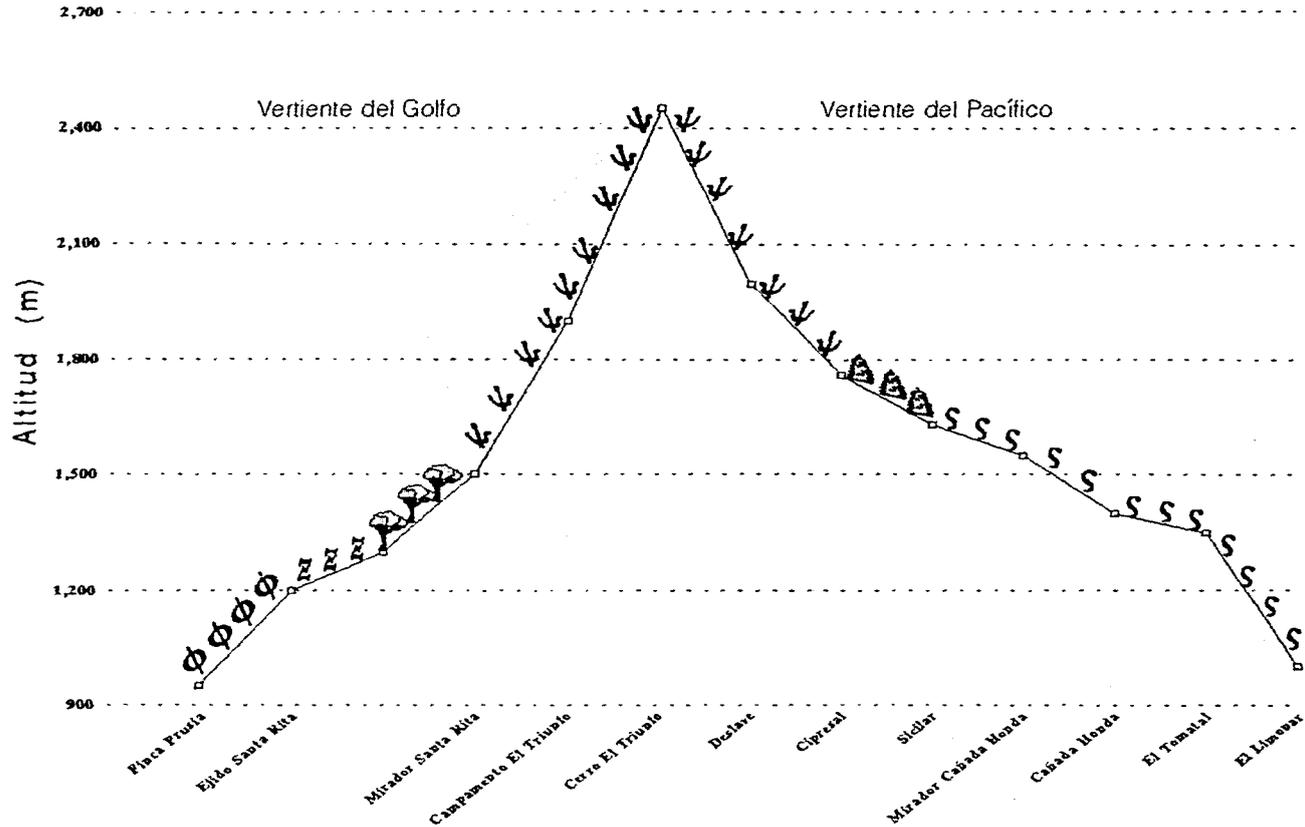


Figura 9: Tipos de vegetación del área de estudio (Modificado de Long y Heath, 1991).

Cafetal (ϕ), Secundaria (E), Liquidambar-Quercus-Pinus (P), Bosque mesófito de montaña (↓), Cupressus-Pinus (A) y Selva Alta Perennifolia (S).

Entre las especies más comunes se encuentran *Quercus oocarpa*, *Q. sapotifolia*, *Matudae trinervia*, *Dendropanax populifolius*, *Perrotteria longistylis*, *Ocotea chiapensis*, *Morus sp.*, *Trophis cuspidata*, *Symplocos hartwegii* y *Symplococarpon flavifolium* (Long y Heath, 1991).

La asociación de *Ficus-Coccoloba-Dipholis-Sapium*, se encuentra en el área de estudio hacia la vertiente del Pacífico y comprende un intervalo altitudinal de 1200 a 1600 m s.n.m. (Long y Heath, 1991). Esta altitud y la presencia de nubosidad casi durante todo el año, sugieren que no puede ser lo propuesto como selva alta perennifolia por Miranda (1952).

En esta asociación vegetal el estrato arbóreo alcanza de 25 a 35 m de alto, y la especie más común de este tipo de vegetación es *Ficus cookii*, acompañada de *Sapium chippii*, *Cojoba donnel-smithi*, *C. escuintlensis*, *Coccoloba matudae*, *Ropupala montana*, *Rhamnus mucronata*, *Ulmus mexicana* y *Centardisia ovandensis*, así como una gran abundancia de palmas principalmente de las especies, *Chamaedorea elegans*, *C. aff. neurochlamys* y *C. aff. nubium* (Long y Heath, 1991).

CAPÍTULO CUATRO

IV. MÉTODO

El presente estudio formó parte del proyecto denominado "Estudio de la Migración Altitudinal del Quetzal", que se llevó a cabo en el Instituto de Historia Natural de Chiapas. En este estudio se investigó a través de la colocación de radiotransmisores a individuos de quetzal su periodo y sitios de migración en la reserva El Triunfo (F. Hernández R. en prep., L. Noble C. en prep.). Para el presente trabajo la radiotelemetría fue de gran utilidad ya que mediante el rastreo de los quetzales se logró un acercamiento que permitió observar sus actividades cotidianas, entre ellas su alimentación.

El trabajo de campo del presente estudio se realizó de diciembre de 1991 a diciembre de 1993.

Las actividades principales realizadas fueron observaciones fenológicas (1154 horas) y colectas de ejemplares botánicos, de las especies vegetales. También se hicieron rastreos (548 horas) y recorridos a través de los senderos para monitoreo de quetzales, así como búsqueda y observación de nidos (1106 horas), con lo que se obtuvieron los periodos de migración y de reproducción, así como cambios en la abundancia de quetzales.

4.1 Monitoreo de quetzales

Con el fin de obtener la abundancia y las fechas de las actividades manifestadas por el quetzal, se realizaron recorridos sobre los senderos del área de reproducción, generalmente entre las 6:00 y las 8:00 a.m., caminando distancias de 1.5 a 2 km.

Se anotó el número y el sexo de los quetzales vistos, y en el caso de los que sólo fueron escuchados y que no se pudo determinar su sexo se anotó como indeterminado. Para la identificación de las vocalizaciones y su conducta asociada se siguió el sistema propuesto por Ávila y Hernández (1990) (Cuadro 3). El monitoreo también permitió encontrar nidos activos (en incubación o crianza de polluelos).

4.2 Observación de nidos

Una vez localizado un nido activo (en incubación o crianza de polluelos), se montó un escondite de tela camuflada a una distancia de 10-15 metros de la entrada del nido y se observó con binoculares 9X27. Esta actividad sirvió de apoyo para determinar el periodo de reproducción del quetzal, aunque la finalidad principal fue obtener el recurso alimentario de la especie en etapa de polluelo. Se realizaron sesiones de observación de aproximadamente 3 horas, a lo largo del día, comprendidas entre las 6:00 y 18:00 horas. El número de sesiones, dependió de las condiciones ambientales y de la

intensidad en la actividad mostrada por los padres en la alimentación de sus pollos. En el caso de que un nido haya sido muy activo, se realizaron hasta 3 sesiones de observación al día.

Cuadro 3. Voces onomatopéyicas de las vocalizaciones del quetzal y su conducta asociada (Tomado de Ávila y Hernández, 1990)

Vocalización	Sexo	Actividad asociada
fiu-fiuuu	Macho	Con mayor frecuencia por la mañana que durante el resto del día.
fiuuuuuu	Macho o hembra	Durante la excavación, incubación o empollamiento.
uac-uac	Macho o hembra	Alterados por anormalidad alrededor, o por defender nido.
uaraco	Macho	Emitida al vuelo por estar alterados, o al alejarse del nido.
uara-uara	Macho o hembra	En estado alterado y en vuelo.
acúa	Macho o hembra	En estado alterado, en grupo o en pareja.
fiu-fiu	Polluelo	Detectado cuando el pollo estaba sólo y no había sido alimentado regularmente.

4.3 Rastreo de quetzales

Esta actividad se realizó con los quetzales con radiotransmisor, la finalidad de los rastreos para este estudio, fue conocer las especies que sirven de recurso alimentario para los quetzales adultos. Se llevaron a cabo los rastreos en sesiones de

aproximadamente 3 horas, a distintas horas del día entre las 6:00 a 18 horas, durante todo el año de 1992, y hasta junio de 1993, fecha en que dejaron de funcionar los últimos radiotransmisores. Los rastreos en los sitios de migración se realizaron con la finalidad de descubrir que especies come el quetzal en esas áreas.

4.4 Recurso alimentario del quetzal

Se obtuvo la información sobre el recurso alimentario del quetzal a través de observaciones directas en el campo, tanto de individuos con radiotransmisor como sin él.

Para el sitio de migración Cañada Honda, se contó con la información obtenida por Ávila Hernández (com. pers.) durante la migración de 1991.

Para conocer el recurso alimentario del quetzal en etapa de polluelo se observaron los nidos que no fueron depredados. La morfología de los frutos (tamaño y color) fueron los criterios para tratar de identificarlos a nivel de especie. En aquellos casos en que no fue posible hacerlo se le clasificó como indeterminado.

4.5 Estudio de Fenología

Se incluyeron en el estudio de fenología las especies arbóreas que se habían registrado en la alimentación del quetzal, hasta febrero de 1992. Esta información provino de la bibliografía (Ávila y

Hernández, 1990), la información del área de migración Cañada Honda, fue proporcionada por Avila (com. pers.).

En total se realizaron 18 observaciones fenológicas con un promedio de 29 días transcurridos entre cada una. En el cuadro 4 se presentan las fechas de cada observación.

Algunas observaciones comprendieron días de dos meses, y el mes en el que se graficaron los datos, fue en aquel del que comprendió más días. Los meses que quedaron sin datos por carencia de observaciones fueron enero, mayo, julio y octubre en 1992, y para 1993 mayo, agosto y septiembre.

Para los sistemas tropicales, Frankie, Baker y Opler (1974) recomiendan un tamaño de muestra de 5 individuos por especie. Sin embargo, esta recomendación no se pudo cumplir para todas las especies dada distinta abundancia, la cual en algunas fue más escasa.

Los criterios para marcar los árboles de las especies estudiadas fueron los siguientes: 1) especies de forma de vida arbórea, considerando como árbol la forma de crecimiento con un eje que no se ramifica desde su base (Jones 1987), 2) árboles donde se hubiera visto comer a los quetzales y 3) árboles cuya copa fuera observable casi en su totalidad.

Cuadro 4. Días transcurridos entre cada fecha de observación fenológica.

Fechas de observación	Días transcurridos
1991	
07-20 de diciembre	
1992	
25 enero al 19 de febrero	35
12 marzo al 04 de abril	22
24 de abril al 08 de mayo	20
06 de junio al 12 de julio	29
27 de julio al 09 de agosto	32
09-25 de septiembre	33
31 de octubre al 16 de noviembre	40
11 al 22 de diciembre	27
1993	
09 a 21 de enero	22
02 al 20 de febrero	19
12 marzo al 01 de abril	24
15 de abril al 09 de mayo	29
23 de mayo al 19 de junio	17
09 al 17 de julio	33
20 al 27 de octubre	97
21 al 30 de noviembre	24
15 al 23 de diciembre	17

El tamaño de muestra estuvo influenciado sobre todo por el segundo criterio, debido a que al inicio del estudio se empezaron a marcar todos los árboles donde se vieron comer quetales. Posteriormente, una vez que ya se pudieron diferenciar claramente las especies en el campo se eliminó este criterio.

En bosque mesófilo de montaña se marcaron los árboles a lo largo de los senderos Prusia, Bandera, Malacatal, La Teja, Campamento, Palo Gordo, Tres de Mayo y Costa, sumando aproximadamente una distancia de 13450 metros. En selva alta perennifolia se marcaron los árboles sobre el sendero Tres de Mayo entre las localidades Sicilar y Cañada Honda, que cubrió una distancia aproximada de 4 kilómetros (Figura 10). A cada uno de los árboles marcados se le asignó un número consecutivo inscrito en una placa de aluminio.

El método empleado para la estimación de la abundancia de flores y frutos, fue el probado por Worthington (citado en Blake *et. al.*, 1990). A partir del conteo en un porcentaje representativo de cada árbol se hace la estimación al 100% del mismo, del número total de flores maduras y frutos. Este método fue muy útil, sobre todo para los árboles que produjeron en grandes cantidades flores y frutos. En aquellos árboles de hasta 5 metros de altura, o bien que su copa fue observable en su totalidad no se hizo ninguna estimación, ya que se tuvo el número total de las fenofases de interés.

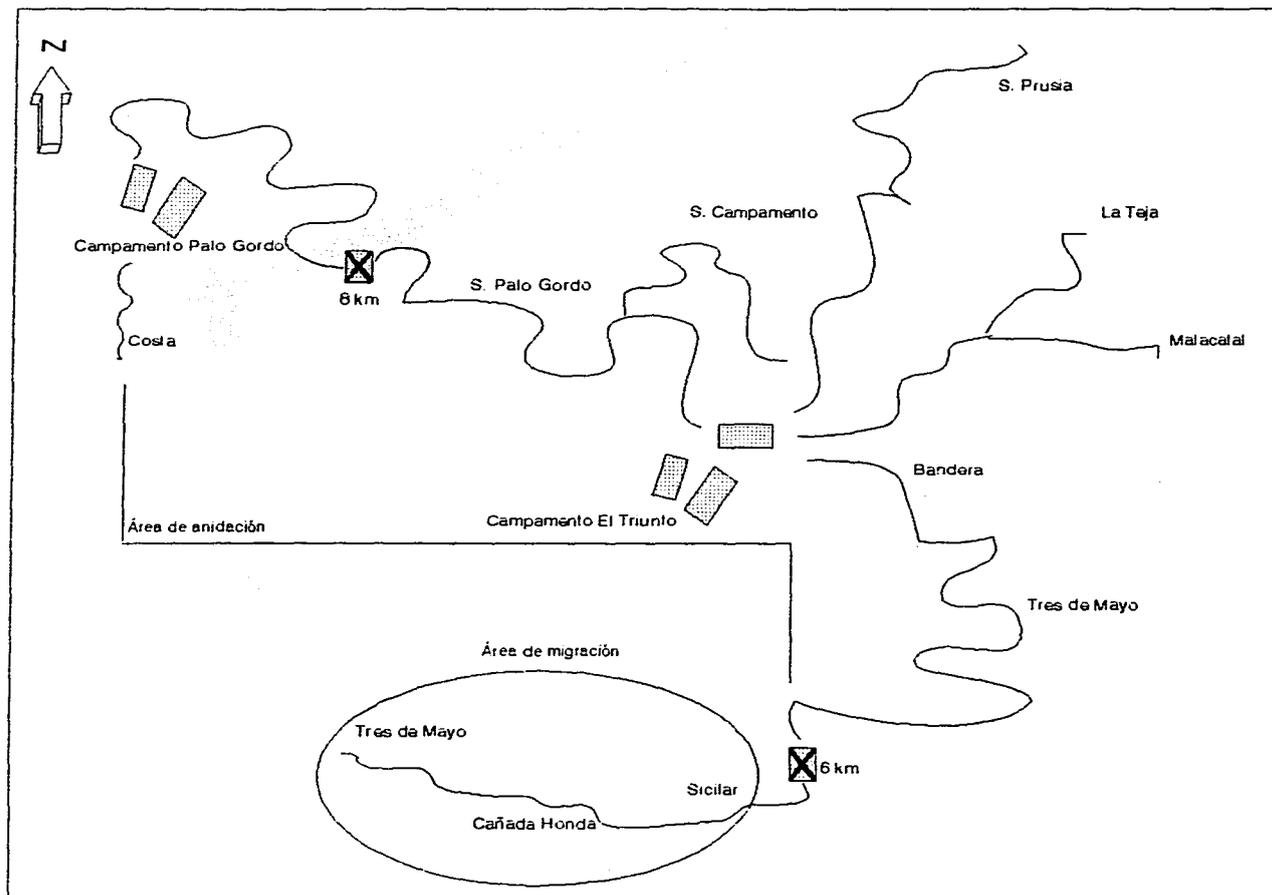


Figura 10. Senderos sobre los que se marcaron los árboles observados. La línea separa las áreas de reproducción y de migración.

Debido a que se observó que los quetzales no sólo comen frutos considerados como maduros (de acuerdo al color y tamaño que alcanzan en cada especie), sino también de tamaño más pequeño y de color distinto al de maduración, fue por lo que se incluyeron dentro de las observaciones, bajo la categoría de inmaduros.

En los sitios de migración El Limonar y El Tomatal ubicados también dentro de la zona núcleo I, y los ubicados en la zona de amortiguamiento de la reserva, Finca Catarinas, Finca Prusia y ejido Santa Rita, no se marcaron árboles y sólo se realizaron observaciones sobre presencia de frutos, en los meses de agosto-septiembre durante la migración de 1992.

4.6 Colectas de material vegetal

Se realizaron colectas de las especies estudiadas con flores o frutos o, en algunos casos, con ambas estructuras. De estos ejemplares se tienen respaldos en el herbario CHIP del Instituto de Historia Natural de Chiapas, y en el herbario MEXU del Instituto de Biología de la Universidad Nacional. Los ejemplares colectados se determinaron con ayuda de claves taxonómicas (Standley, Steyermark y Williams, 1947-1976) y de taxónomos especialistas. Las especies de angiospermas se clasificaron de acuerdo al sistema de clasificación de Cronquist (1988) y las gimnospermas de acuerdo al de Radford (1974).

Análisis de Datos

Observaciones sobre el quetzal

De manera general los resultados obtenidos para el quetzal a través de monitoreos, rastreos y observación de sus nidos, sirvieron para determinar los periodos de reproducción y de migración durante los años de 1992 y 1993. Así como para conocer las especies que son parte de su alimentación.

4.7 Monitoreo de quetzales

Para obtener el cambio en la abundancia de quetzales en bosque mesófilo de montaña a lo largo del año, se obtuvo el total de individuos de cada sexo que se registraron en cada mes. De los que no se pudo saber su sexo debido a que fueron registrados a través de vocalizaciones se presentan como indeterminados.

4.8 Observación de nidos

Se obtuvo el número de veces de cada alimento llevado por los padres a los polluelos. Los frutos que no se pudieron identificar se presentan como alimento indeterminado.

Se aplicó una prueba de Chi cuadrada (χ^2) para probar la hipótesis nula (H_0) de que no se esperaba una diferencia en el tipo de alimento (origen animal y vegetal) llevado por cada progenitor a su polluelo, en los nidos Palo Gordo 1992 y Prusia 1992. Esta prueba no se aplicó al nido Prusia 1993, debido a que no se tuvo un número

suficiente de observaciones.

Por otro lado también se averiguó si alguna especie vegetal fue mayor utilizada en la alimentación del polluelo a través de la contribución porcentual, por familia y por frutos.

El haber tenido nidos en observación, también sirvió para determinar el periodo de reproducción y de migración.

4.9 Fenología

Debido a que no todas las especies tuvieron igual tamaño de muestra, se calculó el promedio por mes de las estructuras observadas para cada especie.

Se trató de encontrar una tendencia en la periodicidad de floración y de fructificación en cada especie, para conformarlas en grupos de acuerdo a su coincidencia con la temporada de secas (noviembre a mayo) o de lluvias (junio a octubre).

Se calculó para cada especie el promedio de frutos totales (se sumaron las categorías de maduros e inmaduros), la desviación estándar y el coeficiente de variación.

4.10 Relación entre fenología y ciclo reproductivo del quetzal

Siendo los frutos el principal recurso en la dieta del quetzal, se sumaron las categorías de maduros e inmaduros, de cada árbol para obtener el total de frutos. La cantidad total de frutos por especie se interpretó como la disponibilidad de recurso para el quetzal.

Esta disponibilidad se obtuvo para el área de reproducción sumando el total de frutos de las especies de bosque mesófilo de montaña y para el área de migración Cañada Honda, el total de frutos de las especies de selva alta perennifolia.

Para probar si existió alguna relación entre los cambios en la abundancia de frutos y de quetzales, se aplicó una prueba de regresión lineal. Los datos de abundancia de quetzales fueron los obtenidos a través de los monitoreos de quetzales.

CAPÍTULO CINCO

V. RESULTADOS

5.1 Observaciones sobre el quetzal

5.1.1 Abundancia de quetzales a lo largo del año

En la figura 11 se presenta el número de quetzales de cada sexo que se registraron en los monitoreos realizados en bosque mesófilo de montaña, aquellos individuos de los que sólo se escuchó su vocalización y no se pudo averiguar su sexo se presentan como indeterminados. Los meses marcados con un astérisco indican que no se realizaron monitoreos en los mismos.

En esta figura se observa la tendencia a incrementarse el número de individuos a partir del mes de diciembre y a disminuir a partir del mes de junio. En marzo de ambos años fue el mes en que se detectó el mayor número de quetzales. En este mes la mayoría de los registros fueron resultado de observaciones directas de individuos. En el mes de enero, aunque fue menor el número de quetzales observados, las vocalizaciones fueron más frecuentes, también lo fue el ver quetzales en grupos de hasta siete individuos.

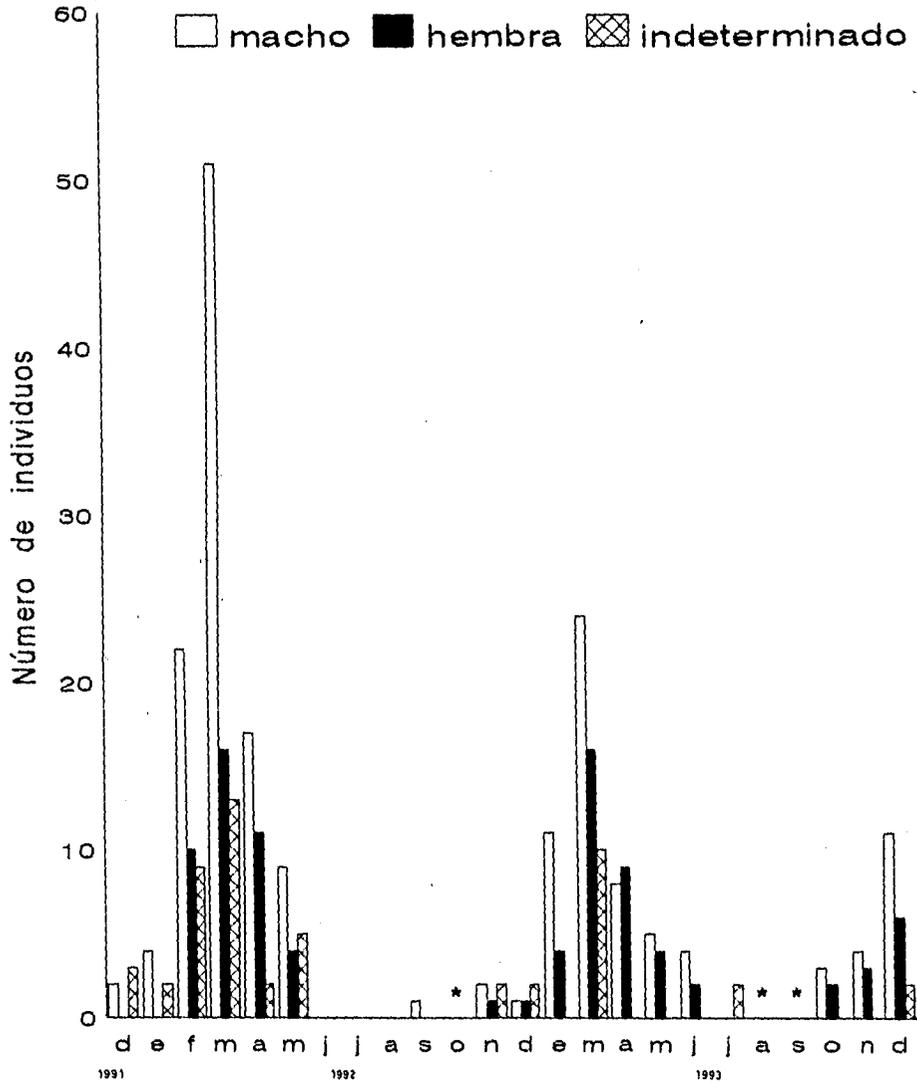


Figura 11: Número de quetzales registrados en bosque mesófilo de montaña, el símbolo (*) indica meses en los que no se realizó monitoreo.

Durante los meses de junio a noviembre hubo un descenso en el número de quetzales en el área de reproducción. Las fechas obtenidas de estas observaciones se presentan en el cuadro 5.

En este cuadro también, se presentan los registros realizados en los sitios de migración a los que condujeron los quetzales con radiotransmisor. Se observa que los sitios de migración se localizaron en un intervalo altitudinal de 1345 a 1760 m s.n.m., y fueron de distinto tipo de vegetación. Las localidades donde se encontró bosque de pino-encino estaban muy perturbados y sólo se observaron frutos maduros de *Ficus costaricana*, *Symplocos flavifolia* y *Symplocos sp.*

El cambio en la abundancia de quetzales y en su conducta manifestada apoyaron otras observaciones, para delimitar los periodos de reproducción y de migración en el área de estudio, durante los ciclos reproductivos de 1992 y 1993.

En el cuadro 5 también se observa que los quetzales utilizan durante temporada no reproductiva vocalizaciones, de las consideradas exclusivas para la anidación.

Cuadro 5. Registros de quetzales durante los meses de migración, el asterisco (*) indica un sitio de migración. BMM= Bosque mesófilo de montaña. SAP= Selva alta perennifolia.

Fecha	Altitud (m s.n.m.)	Tipo de Vegetación	Sexo	Vocalización
23/08/1992	1345*	Pino-encino-liquidámbar	Pareja	Ausente
07/09/1992	1370*	Pino-encino	Hembra	Ausente
08/09/1992	1350*	Cafetal	Pareja	Ausente
11/11/1992	1830	BMM	No visto	uaraco
01/06/1993	1630*	SAP	Macho	uara-uara
01/06/1993	1800-	BMM-Cupresus-Pinus	Pareja	uaraco y
	1760*			fiuuuuu
14/07/1993	1900	BMM	Macho	Ausente
21/11/1993	1900	BMM	Macho	Ausente
23/11/1993	1900	BMM	Macho	Ausente

5.1.2 Periodos de Reproducción y de Migración

Se consideró como cortejo lo propuesto por Avila y Hernández (1990), el cual se inició desde el mes de enero. Los primeros nidos en incubación se encontraron en el mes de febrero en el año de 1992, y en el mes de marzo en 1993, y dado que los últimos nidos con polluelos se observaron en el mes de junio de ambos años, entonces la incubación se presentó desde el mes de febrero hasta el mes de mayo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución a lo largo del año de las actividades observadas durante los ciclos reproductivos de 1992 y 1993 del quetzal en El Triunfo, Chiapas.

Actividad	M e s											
	a	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
Cortejo	X	X										
Incubación de huevos		X	X	X	X							
Crianza de polluelos				X	X	X						
Migración						X	X	X	X	X	X	

El mayor número de nidos en incubación se encontró en el mes de marzo de ambos años, aunque la mayoría de ellos fueron depredados. En 1992 de ocho nidos en incubación sólo dos llegaron a tener pollos, y en 1993 de cuatro sólo uno tuvo este éxito.

En 1992 el primer nido con pollos se observó en abril y el último en el mes de junio, mientras que en 1993 el único nido con pollos que se encontró fue también en junio, lo que indica que la crianza de polluelos puede presentarse desde el mes de abril hasta el mes de junio. La migración se estableció de julio a diciembre, aunque también fue un evento que se presentó de manera asincrónica a nivel poblacional, pues mientras que en junio, algunos individuos aún estaban criando a sus pollos, otros ya se encontraban en las áreas

clasificadas como de migración.

5.1.3 Nidos

En el cuadro 7 se presentan los tres nidos con polluelos que se observaron durante los ciclos reproductivos de 1992 y de 1993.

Cuadro 7. Periodo de observación y número de polluelos de los nidos encontrados durante los ciclos reproductivos de 1992 y 1993.

Nido	Altitud m s.n.m.	Periodo de observación	Número de polluelos
Palo Gordo 1992	1800	15 a 24 de abril	2
Prusia 1992	1930	7 a 20 de junio	1
Prusia 1993	1930	5 y 6, 27 y 28 de junio	1

Desafortunadamente no se pudo averiguar el periodo de desarrollo de los polluelos de los tres nidos, sólo se tiene del de Prusia 1993 y fue de 23 días.

En el nido Prusia 1992 no se tiene la fecha en que los padres llevaron alimento por primera vez, probablemente el polluelo dejó el nido entre el 18 y 20 de junio. A este polluelo se le escuchó vocalizar el día 14 de junio un silbido largo, cuya voz onomatopéyica se propone como un "fiiiiiii".

El único nido observado en 1993 correspondió a los mismos individuos de la pareja del nido Prusia 1992. Esto se averiguó

gracias a que a ambos quetzales se les colocó en 1992 un radiotransmisor que los permitió identificar al siguiente ciclo reproductivo (L. Noble C., en prep.). El primer día que se observó que los padres llevaron comida fue el 5 de junio y el día 27 del mismo mes se asomó el polluelo.

5.1.4 Recurso alimentario del quetzal

Como parte de la alimentación del quetzal se registraron en total 31 especies de plantas comprendidas en 16 familias (Cuadro 8). De éstas, 24 especies se distribuyen en el área de reproducción del quetzal, y 7 en el área de migración (éstas se marcan con un asterisco, en el cuadro 8). Las especies *Licaria excelsa* y *Ocotea acuminatissima* corresponden, respectivamente a *Licaria alata* y *Phoebe acuminatissima* del estudio de Avila y Hernández (1990). Del resto de lauráceas no se pudieron averiguar los nombres equivalentes para las especies determinadas en este estudio. En total sólo ocho especies (25.8%) ya habían sido registradas en la alimentación del quetzal para México. En la figura 12 se presenta la contribución por número de especies de las familias de plantas entre las cuales Lauraceae fue la que contribuyó con el más alto porcentaje (35.2%). El resto de las familias contribuyeron con 1 (3.2%), 2 (6.4%) y 3 (9.6%) especies. A los quetzales adultos sólo se les vio comer frutos.

Cuadro 8. Lista florística de las especies vegetales registradas como parte de la alimentación del quetzal, el El Triunfo, Chiapas.

Familia	Especies
Arecaceae	<u>Chamaedorea</u> sp. (**) (+)
Actinidiaceae	<u>Saurauia madrensis</u> B.T. Keller & Breedlove (+)
Celastraceae	<u>Celastrus vulcanicola</u> Donn. Sm. (**) (+)
Lauraceae	<u>Beilschmiedia</u> sp. (*) (+) <u>Cinnamomum</u> sp. nov. (+) <u>Licaria excelsa</u> Kostermans <u>Licaria glaberrima</u> (Lundell) C.K. Allen (+) <u>Nectandra rudis</u> C.K. Allen (+) <u>Nectandra aff. salicina</u> C.K. Allen (+) <u>Ocotea acuminatissima</u> (Lundell) Ronwer <u>O. brotantha</u> Rhower (*) (+) <u>O. chiapensis</u> (Lundell) Standl & Steyerl (+) <u>O. platyphylla</u> (Lundell) Ronwer (+)
Melastomataceae	<u>Conostegia volcanalis</u> Standley & Steyerl
Moraceae	<u>Ficus cookii</u> Standley (*) (+) <u>F. costaricana</u> (Liebm.) Miq. (*) (**) (+) <u>Morus insignes</u> Bureau <u>Trophis cusoidata</u> Lundell (+)
Myrsinaceae	<u>Ardisia compressa</u> H.B.K. <u>Synardisia venosa</u> (Mast) Lundell (-)
Myrtaceae	<u>Eugenia capuli</u> (Scribn. et Cham) Berger
Podocarpaceae	<u>Podocarpus matudae</u> Lundell (**) (-)
Rhamnaceae	<u>Rhamnus capraefolia</u> var <u>grandifolia</u> M.C. & L.A. Johnston (+) <u>Rhamnus</u> sp. (*) (**)(-)
Rosaceae	<u>Prunus tetradenia</u> Koenne (+) <u>Prunus brachybotrya</u> (-)
Solanaceae	<u>Solanum</u> sp. (**) (+)
Symplocaceae	<u>Symplocos flavifolia</u> Lundell (*) (**) (+) <u>Symplocos narwegii</u> A.D.C. (**) (+)
Staphyleaceae	<u>Turpinia occidentalis</u> (Sw.) G. Don subsp. <u>occidentalis</u> (*) (**) (+)
Theaceae	<u>Symplococarpon purpusii</u> (Brandege) Kobuski
Verbenaceae	<u>Citharexylum mocinnii</u> D. Don

Las especies marcadas con (*) son de zona de migración.
Las especies marcadas con (**) no fueron incluidas en el estudio fenológico.
Las especies marcadas con (+) son nuevos registros en la alimentación del quetzal, para El Triunfo.

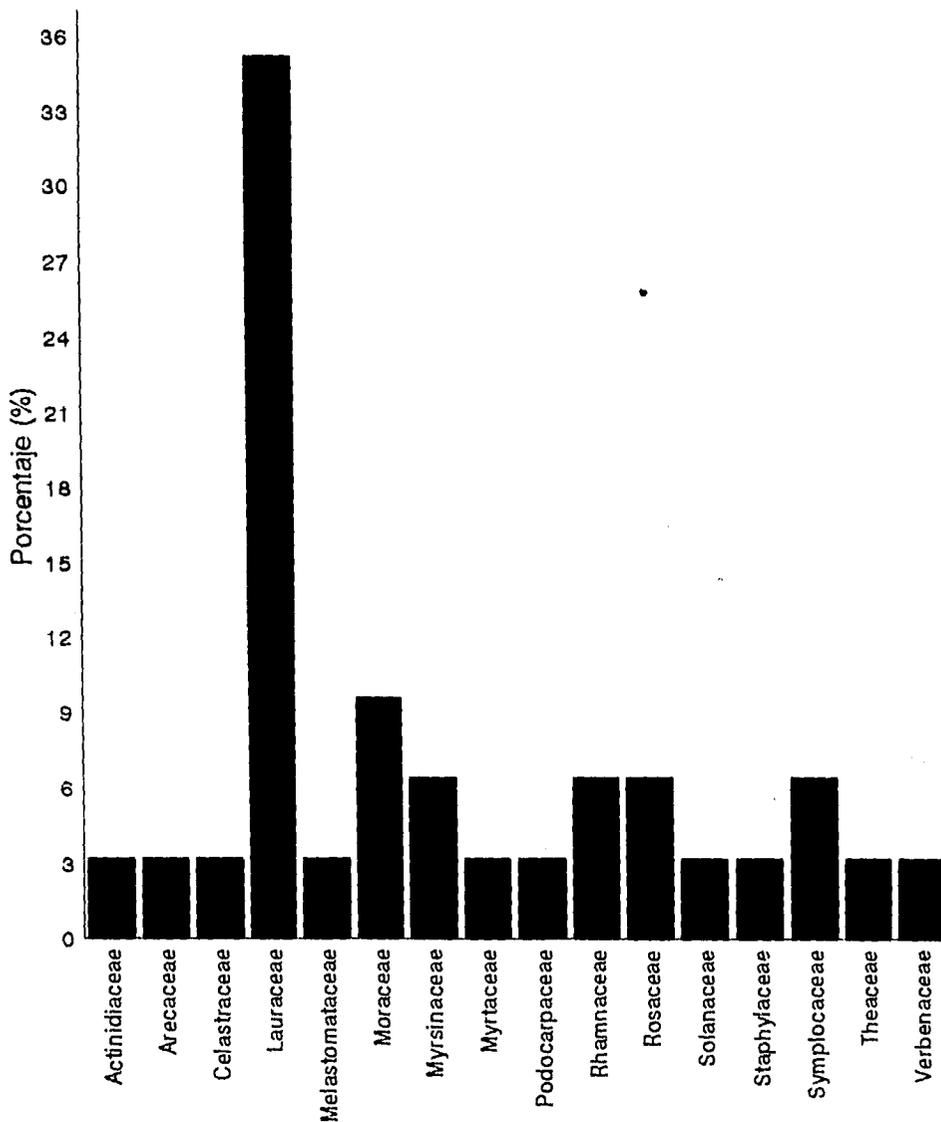


Figura 12. Contribución porcentual por número de especies de las familias registradas en la alimentación del quetzal, en el Trilunfo, Chiapas.

5.1.4.1 Especies vegetales antes no registradas en la alimentación del quetzal

De estas 31 especies vegetales, 23 (74.2%) fueron nuevos registros en la alimentación del quetzal para el área de estudio. Estas especies se marcan con el símbolo (+) en el cuadro 8. A su vez, de estas 23 especies, 16 (51.6%) se distribuyen en zona de reproducción del quetzal y 7 en zona de migración (22.6%). Esta lista del recurso alimentario incluye a una especie aún no descrita: *Cinnamomum* sp. nov. de la familia Lauraceae (F. Lorea, com. pers.). Esta especie se registró en el área de estudio en una cañada orientada hacia la vertiente del Golfo de México, al estar realizando búsqueda de nidos. Otras que aves llegaron a alimentarse fueron el pavón (*Oreophasis derbrianus*), el pajuil (*Penelopina nigra*) y el tucanete (*Aulachorynchus prasinus*).

5.4.2 Alimentación en etapa de polluelo

En el cuadro 9 se presenta la frecuencia de cada alimento que fue llevado por los padres a los nidos Palo Gordo y Prusia 1992. El alimento que se clasificó como indeterminado fue debido a que cuando llegaron los padres se percharon directamente en la entrada del nido, o bien llegaban sin alimento en el pico, pero lo regurgitaban segundos antes de darlo al pollo y no siempre se pudo observar a que tipo correspondió.

Cuadro 9. Frecuencia de cada tipo de alimento llevado por los padres durante su periodo de observación, nido Palo Gordo 1992 (72.5 horas,) y nido Prusia 1992 (36.8 horas).

Origen del alimento	Taxón	Frecuencia de cada alimento llevado por los padres			
		Palo Gordo 1992		Prusia 1992	
		Padre	Madre	Padre	Madre
Vegetal					
	Flores				
	<i>Conostegia volcansalis</i>	0	1	0	0
	Frutos				
	<i>Chamaedora sp.</i>	5	1	0	1
	<i>Citharexylum mocinnii</i>	0	0	1	0
	<i>Conostegia volcansalis</i>	1	0	0	0
	<i>Licaria excelsa</i>	4	1	0	0
	<i>Nectandra rudis</i>	20	21	5	5
	<i>Ocotea acuminatissima</i>	0	1	0	0
	<i>O. chiapensis</i>	1	0	1	1
	<i>Rhamnus capraefolia</i>	0	0	0	5
	<i>Symplococarpum purpusii</i>	22	15	0	5
	<i>Symplocos sp.</i>	0	0	1	0
Animal					
	Invertebrados				
	Orden Lepidoptera				
	1) Larvas	6	0	0	0
	Color verde	2	0	0	0
	Color café	3	0	0	0
	2) Adulto	0	1	0	2
	○ Coleoptera	1	0	0	0
	○ Himenoptera	0	0	1	2
	○ Ortoptera				
	Vertebrados				
	○ Lacertilia				
	<i>Anolis sp.</i>	0	0	1	0
Indeterminado		18	19	3	6

El uso de flores de la especie *Conostegia volcanalis*, sólo se registró una vez en la alimentación del polluelo en el nido Palo Gordo 1992. Es la primera vez que se registra el uso de flores en la dieta del polluelo.

La prueba estadística que se aplicó a estos resultados fue la de Chi cuadrada (χ^2) para probar la hipótesis nula propuesta.

En el cuadro 10 se presenta la tabla de contingencia construida con los valores observados y esperados, éstos presentados entre paréntesis.

Cuadro 10 . Tabla de contingencia con los valores observados y esperados para el alimento de origen vegetal y animal en el nido Palo Gordo 1992.

Sexo	Observados (esperados)		Total
	Vegetal	Animal	
Padre	53 (54.8)	6 (4.13)	59
Madre	40 (38.13)	1 (2.83)	41
Total	93	7	100

Debido a que los datos fueron de valores pequeños (menores a 5) se hizo una corrección de Yates (Spiegel, 1987; Zar, 1985).

$$X_{\text{corregida}} = \sum \frac{(|o-e|-0.5)^2}{e}$$

donde: o= valores observados, e= valores esperados.

El valor resultante de X^2 calculada fue de 1.378, mientras que el valor de X^2 de tablas con grados de libertad (V) de 1 y un nivel de confianza (α) igual a .005 es 7.89, lo que indica que no hay diferencias significativas en el tipo de alimento llevado por los progenitores. Para el nido Prusia 1992, se aplicó el mismo tratamiento estadístico y en el cuadro 11 se presenta la tabla de contingencia para sus datos.

Cuadro 11. Tabla de contingencia con los valores observados y **esperados** para los tipos de alimento llevados por los padres al nido Prusia 1992.

Sexo	Observados (esperados)		Total
	Vegetal	Animal	
Padre	8 (7.5)	1 (1.5)	9
Madre	17 (17.5)	4 (3.5)	21
Total	25	5	30

En este nido se tuvo que el valor calculado para X^2 fue igual a cero, y el valor de X^2 de tablas con $V=1$ y $\alpha=0.005$ es de 7.879, por lo que se acepta que no hay una diferencia significativa en el tipo de alimento que fue llevado por los padres.

En el cuadro 12 se presenta la contribución porcentual del alimento de origen vegetal en los nidos Palo Gordo 1992 y Prusia 1992. En este cuadro se observa que en ambos nidos la contribución mayor tanto por número de especies como de frutos fue de la familia Lauraceae. En el nido Palo Gordo 1992 el resto de las familias contribuyeron con un 14.3% (1 especie), mientras que por número de frutos el segundo lugar correspondió a la familia Theaceae (41.1%). En el nido Prusia 1992 también el resto de las familias contribuyeron con una especie (14.3%), mientras que por número de frutos la segunda familia fue Rhamnaceae (23.8%).

En cuanto al alimento de origen animal, se tuvo que en el nido Palo Gordo 1992 el mayor porcentaje lo brindó el Orden Lepidoptera, en el Prusia 1992 fueron los ordenes Coloptera y Ortoptera. Debido a a las pocas horas de observación en el nido Prusia 1993 no se tuvo información para incluirla en este tipo de análisis.

Cuadro 12. Contribución porcentual por número de especies y de frutos de las familias registradas en la dieta del polluelo de los nidos Palo Gordo 1992 y Prusia 1992.

Familias	Nidos			
	Palo Gordo 1992		Prusia 1992	
	Especies (%)	Frutos (%)	Especies (%)	Frutos (%)
Aracaceae	1 (14.3)	6 (6.52)	1 (14.3)	1 (4)
Lauraceae	4 (57.1)	48 (52.2)	2 (28.5)	12 (48)
Melastomataceae	1 (14.3)	1 (1.1)	0 (0)	0 (0)
Rhamnaceae	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)	5 (20)
Symplocaceae	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)	1 (4)
Theaceae	1 (14.3)	37 (40.2)	1 (14.3)	5 (20)
Verbenaceae	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)	4 (20)

5.2 Observaciones sobre Fenología

Se estudió la fenología de 185 árboles, comprendidos en 20 especies de bosque mesófilo de montaña y 3 de selva alta perennifolia (Cuadro 13). De las especies *Cinnamomum sp. nov.*, *Symplocarpon purpusii*, *Beilschmiedia sp.*, *Prunus tetradenia* y *Saurauia madrensis*, se perdió la floración previa y se encontraron en el inicio de este estudio con frutos.

Cuadro 13. Intervalo altitudinal de distribución y número de árboles marcados de las especies estudiadas de bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia (*) en El Triunfo.

<i>Especie</i>	<i>Número de árboles marcados</i>	<i>Intervalo altitudinal (m)</i>
<i>Ardisia compressa</i>	16	1800-2000
<i>Beilschmiedia</i> sp.	5	1400-1760*
<i>Cinnamomum</i> sp. nov.	6	1770-2000
<i>Citharexylum mocinnii</i>	5	1870-2000
<i>Conostegia volcanalis</i>	11	1830-2000
<i>Eugenia capuli</i>	5	1890-2000
<i>Ficus cockii</i>	5	1400-1580*
<i>Licaria excelsa</i>	5	1800-2000
<i>L. glaberrima</i>	6	1800-2000
<i>Morus insignes</i>	11	1870-2000
<i>Nectandra aff. salicina</i>	3	1890-1930
<i>Nectandra rudis</i>	9	1800-2000
<i>Ocotea acuminatissima</i>	5	1850-2000
<i>O. brothanta</i>	5	1400-1630*
<i>O. chiapensis</i>	40	1850-2000
<i>O. plathyphylla</i>	5	1800-2000
<i>Prunus brachybotrya</i>	3	1870-1950
<i>P. tetradenia</i>	6	1890-1930
<i>Rhamnus capraefolia</i> var. <i>grandifolia</i>	5	1870-1970
<i>Saurauia madrensis</i>	5	1900-2000
<i>Symplocarpon purpusii</i>	13	1800-1930
<i>Synardisia venosa</i>	4	1870-1970
<i>Trophis cuspidata</i>	7	1800-1970

5.2.1 Fenología de floración

El número de especies en floración por mes se presenta en la figura 13. Se observa una marcada estacionalidad de este evento, siendo los meses de menor precipitación (noviembre a mayo) donde se encontró el mayor número de especies con flores maduras, aunque también hubo especies que lo hicieron en lluvias (junio a octubre). Se encontraron dos comportamientos fenológicos, en cuanto a la periodicidad en la floración: 1) especies que florecieron en los dos años de estudio, y 2) especies que sólo en el año de 1993 florecieron.

Los resultados se presentan primero para las especies de floración no anual, y después se desglosan las diferencias obtenidas para las especies de floración anual.

En general, en todas las especies hubo una sincronía en la periodicidad de la floración. Las especies en las que se observó una sincronía de todos los individuos tanto de los marcados como de otros en su floración, fueron *Morus insignis*, *Cinnamomum sp. nov.*, *Ocotea botrantha* y *Rhamnus capraefolia var. grandifolia*.

En el resto de las especies fue mayor la asincronía en la floración. Otro parámetro en el que se observó variabilidad fue en la intensidad en la producción de flores de un individuo a otro, lo cual se reflejó en la fructificación.

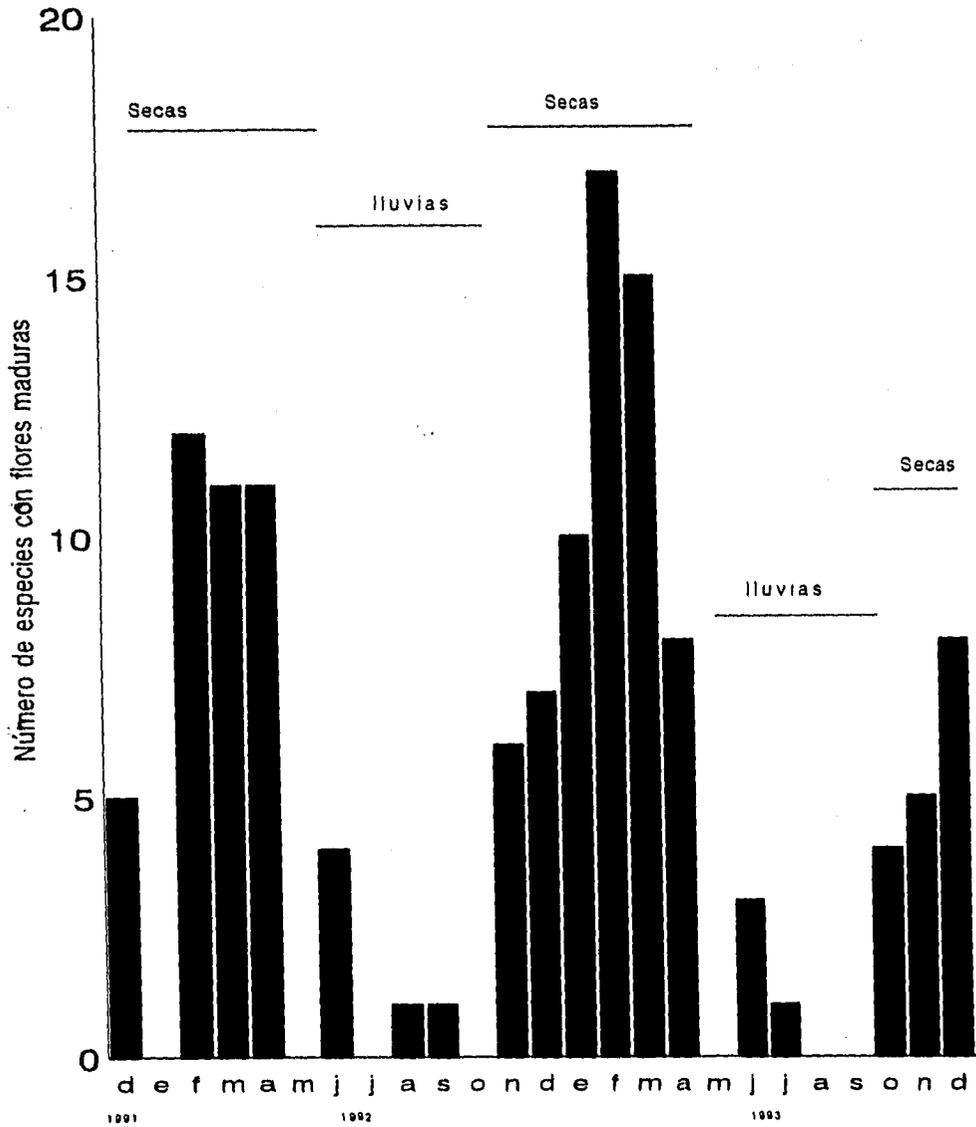


Figura 13. Número de especies con flores maduras durante el periodo de estudio.

5.2.1.1 Floración no anual (4 especies)

Este comportamiento se presentó en especies de bosque mesófilo de montaña, y se presentan sus gráficas en la figura 14. *Symplocarpon purpusii* y *Cinnamomum* sp. nov. cuando se marcaron sus árboles tenían frutos, por lo que se perdió su floración previa. Todos los individuos marcados de estas especies presentaron una floración sincrónica. En el caso de *Trophis cuspidata*, que es una especie dioica, tanto los árboles con flores estaminadas como pistiladas fueron sincrónicos con los de su sexo.

5.2.1.2 Floración anual (19 especies)

Dentro de este comportamiento, hubo variación en cuanto al periodo en que ocurrió la floración de estas especies. Estos ~~comportamientos~~ comportamientos fenológicos se conjuntaron en a) especies que su floración fue claramente definida en el periodo de secas, b) otras que comprendieron meses de secas y los primeros meses de lluvias (junio-julio), y c) especies que su floración se inició en lluvias pero comprendieron los primeros meses de secas (noviembre-diciembre).

5.2.1.2.a) Floración en temporada de secas (13 especies)

Las gráficas de las especies de floración en secas se presentan en la figura 15. En estas especies fue frecuente la floración más

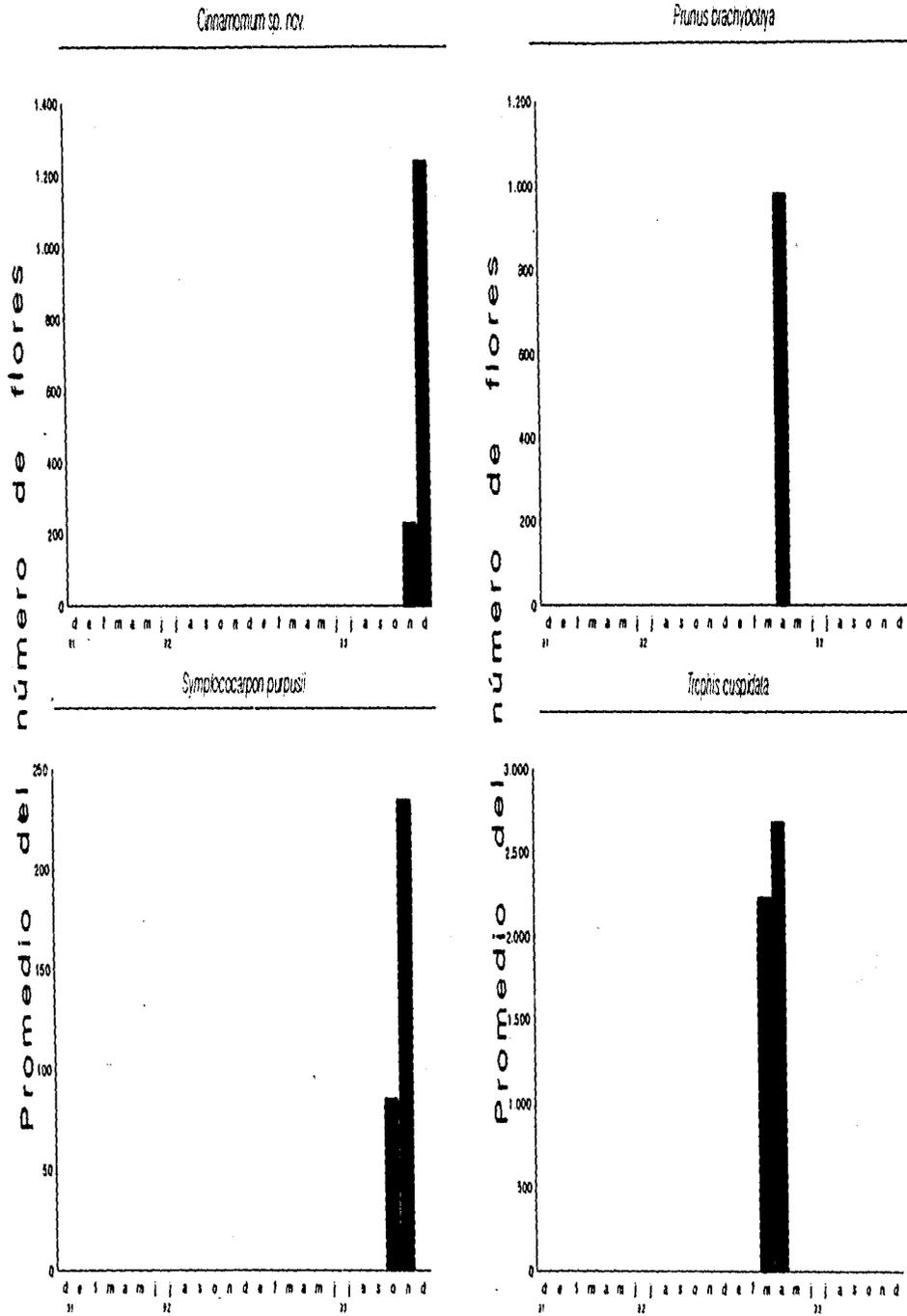


Figura 14. Variación temporal en la floración de las especies no anuales.

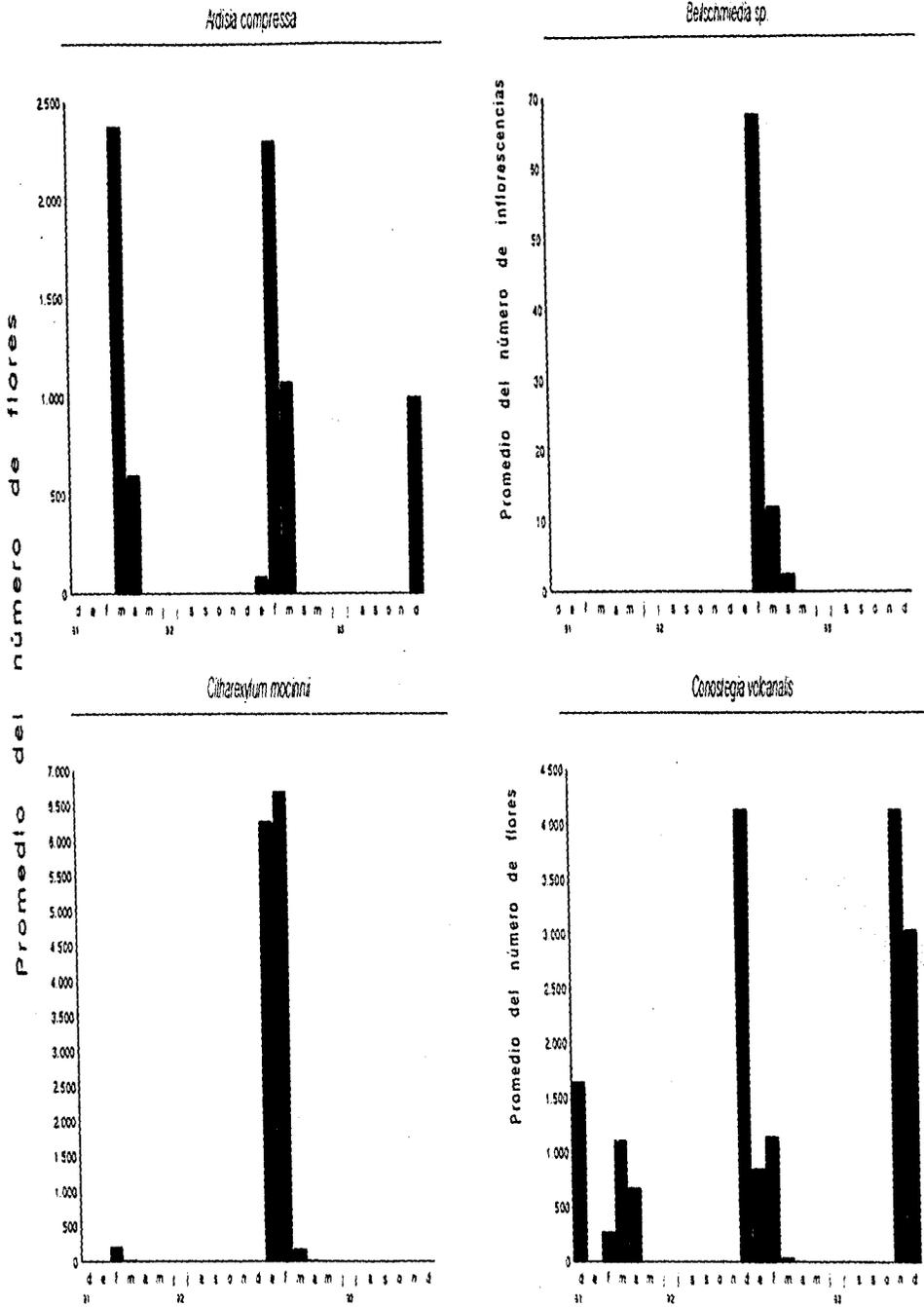


Figura 15. Variación temporal en la floración de las especies en secas.

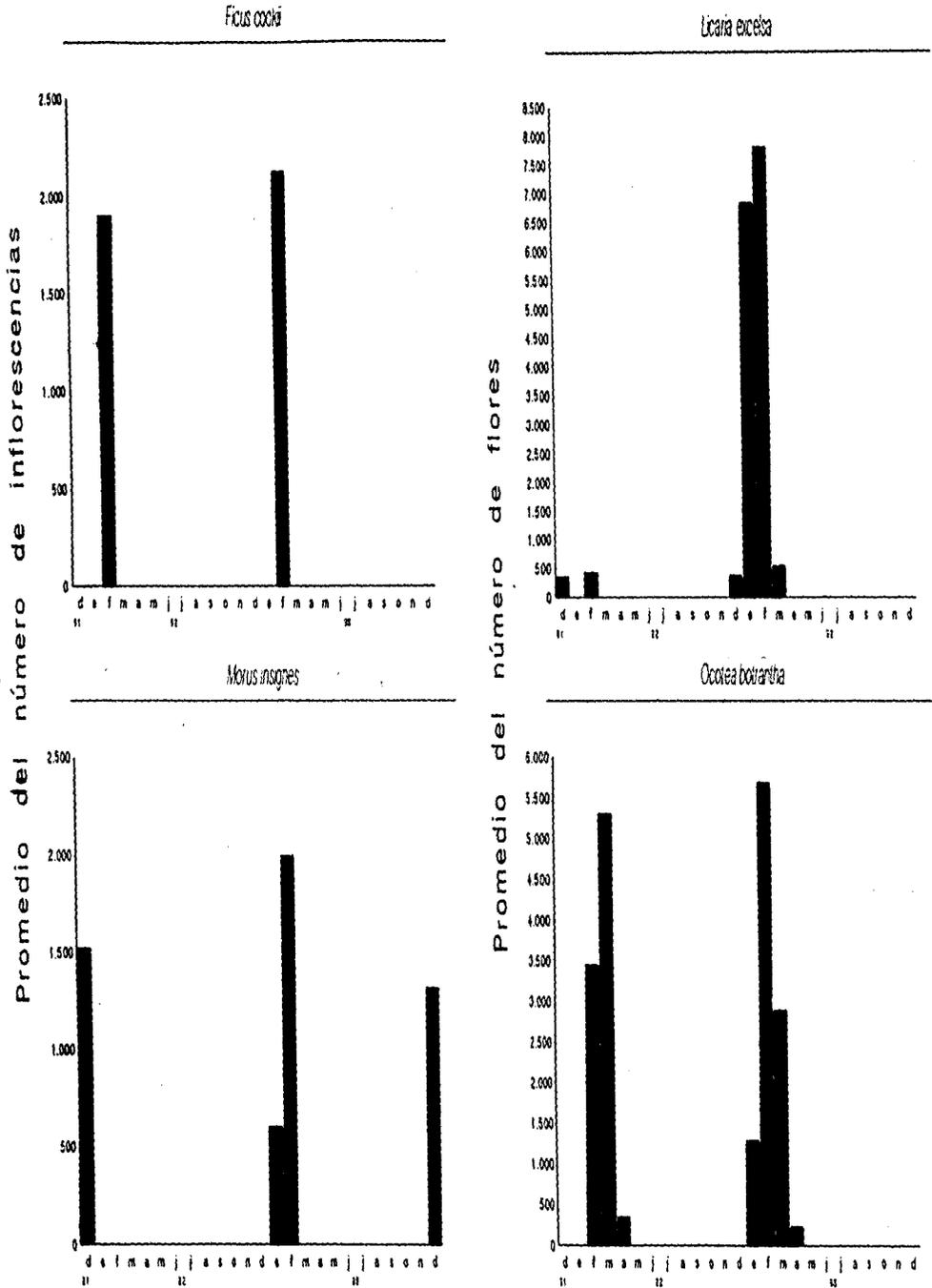


Figura 15 (cont.) . Variación temporal en la floración de las especies de secas.

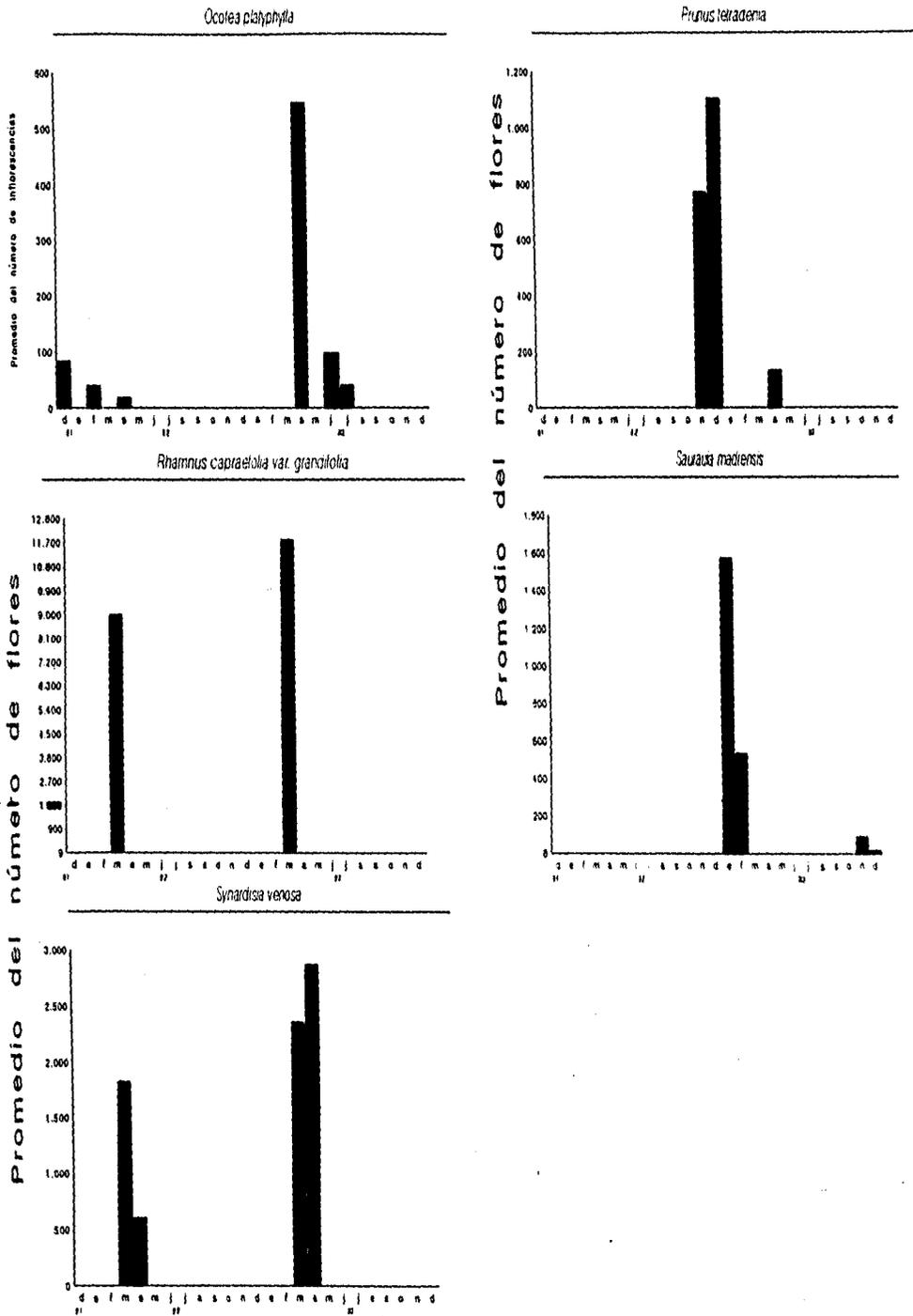


Figura 15 (cont.) . Variación temporal en la floración de las especies de secas.

intensa en los meses de enero y febrero. En el caso de *Ocotea platyphylla*, que presentó flores maduras en el mes de junio de 1993, que ya corresponde al de lluvias, se incluyó en este patrón debido a que sólo fue un individuo el que floreció.

5.2.1.2.b) Floración durante los meses de secas y lluvias (4 especies)

Este comportamiento fenológico, lo presentaron sólo especies de la familia Lauraceae, (Figura 16). La mayor asincronía en la floración lo presentaron los árboles de *Ocotea chiapensis*.

En el caso de *Nectandra rudis*, aunque disminuyó la intensidad en su floración en los meses de junio-julio, todos los individuos marcados presentaron flores.

5.2.1.2.c) Floración durante los meses de lluvias y secas (2 especies)

Este patrón se diferencia del anterior en que, la floración de estas dos especies se inició durante los meses de lluvias y se continuó hasta los primeros meses de secas (noviembre-diciembre). (Figura 17).

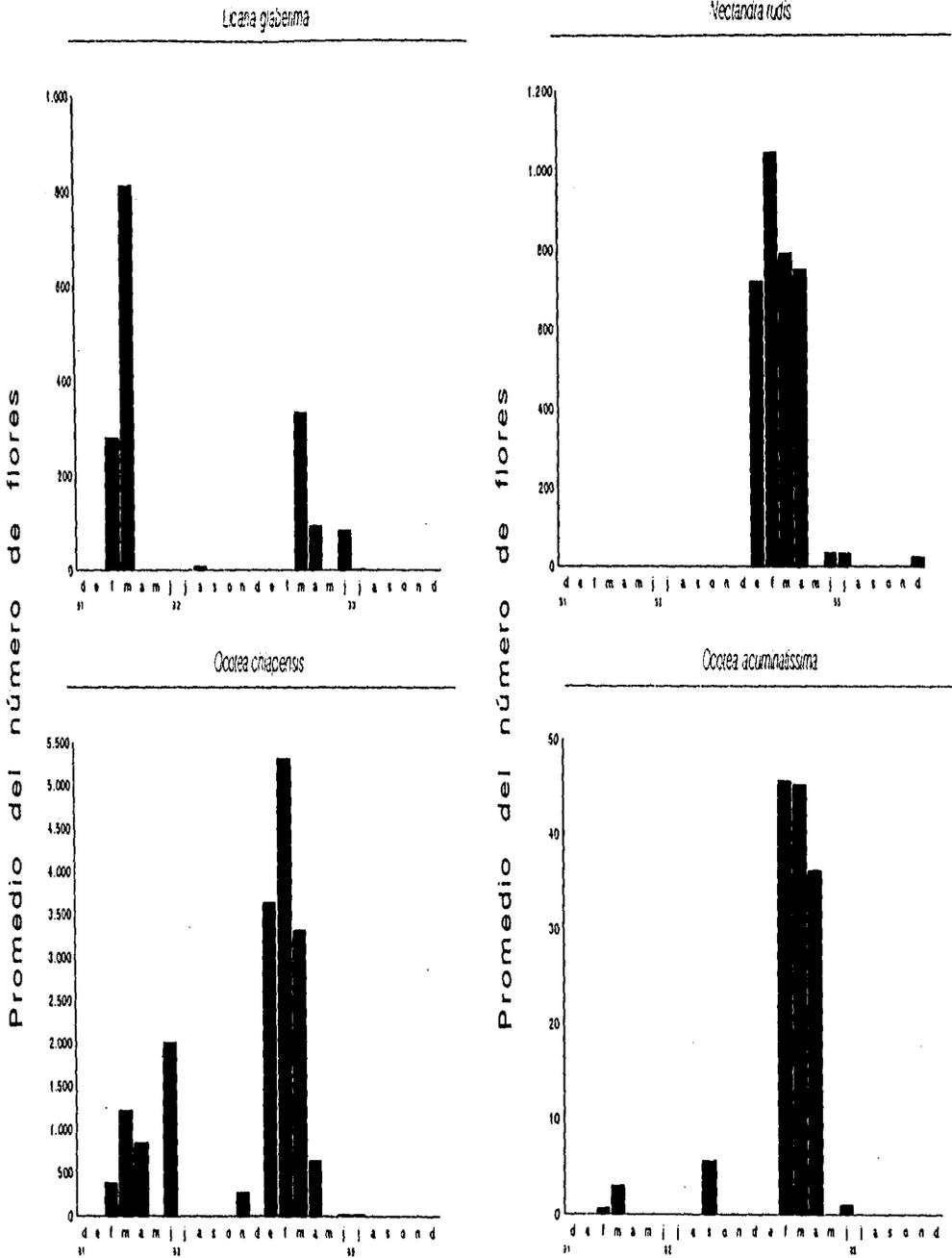


Figura 16. Variación temporal en la floración de las especies de secas y de lluvias.

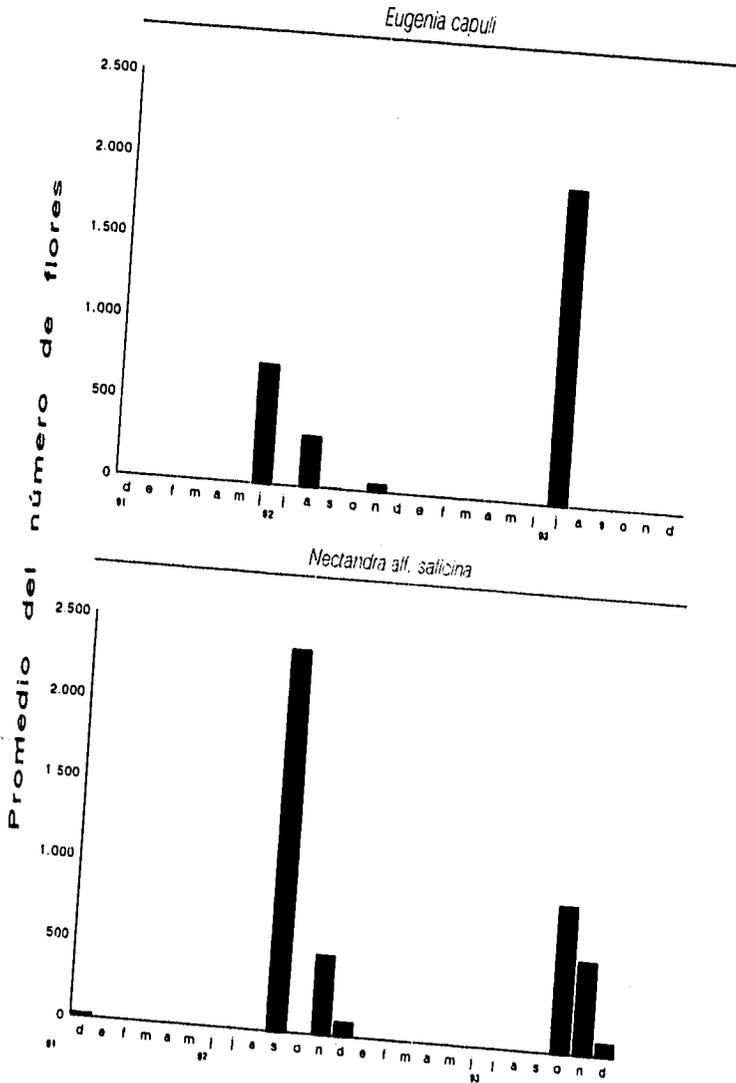


Figura 17. Variación temporal en la floración de las especies de lluvias y secas.

5.2.2 Fenología de fructificación

En este evento no se tuvo una estacionalidad tan marcada, como se observó para la floración. En la figura 18, se presenta el total de especies que presentaron fructificación en cada mes, y lo que se observa es que todo el año hubo producción de frutos, debida en gran parte a que no todos los individuos marcados fueron sincrónicos en este evento.

Los dos patrones básicos en la fructificación fueron: 1) especies no anuales y 2) especies anuales.

En las especies en que no se presentan las categorías de frutos inmaduros (*Ardisia compressa*, *Ficus cookii*, *Morus insignis* y *Saurauia madrensis*), es porque no se observó que el quetzal los comió.

5.2.2.1) Especies de fructificación no anual (4 especies)

Este patrón es un resultado, de las especies de floración no anual. Las gráficas de estas especies aparecen en la figura 19. *Cinnamomum* sp. nov., fue la única especie que fructificó en los meses de secas, y *Prunus brachybotrya* en los meses de lluvias. En tanto que *Symplocarpon purpusii* y *Trophis cuspidata*, lo hicieron en meses de fin de lluvias y de secas, en el caso de esta última especie no se supo hasta que meses de secas se puede extender la presencia de frutos, debido a que este estudio concluyó su trabajo de campo.

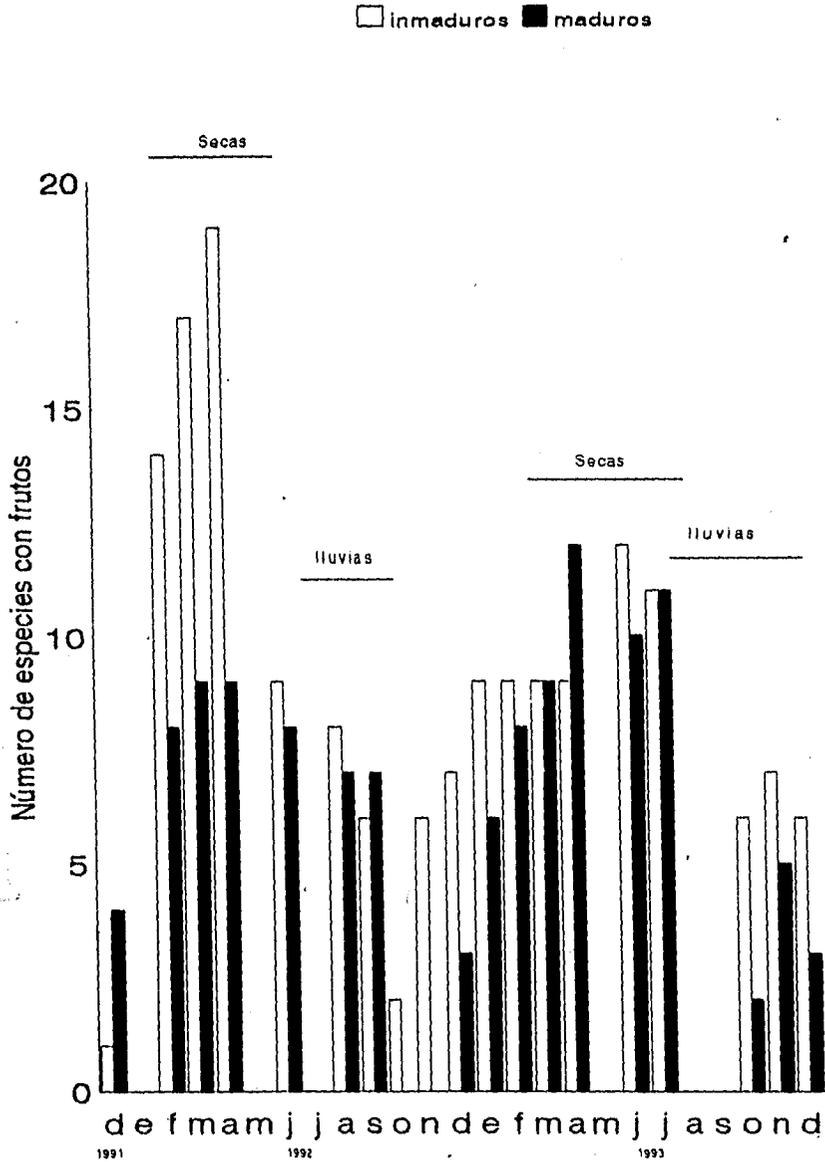
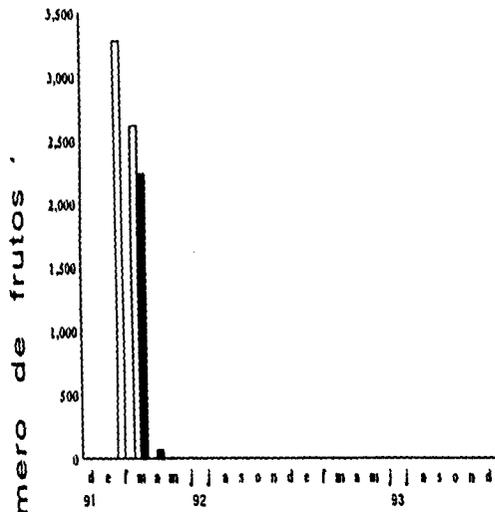


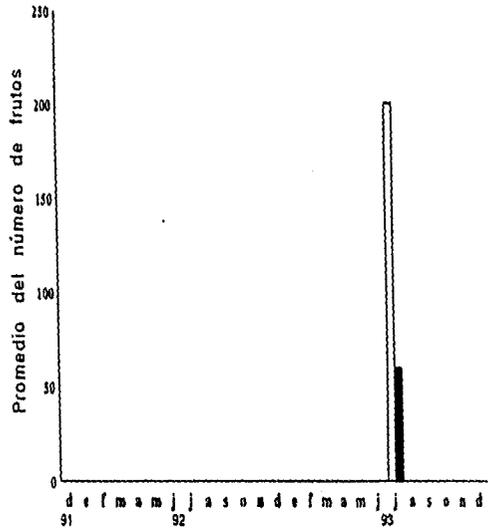
Figura 18. Número de especies con frutos a lo largo del año, durante el periodo de estudio.

Cinnamomum sp. nov.



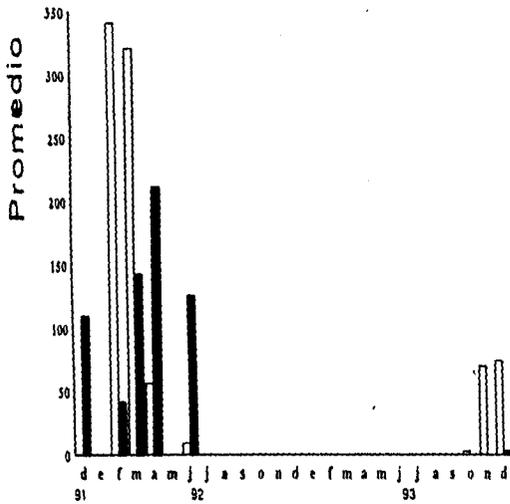
a) En secas.

Prunus brachybotrya



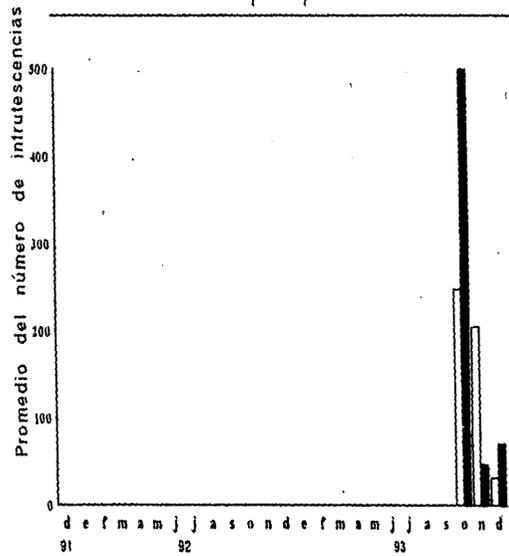
b) En lluvias

Symplocarpon purpusii



c) En secas y lluvias.

Trophis cuspidata



■ Maduros □ Inmaduros

Figura 19. Variación en la abundancia de frutos de las especies de fructificación no anual.

5.2.2.2) Especies de fructificación anual

En las especies que fructificaron en los dos años se encontró una mayor variabilidad en la duración de la fructificación. Estos diversos comportamientos fueron: 1) especies de secas, 2) especies de lluvias, 3) especies cuya fructificación se inició en la temporada de lluvias, y dentro de este patrón se observaron dos tendencias: a) especies que comprendieron los primeros meses de lluvias (junio-julio) y especies que comprendieron hasta los meses de fin de lluvias (septiembre-octubre), y 4) especies que iniciaron su fructificación en los meses de lluvias y se continuaron hasta los meses de secas.

5.2.2.2.a) Especies de fructificación en secas (1 especie)

Este comportamiento se observó sólo en *Morus insignis*. Los individuos marcados y otros observados presentaron una sincronía en la producción de frutos. En la figura 20 se presenta el promedio de frutos producidos por los individuos observados.

5.2.2.2.b) Especies de fructificación en lluvias (1 especie)

Este patrón sólo lo presentó *Ficus cookii*, que es una especie de selva. En 1993 se observó que desde el mes de abril se presentaron las infrutescencias maduras, aunque en un número muy bajo, como se ve en la figura 21.

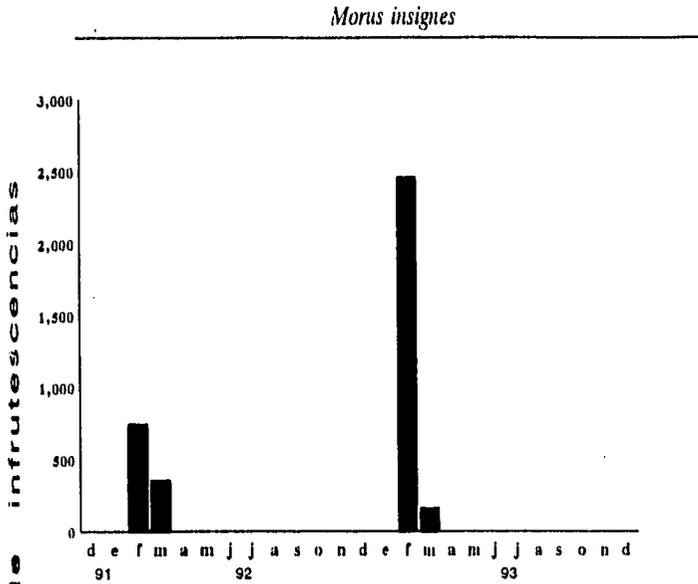


Figura 20. Variación temporal en la fructificación de la especie en secas.

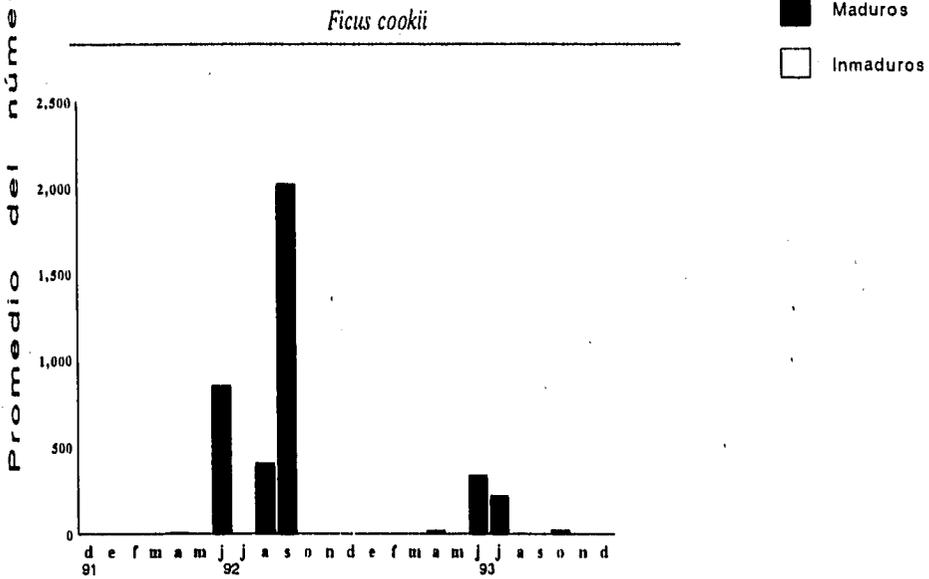


Figura 21. Variación temporal en la fructificación de la especie de lluvias.

5.2.2.2.c) Especies de secas y lluvias (14 especies)

Las especies que fructificaron en secas y principio de lluvias fueron 10 especies (Fig. 22). En la figura 23 se presentan las 8 que lo hicieron hasta el fin de lluvias.

5.2.2.2.d) Especies de lluvias y de secas (3 especies)

Las gráficas de las especies que presentaron este patrón corresponden a la figura 24. En el caso de *Synardisia venosa*, no presentó frutos en 1993, pero no debido a una ausencia en su floración, aunque sólo lo hizo un individuo de los marcados y de otros que se observaron.

En el cuadro 14 se presenta el promedio total de frutos de cada especie, y además su desviación estándar y el coeficiente de variación.

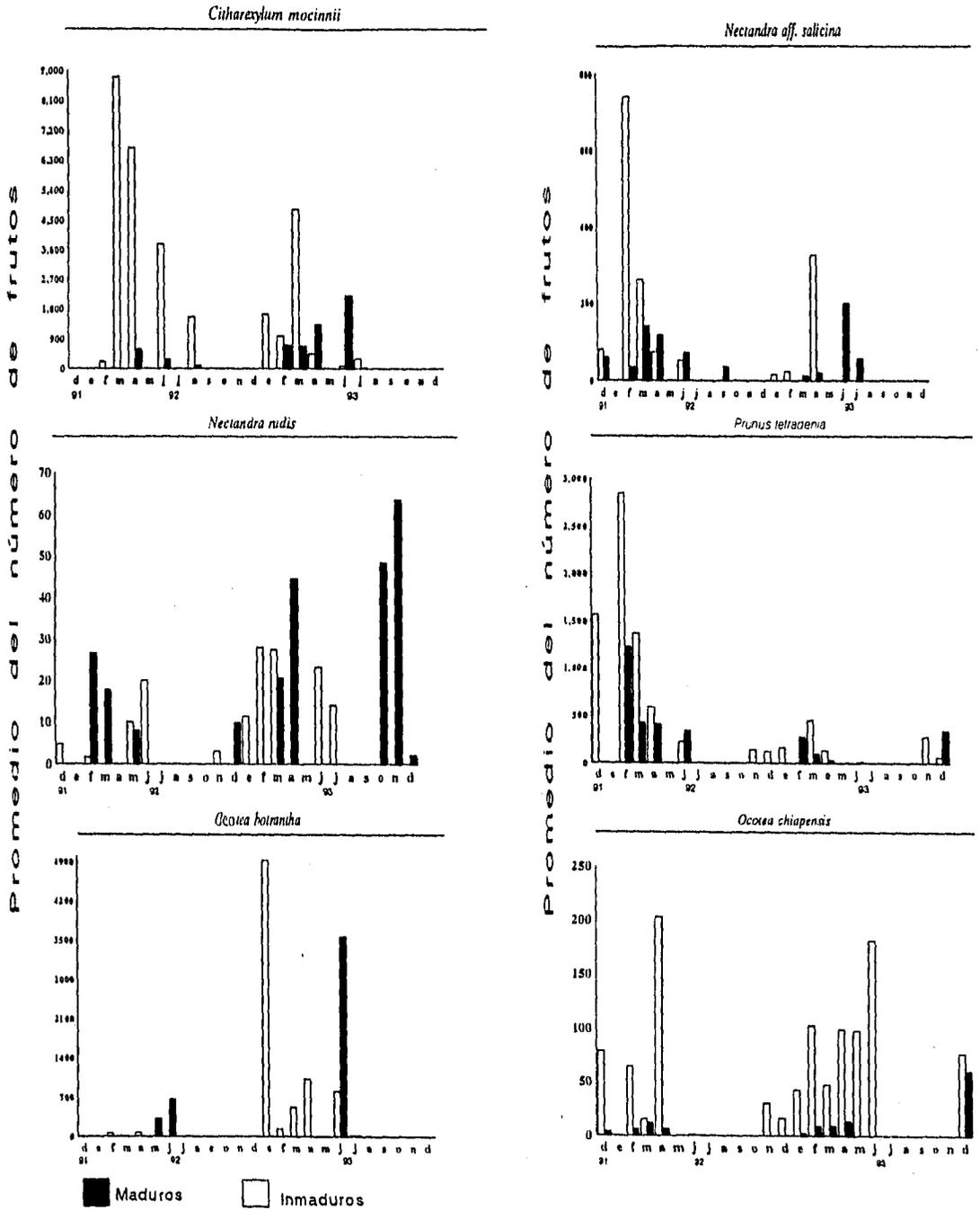


Figura 22. Variación en la abundancia de frutos de las especies de fructificación en secas y principio de lluvias.

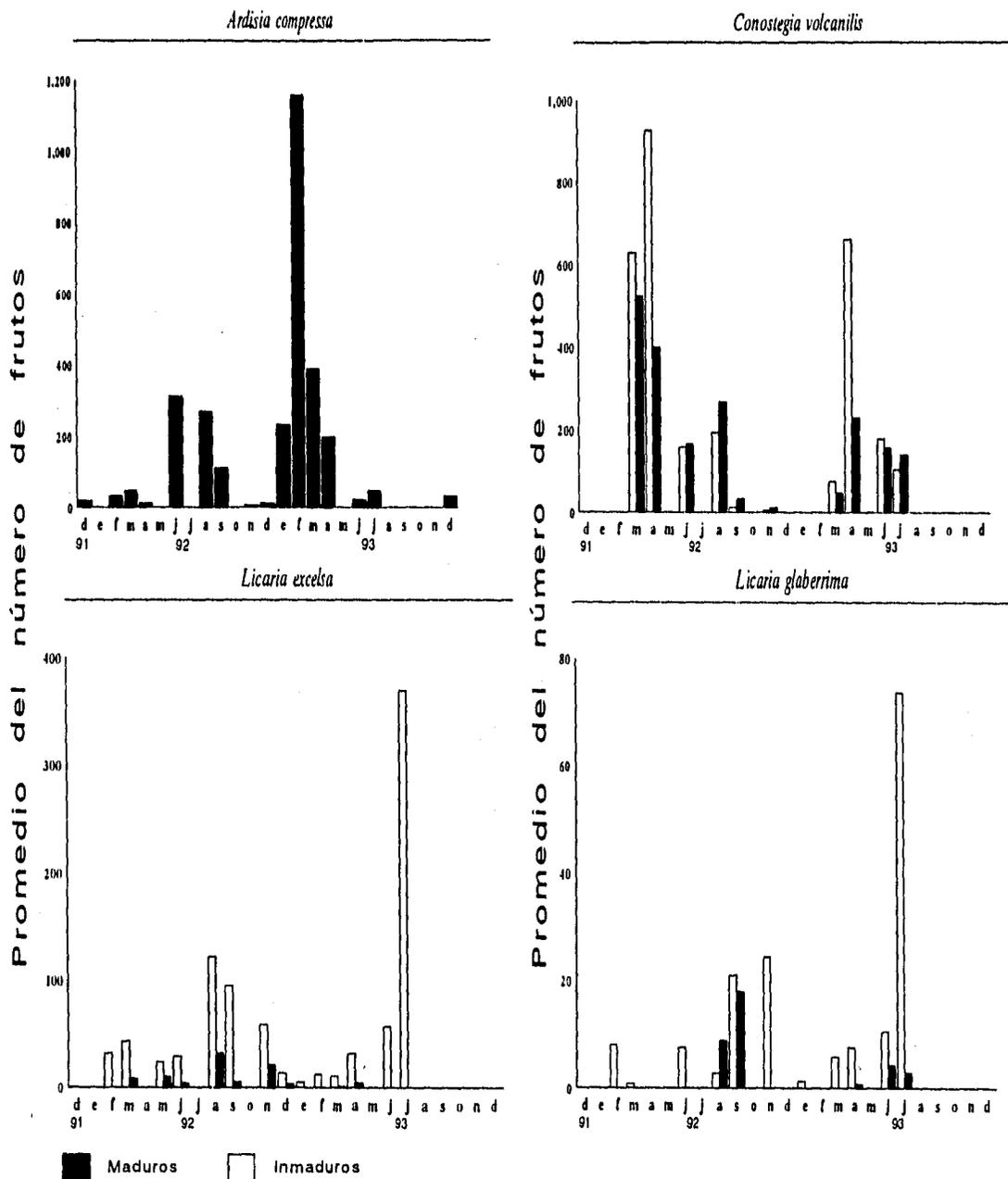


Fig. 23. Variación en la abundancia de frutos de las especies de secas y hasta fin de lluvias.

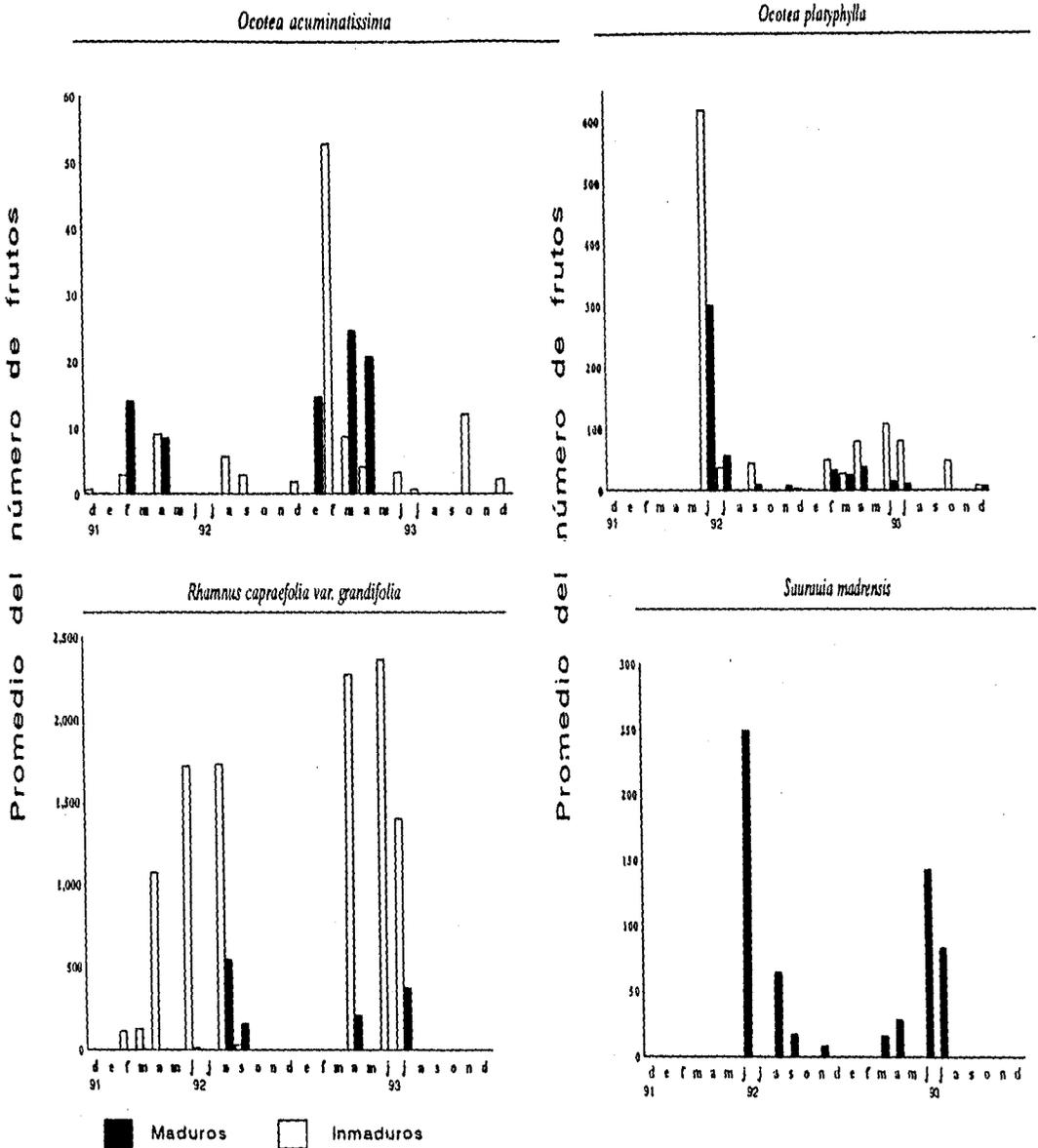


Figura 23 (cont.). Variación en la abundancia de frutos de las especies de secas y hasta fin de lluvias.

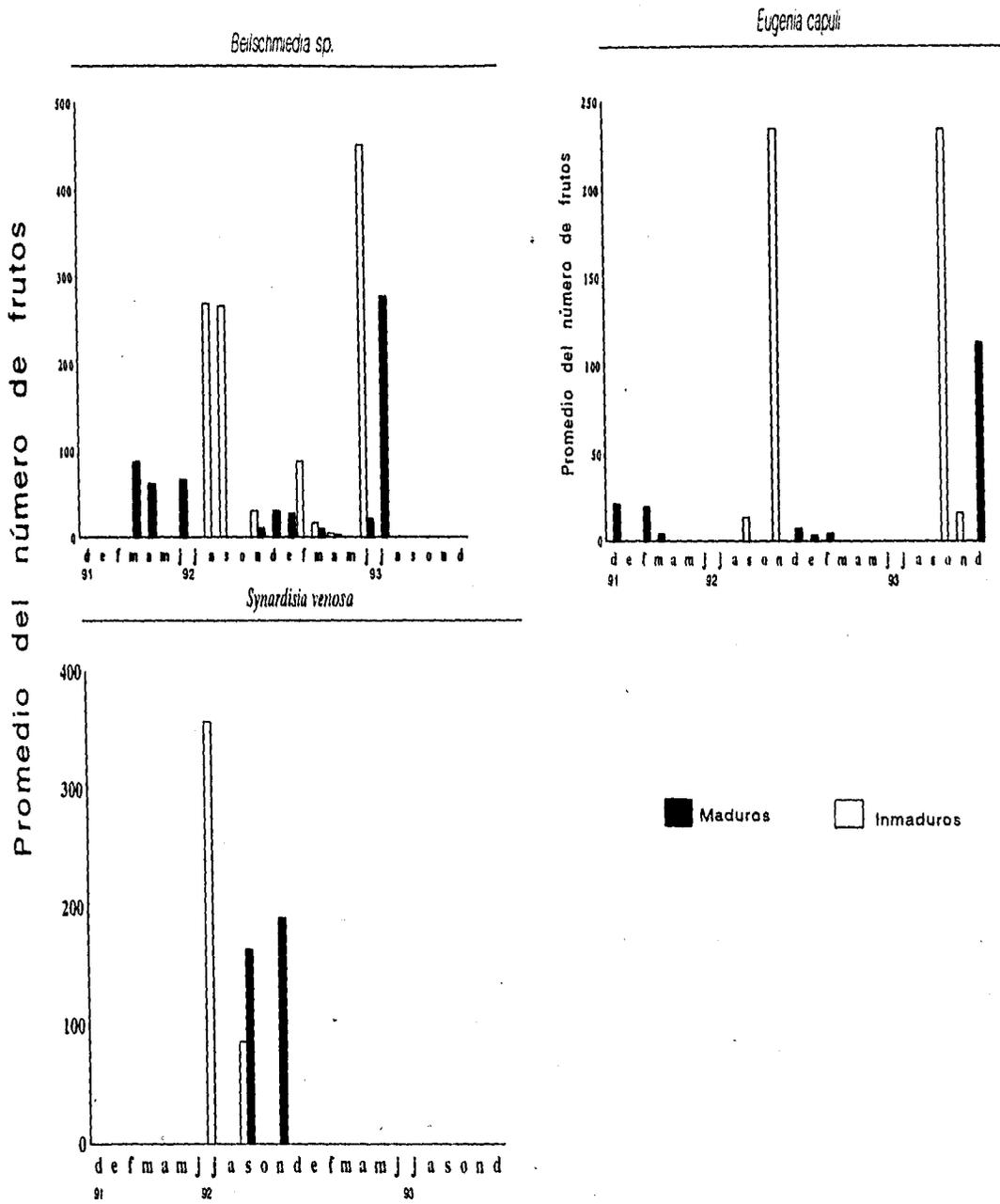


Figura 24. Variación en la abundancia de frutos de las especies de lluvias y secas.

Cuadro 14. Para cada especie y fecha se muestra el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación (%) y el número de individuos en fructificación (antes de la diagonal) y el número de árboles observados (después de la diagonal).

Especie	Fecha de observación																	
	1991				1992				1993									
	d	f	m	a	j	a	s	n	d	e	f	m	a	j	j	o	n	d
<i>Ardisia compressa</i>	181	326	462	124	3126	269	1111	68	118	233	1158	3892	198	208	47			32,5
	289	666	566	27,1	4468	735	127	103	219	363	1698	9427	167	78	38			227
	160	200	120	210	140	270	114	150	185	150	150	240	80	370	80			70
	9/16	12/16	13/16	16/16	16/16	12/16	14/16	7/16	4/16	12/16	9/16	9/16	14/16	1/16	13/16			15/16
<i>Beilchmiedia</i> sp.			875	62	67	2687	2657	405	297	26	877	260	7	4732	277			
			1515	1074	10482	4168	4181	49	465	389	790	270	75	8105	4798			
			170	170	160	150	160	120	150	150	90	100	110	170	170			
			1/4	1/4	3/2	3/5	3/4	2/5	2/5	2/5	3/4	3/4	2/4	2/4	1/4			
<i>Cinnamomum</i> sp. nov.	32782	48506	666															
	180549	46766	521															
	50	90	80															
	4/6	5/5	5/5															
<i>Citharexylum mocinnii</i>	200	8800	7241	4030	16374				1620	16732	5479	1764	22518	3012				214
				2130	13304				21857	11852	38317	6712	18898	6024				428
				52	80				130	70	70	30	80	200				200
	1/1	1/1	1/1	4/5	4/5				2/5	4/5	5/5	5/5	4/5	1/5				1/5
<i>Conostegia volcanalis</i>		11527	1326	3252	4616	431	155				1212	8921	3358	2442				
		958	19567	3618	6706	378	162				2599	13133	2847	2351				
		80	150	110	140	80	100				200	150	80	90				
		4/6	6/8	5/8	8/8	7/8	5/8				4/8	7/8	7/8	6/8				

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 14 cont.). Para cada especie y fecha se muestra el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación (%), y el número de individuos con frutos (antes de la diagonal) y el número total de observaciones (después de la diagonal).

Especie	Fecha de observación																	
	1991 d	1992 f	m	a	j	a	s	n	d	e	f	m	a	1993 j	j	o	n	d
Eugenia capuli	2125	194		4			134	234	72	34	42					234	16	1128
	2016	193		89			296	3508	1103	76	74					4114	358	2104
	90	90		220			220	150	150	220	170					170	220	180
	4/5	3/5		1/5			1/5	3/5	2/5	1/5	2/5					2/5	1/5	2/5
Ficus cookii				60	8526	4038	2020							188	337	2172	226	
				60	22331	21753	31137							895	2301	1661	3897	
				100	30	50	15							40	60	70	170	
				4/5	5/5	5/5	5/5							5/5	4/5	5/5	2/5	
Licaria excelsa	6	3167	4280	34	3340	154	1008	8020	1720	5	1220	120	3640	568	3696			
	120	4478	5245	1994	1822	18736	7495	7205	1518	97	1004	2327	3777	4912	11714			
	200	140	120	60	50	120	70	80	80	190	80	190	100	80	30			
	1/5	1/5	2/5	3/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	1/5	3/5	1/5	4/5	2/5	5/5			
Licaria glaberrima	8	75		750	1150	3900	245			125		575	825	1475	765			
	1386	13		862	1992	3795	4016			217		996	262	1720	10042			
	170	170		110	170	90	160			170		170	30	110	130			
	1/1	1/1		2/4	1/4	3/4	2/4			1/4		1/4	2/4	2/4	2/4			
Morus insignes	7485	3544	875									245625	15925	225				
	13769	6278	221									521147	288	57				
	180	170	250									210	180	250				
	4/10	5/10	1/10									10/10	5/10	1/10				

79

Cuadro 14 (cont.). Para cada especie y fecha se muestra el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación (%), y el número de individuos con frutos (antes de la diagonal) y el número total de observaciones (después de la diagonal).

Especie	Fecha de observación																													
	1991							1992																						
	d	f	m	a	j	a	s	n	d	e	f	m	a	j	j	o	n	d												
Nectandra aff. salicina	140	775	403	1917	1243	683	36											163	233	12	3467	2007								
	-	-	255	954	1099	788	441											10	206	74	235,5	123								
	-	-	60	50	80	110	110											60	80	60	68	61								
	1/1	1/1	3/3	3/3	3/3	3/3	1/3											3/3	3/3	3/3	2/3	2/3								
Nectandra rudis	47	282	176	18	20		3	98	114	28	48	446	238	14	484	636	22													
	61	525	327	36	40		6	144	228	365	776	738	464	28	677	85	31													
	129	180	180	200	200		200	140	200	130	160	160	200	200	140	130	140													
	1/3	1/5	2/5	1/5	1/5		1/5	1/5	1/5	2/5	2/5	2/5	2/5	1/5	1/5	2/5	3/5	2/5												
Ocotea acuminatissima	6	168	174			56	28	18	146	528	332	246	32	6	12		22													
	12	179	101			69	56	24	217	437	489	379	64	120	173		44													
	200	110	60			120	200	130	150	80	150	150	200	200	140		200													
	1/5	3/5	4/5			2/5	2/5	2/5	2/5	5/5	2/5	2/5	1/5	1/5	3/5		1/5													
O. botrantha		59	686	3146	6606													49222	1368	5218	10276	43606	37							
		64	598	2789	7515													49199	747	5526	9976	38233	416							
		110	87	80	113													100	50	110	90	80	110							
		3/5	4/5	5/5	3/5													4/5	4/5	3/5	5/5	5/5	2/5							
O. chiapensis	16	206	27	143	13	10	31	17	45	112	563	112	98	182	265	120	137													
	50	44	62	524	66	27	67	45	104	349	150	260	235	234	247	146	160													
	3094	215	2325	3674	507	274	223	265	229	312	266	231	240	151	93	131	117													
	17/34	13/38	12/38	5/40	1/40	9/40	18/40	13/40	12/40	15/40	15/40	17/40	15/40	21/40	30/40	23/40	28/40													

80

Cuadro 14 (cont.). Para cada especie y fecha se muestra el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación (%), y el número de individuos con frutos (antes de la diagonal) y el número total de observaciones (después de la diagonal).

Especie	Fecha de observación																		
	1991				1992				1993										
	d	f	m	a	j	a	s	n	d	e	f	m	a	j	j	o	n	d	
<i>Ocotea platyphylla</i>					9162	93	532	77	22		82	522	1175	1232	912	482		147	
					10144	939	922	134	39		824	555	2035	1754	1333	836		149	
					110	100	173	173	173		100	100	173	142	146	170		100	
					2/4	2/4	1/4	1/4	1/4		3/4	3/4	1/4	1/4	2/4	2/4		2/4	
<i>Prunus brachybotrya</i>														260					
														684					
														26					
														4/4					
<i>P. tetradenia</i>		15597	40644	17867	988	5523				13614	1214	1607	2731	543	1567	91		270	3943
		11428	42348	16735	6458	6136				2538	2974	3086	4127	4147	2602	224		2333	6524
		70	100	90	60	110				190	250	190	150	76	160	250		80	160
		6/6	7/7	7/7	7/7	6/7				1/7	1/7	3/7	4/7	6/7	5/7	1/7		5/7	6/7
<i>Rhamnus capraefolia</i> var. <i>grandifolia</i>		113	125	10716	17256	22708	1866							24752	23584	17664			
		1542	1471	12052	8589	9487	3219							30305	14744	11669			
		146	120	110	49	41	170							120	60	60			
		3/3	3/3	3/5	5/5	5/5	5/5							4/5	5/5	5/5			
<i>Saurauia madrensis</i>					249	64	17	82					16	284	83				
					498	128	34	164					32	568	465				
					200	200	200	200					200	200	60				
					1/5	1/5	1/5	1/5					1/5	1/5	4/5				

Cuadro 14 (cont.). Para cada especie y fecha se muestra el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación (%), y el número de individuos con frutos (antes de la diagonal) y el número total de observaciones (después de la diagonal).

Especie	Fecha de observación																	
	1991		1992		1993													
	d	f	m	a	j	a	s	n	d	e	f	m	a	j	j	o	n	d
<i>Symplocarpon purpusii</i>	110	3827	464	2686												26	697	768
	1349	5891	5636	2988												63	2057	1735
	120	150	120	110												240	290	220
	6/6	4/6	5/6	13/14												2/14	4/14	7/14
<i>Synardisia venosa</i>					3575	2502	1912											
					2852	3285	2199											
					80	130	110											
					4/4	4/4	4/4											
<i>Trophis cuspidata*</i>																7467	2507	1017
																5795	1484	472
																70	60	50
																3/3	3/3	3/3

* Para esta especie se marcaron en total 7 árboles, aunque el resto fueron de flores estaminadas.

5.3 Fenología y ciclo reproductivo del quetzal

El recurso principal en la dieta del quetzal fueron los frutos (ver cuadros 8 y 22), por lo que se obtuvo la abundancia de este recurso. Esta disponibilidad de frutos se obtuvo para el área de reproducción sumando las cantidades totales de frutos de las 20 especies de bosque mesófilo de montaña (Figura 25). Para el área de migración se consideraron el total de frutos producidos por las 3 especies de selva alta perennifolia (Figura 26).

La regresión lineal que se aplicó a las variables de abundancia de frutos (Figura 25) y de la abundancia de quetzales (ver Figura 11) dió un valor de R^2 de 59.18%, y el coeficiente de correlación fue igual a .769304; por lo que se aceptó que entre ambas variables existe una relación significativa. En el cuadro 15 y se presentan los valores de los parámetros estadísticos.

Cuadro 15. Valores de los parámetros estadísticos obtenidos con el análisis de regresión lineal, de las variables abundancia de frutos y de quetzales en el área de reproducción del quetzal.

Parámetro	Valor estimado	Error estándar	Valor (T)	Nivel de Probabilidad
Ordenada	-4.72055	6.49673	-0.726603	.47866
Pendiente	9.14492E-4	1.95877E-4	4.66361	.00031

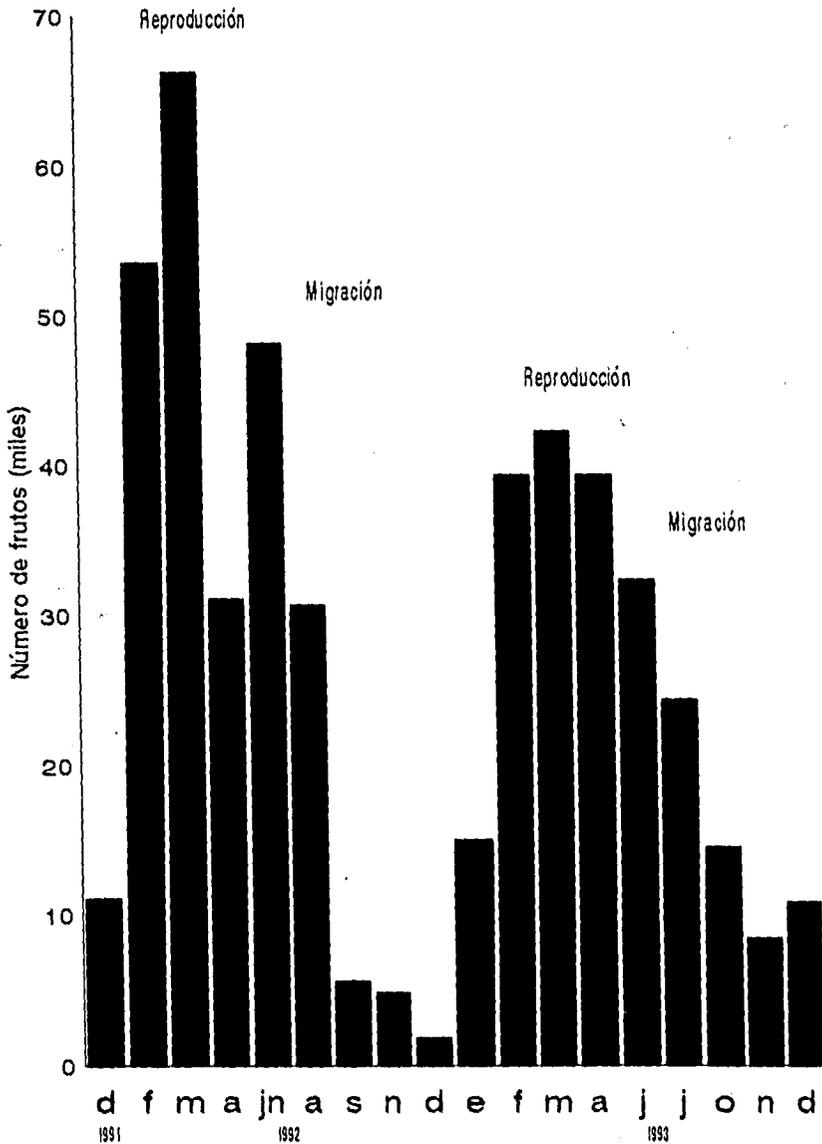


Figura 25. Variación en la abundancia de frutos en el área de reproducción del quetzal y su relación con su ciclo reproductivo en El Triunfo.

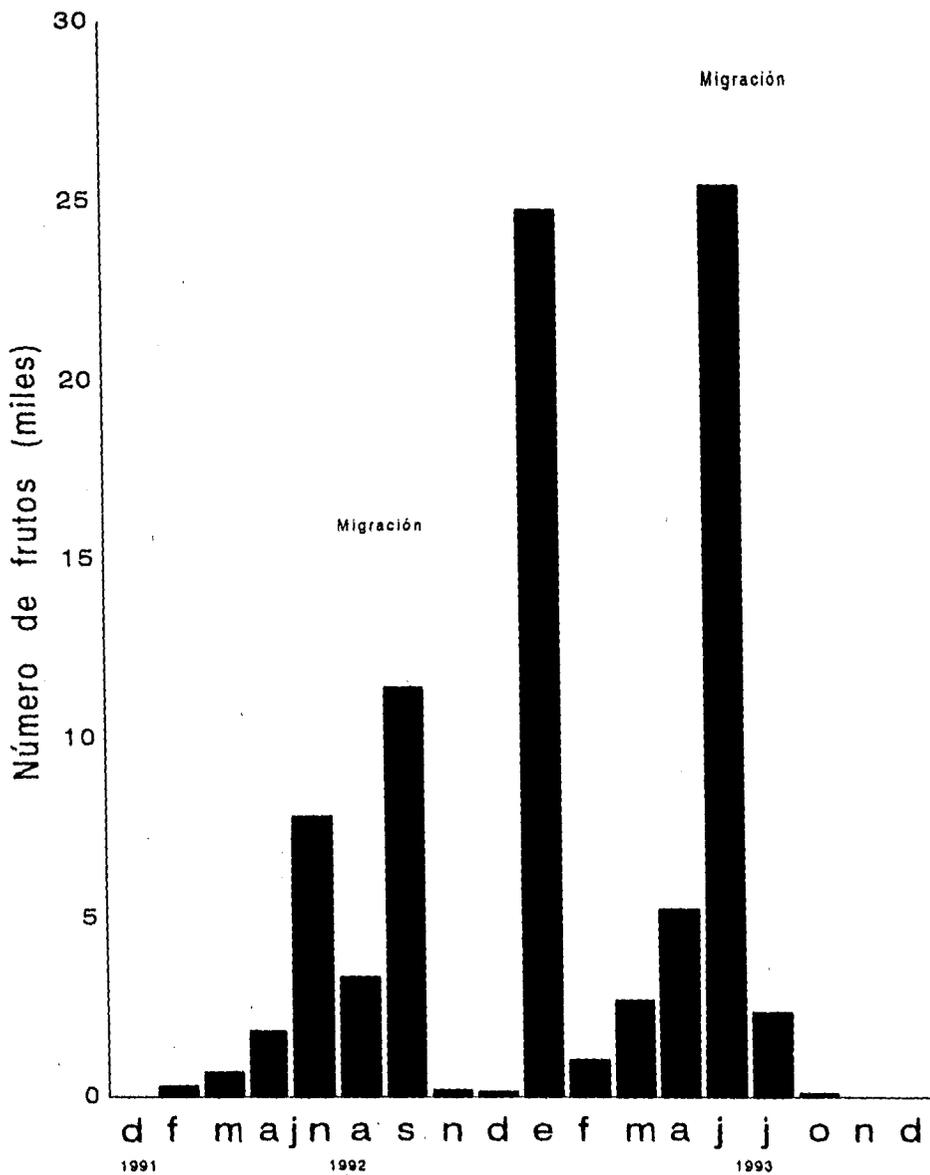


Figura 26. Variación en la abundancia de frutos en un área de migración y su relación con el ciclo reproductivo del quetzal.

El modelo obtenido fue una línea recta de la forma $Y=a+bX$.

En la figura 27 se presenta el modelo para bosque mesófilo de montaña. Sustituyendo en la ecuación del modelo los valores obtenidos para la pendiente (a) y para la ordenada (b):

$$Y=-4.72055+(9.13492 \times 10^{-4})X$$

Para el caso del sitio de migración se usaron los datos de la figura 26 y las observaciones de quetzales en los sitios de migración (ver Cuadro 6). En el cuadro 16 se presentan los resultados de los parámetros estadísticos del análisis de regresión para selva alta perennifolia y en la figura 28 se presenta la línea del modelo obtenido.

Cuadro 16. Valores de los parámetros estadísticos obtenidos con el análisis de regresión lineal, entre las variables abundancia de frutos y de quetzales en un área de migración.

Parámetro	Valor estimado	Error estándar	Valor (T)	Nivel de Probabilidad
Ordenada	.0413607	.191894	0.215539	.83297
Pendiente	3.72322E-5	2.0983E-5	1.7744	.09502

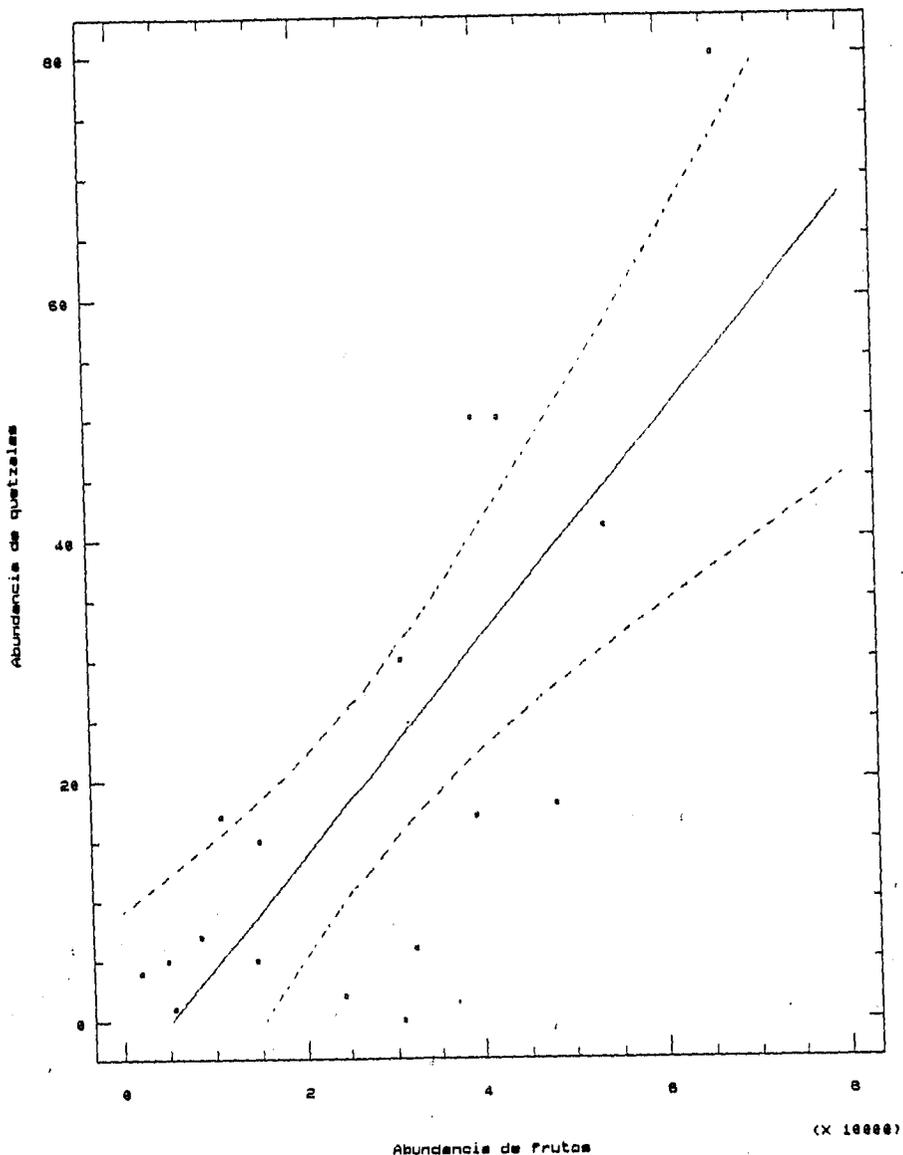


Figura 27. Resultado del análisis de regresión lineal entre la abundancia de frutos y la abundancia de quetzales, en un bosque mesófilo en El Triunfo, Chiapas. La recta se ajustó al modelo $Y = -4.72055 + (0.00091349)X$, las líneas discontinuas representan los límites de confianza al 95%.

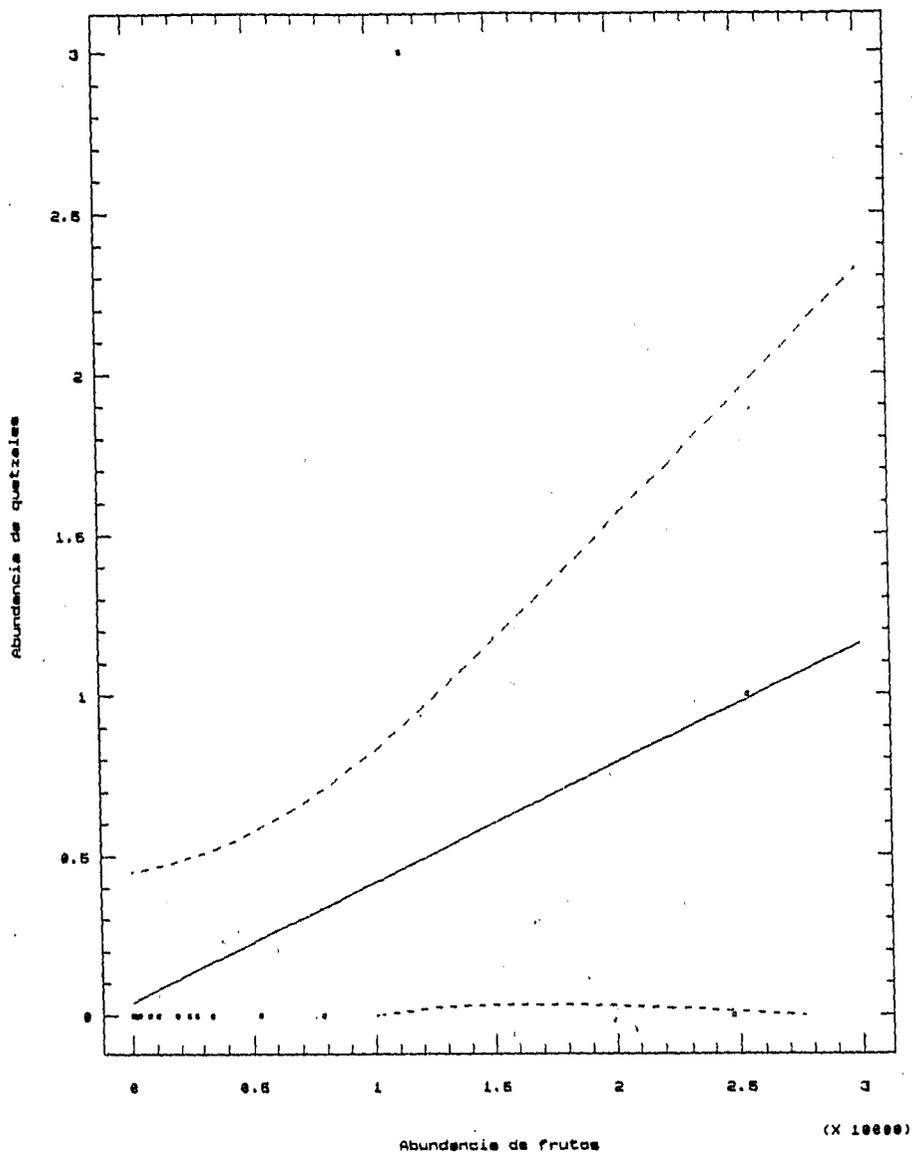


Figura 28. Análisis de regresión lineal entre la abundancia de frutos y de quetzales en una selva alta perennifolia en el Triunfo, Chiapas. La línea recta corresponde al modelo $Y = .413607 + (.00003723)X$, las líneas discontinuas corresponden a los límites de confianza del 95%.

El coeficiente de correlación fue de 0.405494, y la R^2 fue de 16.44%. Este valor indica que no hubo relación entre las variables abundancia de frutos y de quetzales para esa área de migración.

Sustituyendo los valores en el modelo obtenido de la recta

$$Y = .0413607 + (3.72322 \times 10^{-5})X.$$

CAPITULO SEIS

VI. DISCUSIÓN

6.1 Sobre el método empleado en fenología

Sobre el método empleado para la realización del estudio fenológico, se podrían hacer muchas críticas, sobre todo respecto al error que implica el conteo de frutos de especies arbóreas. Sin embargo, otras formas de hacer fenología también llevan consigo errores, o bien son estimaciones cualitativas (p. e. trampeo o estimaciones porcentuales) que no hubiesen aportado la información necesaria para uno de los objetivos de este trabajo, que era averiguar si los cambios en la abundancia de frutos están relacionados con los desplazamientos altitudinales del quetzal. Existen trabajos donde se ha discutido la precisión de los distintos métodos usados en fenología (p. ej. Blake *et al.*, 1990; Chapman, *et al.*, 1992), y no se propone a alguno como el mejor. Estos métodos son tan diversos como lo han sido los objetivos que se ha propuesto cada estudio. La desventaja principal de esta variedad de formas de hacer fenología, es que no siempre se pueden hacer comparaciones entre los estudios, sobre todo en la intensidad de la producción de las distintas fenofases de interés.

Este estudio necesitaba un método de tipo cuantitativo (Ratchke y Lacey, 1985), para poder aplicar los análisis con el ciclo del quetzal, considero que fue adecuado para este objetivo.

En lo que se podría modificar, si se quisiera repetir o continuar este estudio es en la elección de la muestra, y no marcar sólo árboles donde se vea comer al quetzal, sino completar una muestra mayor de 5 individuos de como lo proponen Frankie, Baker y Opler (1974) ya que se observó una gran variabilidad en la sincronía e intensidad de la fructificación (ver cuadro 14), y ese número puede no estar siendo representativo para todas las especies.

Para poder comparar la abundancia de frutos entre los distintos sitios sería conveniente tener tamaños de muestra iguales. Aunque, dada la distancia que existe entre los distintos sitios, sería una actividad maratónica.

6.2 Resultados de fenología

En cuanto a los resultados de floración de las especies tanto de selva como de bosque mesófilo de montaña, fueron muy similares a los obtenidos para otros tipos de vegetación y de forma de crecimiento no arbórea. (P. ej. Frankie, Baker y Opler, 1974; Arriaga-Martínez, 1991; Ibarra-Manríquez, 1992; Seres y Ramírez, 1993). Lo cual sugiere que, independientemente de las condiciones ambientales, la floración está relacionada con la temporada de menor precipitación. Estos resultados son muy importantes sobre

todo para bosque mesófilo de montaña (BMM), ya que no se han realizado en nuestro país algún estudio a este respecto. En Venezuela se ha investigó la fenología de hierbas monocotiledoneas en bosque de niebla (Seres y Ramires, 1993) y sus resultados de floración son similares a los obtenidos en esta investigación. En cuanto a la fructificación se tuvo al igual que en estudios previos una mayor diversidad de comportamientos fenológicos. Aunque como si se observa la figura 18, también en la temporada de **secas** se presentó un número mayor de especies en fructificación, y una mayor producción de frutos como se ve en las figuras 25 y 26 y en el cuadro 14. Se propone que la estrategia de la fructificación es probable que esté relacionada, con la presencia de los dispersores ya que de esta forma tienen una mayor probabilidad de llegar a colonizar otros ambientes (p. ej. Terborgh, 1986; Fleming, 1991). En el área de estudio efectivamente es en la temporada de secas cuando se presenta la mayor abundancia de aves tanto residentes como migratorias latitudinales, (Avila Hernández, com. pers.), y posteriormente decae con la menor abundancia de frutos en la temporada de lluvias. Los cambios temporales en la composición de la avifauna de una región, tiene consecuencias en la ecología de la comunidad, hasta ahora no totalmente entendidas y que podrían ser fundamentales para su conservación y la de sus hábitats (Loiselle y Blake, 1992).

6.3 Ciclo reproductivo del quetzal

En este trabajo se encontró que la reproducción del quetzal puede iniciarse desde el mes de enero con el cortejo y que los últimos nidos con polluelos se encontraron en el mes de junio (ver cuadro 7). Este resultado difiere del de Avila y Hernández (1990) ya que en el año de 1986 estos autores observaron que el cortejo inició en el mes febrero y concluyó en el mes de mayo con los últimos nidos con polluelos. Sin embargo, esta diferencia en las fechas no es tal que impida proponer que la reproducción de la especie en el área de estudio comprende de los meses enero a junio. Un factor que puede afectar la reproducción es la abundancia del recurso alimentario. Se espera que la reproducción ocurra cuando se presente la mayor abundancia de ese recurso, dado que es un evento que requiere un gran gasto energético (Loiselle y Blake, 1991). A su vez, la escasez de alimento, trae consigo una mayor competencia entre las poblaciones de una comunidad, y el efecto que se tiene es que hay una disminución en el éxito reproductivo (Terborgh, 1986; Loiselle y Blake, 1992). Referente a estas ideas lo que se observó es este estudio fue que, la reproducción del quetzal (y de otras aves) ocurrió cuando se presentó la mayor abundancia de frutos (ver figura 25). Si se comparan ahora los dos ciclos reproductivos estudiados con la abundancia de frutos, lo que se tuvo fue que en 1992 hubo una mayor producción de frutos (ver, figura 25) y también

se encontró un mayor número de nidos activos que en 1993. Sin embargo, no se puede asegurar con base en estos resultados que la causa de el menor número de nidos se haya debido a una menor disponibilidad de frutos, pues habría que considerar todas las relaciones tanto interespecíficas como intraespecíficas para ser más concluyente a este respecto.

La migración que se estableció de julio a noviembre, a través de los cambios en la abundancia de quetzales y de el término de nidos activos (ver figura 11 y cuadro 6) coincidió con lo obtenido por Hernández Rincón y Noble Camargo (en prep.) a través de la radiotelemetría.

6.4 El recurso alimentario y el ciclo reproductivo del quetzal

Este estudio cumplió su objetivo de contribuir al conocimiento del recurso alimentario del quetzal ya que se registraron 31 especies vegetales como parte de su alimentación y 23 de ellas no se habían registrado para El Triunfo (ver Cuadro 8). Sin embargo, este número no significa que sean todas las especies que el quetzal come. Lo anterior lo prueba el hecho de que durante el periodo en que se desarrolló el trabajo de campo se siguieron obteniendo nuevos registros de especies vegetales.

Es importante resaltar que el bajo número de especies que se conocieron para el área de migración (ver cuadro 8), señala que son

necesarios más observaciones pues se conoce muy poco, no sólo sobre el recurso alimentario, sino del papel del quetzal en la ecología en esas áreas.

Ahora en cuanto al tipo de recurso alimentario que el quetzal utilizó, se tuvo que la familia Lauraceae (que produce los frutos típicos para los frugívoros especializados) fue la que contribuyó con el mayor porcentaje en su alimentación. Sin embargo, también incluyó un número no despreciable de frutos de especies consideradas para los frugívoros facultativos (ver figura 12 y cuadro 13), lo cual ya había sido observado en otros estudios (p. ej. Wheelwright, 1983; 1986, Avila y Hernández, 1990;). La baja frecuencia del uso de las flores llama la atención, ya éstas representan una fuente de vitaminas y proteínas no presentes en los frutos (Owen, 1980). La otra posibilidad es que el quetzal adulto siga usando alimento de origen animal, y de acuerdo con la propuesta de Morton (1973) la frecuencia con que lo come sería extrapolable de la observada en la etapa de polluelos.

¿Por qué al quetzal, se le sigue considerando como frugívoro especializado, si no se alimenta exclusivamente de frutos durante todo su ciclo de vida?. ¿Será que se tienen que redefinir los criterios para clasificar a las aves frugívoras o se tendría que considerar al quetzal como un frugívoro facultativo, ya que aparentemente come lo que esté disponible?, ¿Qué conducta

presentaría el quetzal ante la escasez de frutos, si es facultativo, o si es especializado?.

Consideraré esta pregunta de la siguiente forma, Berlanga (1991) propone que ante la falta de sus frutos preferidos las aves pueden presentar un cambio en su conducta y ésta es, o que se desplazan a otros sitios a buscarlos, o se quedan a consumir de los que se encuentren. Entonces las opciones para el caso del quetzal son, 1) que coma frutos de especies para las aves facultativas o 2) que presente desplazamientos a otros sitios debido a busca cierto tipo de frutos (frugívoro especializado). Aparentemente de acuerdo a la figura 18 todo el año hay especies en fructificación, entonces el quetzal tiene recurso en su zona de reproducción, pero ahora si se observa la figura 25, se nota que si hubo un descenso en la cantidad de frutos producidos por esas especies. Hasta aquí se podría pensar que la población de quetzales aunque en menor cantidad sigue contando con recurso, y entonces lo que podría ocurrir es que no se desplazen todos los individuos, sino sólo un porcentaje de la población, que fue lo que se observó en este estudio (ver figura 11). Ahora la siguiente pregunta que se puede plantear, es ¿la disponibilidad del recurso cambia en cuanto a su calidad nutricional a lo largo del año?. Esto se puede contestar si se recurre tanto el cuadro 15 como las figuras 19 a 24 donde se presenta el promedio de frutos producidos. Lo que se observa es que

independientemente de la duración de su periodo de fructificación, de 9 lauráceas de BMM 6 de ellas presentaron su mayor cantidad de frutos en los meses en los que se presentó la reproducción de los quetzales. Sólo las especies *Licaria alata*, *L. glaberrima* y *O. platyphylla*, presentaron sus mayor abundancia de frutos durante la migración del quetzal, y fueron las especies de frutos de baja calidad nutricional las que aportaron recurso a los individuos que no se desplazaron. Se observó que los quetzales que permanecieron en BMM se alimentaron de frutos de *Rhamnus capraefolia*, *Podocarpus matudae*, *Celastrus volcanicola* y *Symplocos hartwegii*. Entonces, efectivamente durante los meses en que se da la migración, el quetzal se enfrenta a una menor disponibilidad de recurso tanto en cantidad, como en calidad nutricional. Retomando la pregunta de las opciones del quetzal ante la escasez de sus frutos preferidos, se tiene que, la población recurre a las dos estrategias, pues tanto hay individuos que se desplazan, como los hay los que permanecen en bosque mesófilo a consumir los frutos que se estén produciendo. Entonces por esta vía no se puede constestar si el quetzal es especializado o facultativo. Sin embargo, es un hecho que consume los frutos que se presenten. Desafortunadamente, no se tuvo una mayor información sobre las especies de las áreas de migración, donde se vea lo que la propuesta de Wheelwright (1983), se cumple y que los desplazamientos del quetzal siguen la maduración

diferencial de las lauráceas.

¿Por qué ocurre la migración del quetzal?. Esta es la pregunta por la cual surgió este estudio. Sin embargo, los resultados obtenidos no permiten contestarla, ya que no se siguió un método de estudio, que permitiría establecer relaciones de causalidad.

Sin embargo, el objetivo de analizar la relación que existe entre la escasez de frutos y los desplazamientos del quetzal, si se cumplió. Lo que se obtuvo del análisis de estas dos variables están significativamente relacionadas para el área de reproducción (ver Cuadro 16 y Figura 27). La propuesta de Wheelwright (1983) debería ser considerada cuidadosamente pues el tipo de observaciones que realizó, no le permite proponer la escasez de frutos maduros de la familia Lauraceae como causa de la migración del quetzal. En otros estudios (p. ej. Loiselle y Blake, 1991) se ha encontrado también que los cambios en la abundancia de la avifauna están relacionados con una escasez de frutos. Desafortunadamente, no se ha realizado algún estudio que permita comparar la abundancia de frutos en distintos sitios, y comprobar si efectivamente los individuos que se desplazan están ocupando esos hábitats debido a que hay una mayor cantidad de recurso.

La relación no significativa que resultó de la abundancia de frutos con la de quetzales (ver cuadro 17 y figura 28) para el área de migración, hay que tomarla con mucha reserva. Sobre todo, por el

tamaño de muestra que se tuvo (ver cuadro 13). Habría que descubrir más sobre el recurso alimentario del quetzal en esos sitios. Lo que se esperaría es que la llegada de los quetzales a esos sitios ocurra cuando se presente una mayor abundancia de frutos, que en el área de reproducción. Lo que ocurrió en este estudio fue que de las especies que se registraron para los sitios de migración (ver Cuadro 9) sólo *Ocotea botrantha*, presentó los frutos al inicio de la migración (junio).

El resto de las especies si presentaron los frutos en los meses en que se ya está establecida la migración, y que los quetzales están ya en esas áreas (julio a noviembre).

6.5 La conservación del quetzal y de sus hábitats

Además de que el saber más sobre las especies que come el quetzal en las áreas de migración podría permitir por un lado, diseñar un estudio que compare la abundancia de frutos con el área de reproducción y tener conclusiones más confiables sobre la propuesta de que la mayor abundancia de frutos es lo que lleva a los quetzales a que se desplazen, y conservar esas áreas ya que a pesar de ser declaradas como zona de amortiguamiento existen fuertes presiones de las actividades humanas que conducen a la desaparición de la vegetación original y modificación del paisaje. Debido a que el quetzal es una especie migratoria altitudinal hace

más complejo su problemática de conservación, pues no sólo se tiene que conservar y proteger el bosque mesófilo de montaña que es el área donde se reproduce, sino también los distintos hábitats que usa durante sus desplazamientos. En un futuro cercano, quizá lo más adecuado sería utilizar la información que se ha generado sobre la migración del quetzal, para reconsiderar el diseño que tiene la reserva (ver figura 7), ya que las porciones con vegetación primaria de la reserva, y por lo tanto las poblaciones que ahí habitan se están aislando. Se podría tomar como ejemplo Costa Rica, donde la información sobre los sitios de migración del quetzal, se está usando para proponerlos como áreas prioritarias de conservación (Powell y Björk, 1994). Dada la fuerte presión de las actividades del hombre que existen en El Triunfo, son necesarias medidas urgentes apoyadas en el conocimiento de la biología y ecología de esta especie, que además se encuentra muy cercana a la desaparición al igual que sus hábitats.

CAPITULO SIETE

VII. CONCLUSIONES

1) Este trabajo contribuye de manera importante al conocimiento de del recurso alimentario del quetzal. Se registraron 31 especies de plantas en la alimentación del quetzal de las cuales 23 antes no habían sido registradas en su dieta. Se descubrió en el área gracias a este estudio una especie de *Cinnamomum* sp. nov. (Lauraceae) aún no descrita.

2) La información obtenida a través del estudio fenológico sirve de base tanto para estudios de interacciones planta-animal, como para el entendimiento de los procesos ecológicos de la comunidad vegetal.

3) El estudio de fenología es el primer trabajo de este tipo que se realiza para un bosque mesófilo de montaña (BMM). Los patrones de floración y frutificación, tanto de BMM como de selva alta perennifolia, fueron similares a los encontrados en otros sistemas tropicales.

4) La variable, abundancia de frutos está significativamente relacionada con la variable, abundancia de quetzales en el área de reproducción. Para el área de migración, debido al tamaño de muestra no se puede concluir que la ausencia de una relación significativa entre esas dos variables sea confiable.

5) No se puede concluir con base en estos resultados que la migración de Pharomachrus mocinno mocinno, se deba a la escasez de frutos, ya que pueden estar interacturando otros factores no considerados en esta investigación.

LITERATURA CITADA:

Arriaga Martínez, V. 1991. Fenología de 12 Especies de la Montaña de Guerrero, México: Elementos para su Manejo en una Comunidad Campesina. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Avila Hernández, M. de L. y V.H. Hernández Obregón. 1990. Contribución al Conocimiento de la Biología y Distribución del Quetzal, *Pharomachrus mocinno* (TROGONIDAE:AVES) en la Reserva "El Triunfo". Chiapas, México. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Berlanga García, H.A. 1991. Las Aves Frugívoras de Chamela, Jalisco. Su Recurso Vegetal y su Papel en la Dispersión de Semillas. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Blake, E.R. 1972. Birds of México. The University of Chicago Press. Chicago.

Blake, J.G., B.A. Loiselle, T.C. Moermond, D.J. Levey y J.S. Denslow. 1990. Quantifying abundance of fruits for birds in tropical habitats. Studies in Avian Biology, 13:73-79

Breedlove, D. 1981. Introduction to the flora of Chiapas. Part 1. Academy Press University, San Francisco, California.

Carabias-Lillo, J. y S. Guevara. 1985. Fenología en una selva tropical húmeda y en una comunidad derivada; Los Tuxtlas, Veracruz. Investigaciones Sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México. A. Gómez-Pompa y S. del Amo (eds.) pp. 27-66. Alhambra Mexicana, México D.F.

Chapman, C.A., L.J. Champan, R. Wangham, K. Hunt, D. Gebo y L. Gardner. 1992. Estimators of fruits abundance of tropical trees. Biotropica. 24: 527-531

Clark, D. y D. Clark. 1991. Herbivores, herbivory and plant phenology: patterns and consequences in a tropical rain-forest cycad. Plant Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions. P.W. Price, T.M. Lewinston, G. Wilson Fernandes & W. Benson (eds.) pp.209-225. John Wiley & Sons. Nueva York.

Collar, N.J. (comp.). 1992. Threatened Birds of the Americas. The ICBP/IUCN Red Data Book. 3a. edición. Smithsonian Institution y Cambridge International Council for Bird Preservation. Washington, D.C.

Cronquist, A. 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants. 2da ed. The New York Botanical Garden. Nueva York.

Diamond, A.W. 1987. Save the Birds. Pronatur. Nueva York.

Diario Oficial de la Federación. 1994. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-Ecol-1994). Lista de especies en peligro de extinción. 16 de Mayo. México, D.F.

Feduccia, A. 1980. The Age of Birds. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.

Fleming, T.H. 1991. Fruiting plant-frugivore mutualism: the evolutionary theater and the ecological play. Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions. P.W. Price, T.M. Lewinston, G. Wilson Fernandes y W. Benson (eds.) pp. 119-144. John Wiley & Sons. Nueva York.

Frankie, G.W., H.G. Baker y P.A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology, 62:881-919

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Offset Larios. México, D.F.

Haffer, J. 1987. Biogeography of neotropical birds. Biogeography and Quaternary History in Tropical America. T.C. Whitmore y G.T. Prance (eds.) pp. 105-150. Clarendon Press. Oxford, Inglaterra.

Hanson, D.A. 1982. Distribution of the quetzal in Honduras. The Auk. Short Communications. 99: 385

Hernández Rincón, F. En preparación. Estudio de la Migración Altitudinal del Quetzal, *Pharomachrus mocinno mocinno* (TROGONIDAE: AVES), en la Reserva de la Biosfera "El Triunfo", Chiapas, México.

Hilty, S.L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. Biotropica, 12: 292-306

Ibarra-Manríquez, G. 1992. Fenología de las palmas de una selva cálida húmeda de México. Bulletin de l'Institut française des études andines, 21: 669-683.

Ibarra-Manríquez, G., B. Sánchez-Garfías y L. González-García. 1991. Fenología de lianas y árboles anemócoros en una selva cálida húmeda de México. Biotropica, 23: 242-254.

IHN [Instituto de Historia Natural]. 1993. Plan Operativo Reserva de la Biosfera "El Triunfo". Gobierno del Estado de Chiapas. Instituto de Historia Natural. Departamento de Areas Naturales. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

INEGI [Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática]. 1988. Carta de Uso de Suelo. Clave: D-15-2. Escala 1: 250,000.

Jones Jr., S.B. 1987. Sistemática Vegetal. McGraw-Hill. México D.F.

King, W.B. (comp.). 1981. Endangered Birds of the World. Vol. 2. The ICBP Bird Red Data Book. Smithsonian Institution Press y The International Council for Bird Preservation. Washington, D.C.

Kinnaird, M.F. 1992. Phenology of flowering and fruiting of an East African riverine forest ecosystem. Biotropica, 24: 187-194

LABastille, A. y D.G. Allen. 1969. The quetzal fabulous bird of Maya Land. Official Journal of the National Geographic Society. 135: 140-150

LABastille A., D.G. Allen y L. W. Durrell. 1972. Behavior and feather structure of the quetzal. The Auk 89: 339-348

Land, H.C. 1970. Birds of Guatemala. Committee for Bird Preservation. Livingston Publishing Company. Wynnewood, Pennsylvania.

Loiselle, B.A., J.G. Blake, T.C. Moermond y D.J. Mason. 1989. Low elevation record for resplendent quetzals in Costa Rica. Journal Field Ornithology, 60: 86-88.

Loiselle, B.A. & J.G. Blake. 1991. Temporal variation in birds and fruits along and elevational gradient in Costa Rica. Ecology, 72: 180-193

Loiselle, B.A. y J.G. Blake. 1992. Population variation in a tropical bird Community. Implications for conservation. BioScience, 11: 838-845

Long, A. & M. Heath. 1991. Flora of the El Triunfo Biosphere Reserva, Chiapas, Mexico: A preliminary floristic inventory and the plant communities of polygon I. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica, 62: 133-172

Marinho-Filho, J.S. 1991. The Coexistence of two frugivorous bat species and the phylogeny of their food plants in Brazil. Journal of Tropical Ecology, 7:59-68

McFarland, W.N., F.H. Pough y J.B. Heiser. 1979. Vertebrate Life. Macmillan. Nueva York.

Mckey, D. 1975. The ecology of coevolved seed dispersal systems. Coevolution of Animals and Plants. L.E. Gilbert and P.H. Raven (eds.). pp. 159-191. University of Texas Press. Austin, Texas.

Miranda, F.A. 1952. La Vegetación de Chiapas. Sección Autografía, Departamento de Prensa y Turismo. Ediciones del Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Mittermeier, R.A. y C.G. de Mittermeier. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. México Ante los Retos de la Biodiversidad. J. Sarukán y R. Dirzo (eds.). pp. 63-73. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Morton, E.S. 1973. On the evolutionary advantages and disadvantages of fruit eating in tropical birds. American Naturalist. 107:8-22

Mülliered, F.K.G. 1957. Geología de Chiapas. Ed. Cultura. México, D.F.

Nadal, P.J. 1987. Zoología Cordados. Vo. 2. Ed. Reverté. Barcelona.

Ne'eman, G. 1993. Variation in leaf phenology and habitat in *Quercus ithaburensis*, a Mediterranean deciduous tree. Journal of Ecology, 81:627-634

Noble Camargo L. En preparación. Estudios de las Zonas de Migración del Quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno*, TROGONIDAE: AVES) en la Reserva de la Biosfera "El Triunfo", Chiapas, México. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M.

Ornelas, J.F. y M.C. Arizmendi. En prensa. Migración altitudinal. Implicaciones para la conservación de la avifauna neotropical migratoria del occidente de México. Conservación de Aves Migratorias Neotropicales en México. A. Estrada; S. Sader y M. Wilson (eds.)

Owen, J. 1980. Feeding Strategy. The University of Chicago Press. Chicago, Illinois.

Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 1994. Aves de México. 2a. Impresión. Editorial Diana. México, D.F.

Powell, V.N.G. y R.D. Björk. 1994. Implications of altitudinal migration for conservation strategies to protect tropical biodiversity: a case study of the quetzal Pharomachrus mocinno at Monteverde, Costa Rica. Bird Conservation International, 4: 243-255

Rebón Gallardo, M.F. 1987. Observación de frugivoría sobre un árbol neotropical y aspectos avifaunísticos en un bosque de niebla de Chiapas, México. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de México, México, D.F.

Rathcke, B. y E.P. Lacey. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. Annual Review of Ecology and Systematics. 16:179-214.

Radford, A.E., W.C. Dickison, J.R. Massey y C.R. Bell. 1974. Vascular Plants Systematics. Harper & Row Publishers. Nueva York.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. D.F.

Santana, E. y B. Milligan. 1984. Behavior of tucanets, bellbirds and quetzals feeding on lauraceous fruits. Biotropica. 2:152-154

SEDUE [Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología]. 1989. Información Básica Sobre las Areas Naturales Protegidas de México. Subsecretaría de Ecología, Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales. Noviembre. México, D.F.

Seres, A. y N. Ramírez. 1993. Floración y fructificación en un bosque nublado venezolano. Revista de Biología Tropical, 41: 27-36

Sibley, C. y J.E., Ahlquist. 1990. Phylogeny and Classification of Birds. A Study in Molecular Evolution. Yale University Press. New Haven, Michigan.

Sibley, C. y B.L. Monroe Jr. 1990. Distribution and Taxonomy of Birds of the World. Yale University Press. New Haven, Michigan.

Skutch, A.F. 1944. Life history of the quetzal. Condor, 46: 213-235.

Snow, D. 1981. Tropical frugivorous birds and their food plants: A World Survey. Biotropica, 13: 1-14

Spiegel, M.R. 1987. Estadística. Serie Schaums. McGraw Hills. Naucalpán de Juárez, Estado de México.

Standley, P.C., J.A. Steyermark, y L.O. Williams. 1946-1976. Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany. 24 (1-12).

Stiles, G. 1993. The influence of pulp lipids on fruit preference by birds. Frugivory and Seed Dispersal: Ecological and Evolutionary Aspects. T.H. Fleming y A. Estrada (eds.) pp. 227-235. Belgium.

Terborgh, J. 1986. Community aspects on frugivory in tropical forest. Frugivores and Seed Dispersal. A. Estrada y T.H. Fleming (eds.) pp. 371-384. Junk Publisher. Dordrecht.

Wetmore, A. 1970. The Birds of Republic of Panamá. Part 2. Volumen 150. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.

Wheelwright, N.T. 1983. The ecology and behavior of resplendent quetzal. The Auk 100: 286-301

Wheelwright, N.T. 1986. A seven-year study of individual variation in fruit production in tropical bird-dispersed tree species in the family Lauraceae. . Frugivores and Seed Dispersal. A. Estrada y T. H. Fleming (eds.) pp. 19-34. W. Junk Publishers. Dordrecht.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. 2a. Edición. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.