

00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

# POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

## Instituto de Biología

Disponibilidad y calidad nutritiva de recursos y su relación con la dieta de las crías del loro corona lila (*Amazona finschi*) en un bosque tropical caducifolio

# T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(ORIENTACIÓN: BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

P R E S E N T A

**Adrián Gutiérrez Pérez**

DIRECTORA DE TESIS: Dra. Katherine Renton

México, D.F.

Diciembre, 2005



COORDINACIÓN

0350021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo investigativo.

NOMBRE: Adrián Gutiérrez Pérez

FECHA: 18/11/05

FIRMA: Gutiérrez Pérez Adrián

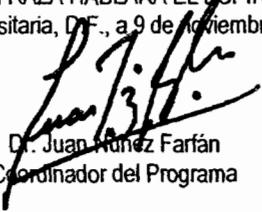
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 15 de agosto del 2005, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del(a) alumno(a) **GUTIÉRREZ PÉREZ ADRIÁN** con número de cuenta **90398014** con la tesis titulada: **Disponibilidad y calidad nutritiva de recursos y su relación con la dieta de las crías del loro lila (*Amazona finschi*) en un bosque tropical caducifolio, bajo la dirección del(a) Dra. Katherine Renton.**

Presidente:	Dra. Katherine Renton
Vocal:	Dr. Luis Gerardo Herrera Montalvo
Secretario:	Dr. Enrique Martínez Meyer
Suplente:	Dr. Jorge Ernesto Schondube Friedewold
Suplente:	Dr. Alfonso Valiente Banuet

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F., a 9 de noviembre del 2005

  
Dr. Juan Muñoz Farfán  
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

Esta tesis fue apoyada por :

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) que me otorgó la beca-crédito número 172526.

La Dirección General de Estudios de Posgrado (DGEP) de la UNAM que me otorgó un complemento de beca.

Y los miembros del comité tutorial:

Dra. Katherine Renton

Dr. Alfonso Valiente Banuet

Dr. Luis Gerardo Herrera Montalvo

## RESUMEN

La disponibilidad de alimentos en el ambiente y su calidad nutritiva son dos factores que afectan su utilización por la fauna. En el presente trabajo se estudió la dieta de las crías del Loro corona lila y su relación con su disponibilidad en el ambiente y su calidad nutritiva en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. El estudio se llevó a cabo durante las temporadas reproductivas de 2003 y 2004. La dieta de las crías se determinó por medio de la obtención de muestras de buche. Para determinar la disponibilidad en el ambiente se realizaron transectos fenológicos de 6 m x 200 m en el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio. La disponibilidad fue determinada para abril y mayo, los dos meses después de la eclosión. La calidad nutritiva se obtuvo por medio de un análisis químico proximal con el que se determinó el porcentaje de proteína, lípidos, fibra y cenizas de los recursos. Se analizaron semillas tanto incluidas como excluidas de la dieta de las crías. La dieta de las crías fue principalmente granívora presentando menor variedad de recursos alimenticios al final de la época seca. Las semillas de *Astronium graveolens* fueron el elemento principal en la dieta de las crías en ambos años de estudio. La utilización de los 4 recursos alimenticios más importantes de la dieta podría estar influenciada por su disponibilidad en el ambiente y su contenido de proteínas. Además de las variables estudiadas, la utilización de los recursos por parte de los padres de las crías del Loro corona lila podría estar influenciada por otros factores. En particular, la presencia de compuestos secundarios en las semillas utilizadas y no utilizadas podrían ser importantes debido a que las familias Anacardiaceae y Leguminosae se caracterizan por presentar compuestos secundarios.

## ABSTRACT

Nutritional quality and environmental availability of food are factors that influence food use by animals. I studied the relationship between Lilac-crowned parrot nestlings diet and two food resource variables: nutritive quality and environmental availability in the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve located in Jalisco, Mexico. The study was conducted during 2003 and 2004 reproductive seasons. Diet was determined by analyzing crop samples. In order to measure environmental availability 6 m x 200 m phenological transects were established in deciduous forest and semi-deciduous forest. Phenological transects were visited in April and May when nestling phase occurred. Food resources were analyzed for percentage of crude protein, lipids, ashes and crude fiber as measures of nutritive quality. The resources analyzed were those that were included in nestling diet and not included but present in the environment. Nestling diet was composed mainly by seeds and had less variety of resources at the end of the dry season. *Astronium graveolens* seeds were the most important element in nestlings diet in both years.. Environmental availability and protein content of the 4 most important elements of nestlings diet could be affecting their use by nestlings parents. Resource use by nestling parents seems to be influenced by other factors besides the analyzed. Secondary compound content could be a major determinant of nestling diet since fruits and seeds from members of the Anacardiaceaea and Leguminosae families are known to be toxic.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco el apoyo dado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca-crédito No 172526. A la Dirección General de Estudios de Posgrado (DGEP) de la UNAM por el complemento de beca. Ambos apoyos dirigidos hacia la realización de estudios de maestría.

A la Fundación Ecológica de Cuixmala A.C. por el apoyo logístico y financiero prestado durante la realización de este estudio.

A la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que amablemente otorgó los permisos de investigación necesarios para llevar a cabo el presente trabajo.

A la Estación de Biología Chamela del Instituto de Biología por permitir el acceso a los terrenos de la reserva y el uso del laboratorio

Al Laboratorio de de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM por la realización de los análisis químicos proximales de los recursos alimenticios de las crías del Loro corona lila.

A la Dra. Katherine Renton por introducirme al mundo de los pericos y de la Reserva Chamela-Cuixmala.

A los miembros del comité tutorial y del jurado: Dr. Alfonso Valiente Banuet, Dr. Luis Gerardo Herrera Montalvo, Dr. Jorge Ernesto Schondube Friedewold y Dr. Enrique Martínez Meyer por sus recomendaciones, sugerencias y consejo que ayudaron a mejorar el presente trabajo.

A la Dra. Katherine Renton, Alejandro Salinas Melgoza, Tania Sánchez Martínez y Lorena Morales Pérez por la ayuda en el campo para la localización de nidos, capacitación de técnicas para ascender árboles y manejo de crías, y por la toma de datos.

A los pericos que soportaron mi presencia. Sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

A Morelia por su apoyo incondicional durante todo este proceso. Gracias

A Alejandro, Rodrigo, Tania, Lorena, Carlitos, María, Kathy, Álvaro, Carmen y Maribel por su compañía durante mis estancias en la Reserva.

A toda la gente que hizo de mi estancia en la 45 una agradable aventura diaria.

## **DEDICATORIA**

A More.

A mis papás,

A Diana y Ale.

A los dos enanitos, Samuel y Nina, que me han enseñado mucho más de lo que yo podría enseñarles alguna vez.

A mi abuelita.

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>vi</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
1.1. Variación espacio-temporal en la disponibilidad de recursos alimenticios.....	1
1.2. Calidad nutritiva y requerimientos de las aves .....	2
1.3. Disponibilidad de recursos alimenticios y calidad nutritiva de la dieta .....	3
1.4. Dieta en psitácidos .....	5
1.5. Disponibilidad, calidad nutritiva de recursos alimenticios y la dieta del Loro corona lila .....	6
1.6. Hipótesis .....	8
1.7. Predicciones.....	8
1.8. Objetivos .....	9
<b>2. AREA Y ESPECIE DE ESTUDIO</b> .....	<b>10</b>
2.1. Ubicación .....	10
2.2. Clima .....	11
2.3. Tipos de vegetación .....	12
2.3.1. Bosque tropical caducifolio (Rzedowski 1978).....	12
2.3.2. Bosque tropical subcaducifolio (Rzedowski 1978).....	13
2.3.3. Otros tipos de vegetación .....	14
2.4. Descripción de la especie de estudio .....	14
2.5. Ecología reproductiva del Loro corona lila.....	15
2.6. Dieta del Loro corona lila.....	15

<b>3. MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
3.1. Localización y revisión de nidos .....	16
3.2. Obtención de muestras de buche.....	16
3.3. Análisis cualitativo de muestras .....	17
3.4. Disponibilidad de recursos alimenticios.....	18
3.5. Análisis bromatológico .....	18
3.6. Análisis de datos .....	19
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
4.1. Disponibilidad de recursos alimenticios principales en la dieta.....	22
4.2. Composición de la dieta de las crías del Loro corona lila.....	25
4.3. Variación temporal en la dieta de las crías .....	26
4.4. Utilización y disponibilidad en el ambiente de recursos alimenticios .....	33
4.5. Calidad nutritiva de la dieta .....	34
4.6. Utilización de recursos alimenticios y calidad nutritiva de la dieta .....	35
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
5.1. Dieta de las crías del Loro corona lila.....	38
5.2. Disponibilidad en el ambiente y calidad nutritiva de los recursos alimenticios y su relación con la dieta de las crías del Loro corona lila.....	39
5.3. Implicaciones para la conservación del Loro corona lila .....	43
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>7. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>46</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Precipitación (mm) mensual y anual registrado en la Estación de Biología Chamela durante el periodo de estudio de 2002 y 2003.....	12
<b>Tabla 2.</b> Biomasa disponible estimada en la reserva para especies incluidas y excluidas en la dieta durante el periodo reproductivo de 2004. ....	25
<b>Tabla 3.</b> Porcentaje de biomasa total para semillas de diez especies y madera encontradas en las muestras de buche de las crías del Loro corona lila, en abril y mayo durante la época reproductiva de 2003 .....	29
<b>Tabla 4.</b> Porcentaje de biomasa total para 21 especies registradas en muestras de buche de las crías del Loro corona lila durante abril y mayo en la época reproductiva de 2004. ....	31
<b>Tabla 5.</b> Resultados del análisis de varianza de dos vías usando el modelo lineal generalizado para el número de elementos en la dieta de las crías en los meses de abril y mayo de 2003 y 2004.....	31
<b>Tabla 6.</b> Similitud de composición y porcentaje de biomasa en la dieta de las crías del Loro corona lila entre los meses de abril y mayo en 2003 y 2004. ....	33
<b>Tabla 7.</b> Intervalos de confianza de Bonferroni para la utilización de recursos alimenticios de acuerdo a su disponibilidad correspondiente a los periodos reproductivos de 2003 y 2004.....	34
<b>Tabla 8.</b> Análisis químico proximal de recursos alimenticios utilizados y no utilizados en la dieta de las crías del Loro corona lila. ....	36
<b>Tabla 9.</b> Contenido de nutrientes (% de materia seca; promedio $\pm$ ES) de recursos alimenticios utilizados y no utilizados en la dieta de las crías del Loro corona lila. ....	37

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala en la costa de Jalisco. ....	10
<b>Figura 2.</b> Biomasa disponible estimada para 5 especies de árboles en abril y mayo de la época reproductiva de 2003.....	23
<b>Figura 3.</b> Biomasa disponible estimada para 4 especies de árboles en abril y mayo de la época reproductiva de 2004.....	24
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de ocurrencia y biomasa total en 27 muestras de buche en 5 nidos del 10 abril – 26 mayo de 2003.....	27
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de ocurrencia y biomasa total en 32 muestras de buche en 5 nidos del 2 abril – 25 mayo de 2004.....	28

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1. Variación espacio-temporal en la disponibilidad de recursos alimenticios**

En los trópicos, uno de los recursos más utilizados como fuente de alimentación por aves y mamíferos son los frutos (Karr 1971, Leighton y Leighton 1983, Levey et al. 1994). Este recurso y las semillas asociadas a él presentan variaciones en su disponibilidad en el tiempo y el espacio (Foster 1982, Leighton y Leighton 1983, Guevara de Lampe et al. 1992, Lugo y Frangi 1993, Murali y Sukumar 1994, White 1994, Chapman et al. 1999, Bhat y Murali 2001). Las fluctuaciones en disponibilidad de recursos alimenticios están asociadas a variables ambientales como la precipitación y la insolación (Leighton y Leighton 1983, Bullock y Solis-Magallanes 1990, White 1994). Sin embargo, se ha documentado variabilidad en la presencia de frutos en sitios con climas relativamente estables, como en un bosque lluvioso de Indonesia, donde la precipitación fue prácticamente constante a lo largo del año (Leighton y Leighton 1983).

En ambientes estacionales donde se presentan marcadas temporadas de lluvias y secas, el agua disponible es un elemento que afecta la fenología de las plantas (Bullock y Solis-Magallanes 1990). Lo que puede producir que eventos fenológicos como la producción de hojas, flores, frutos y semillas se presenten al mismo tiempo en diferentes especies (Murali y Sukumar 1994). En un bosque tropical seco de Ghana, la producción de frutos carnosos registra un pico durante la época de lluvias contrastando con los frutos secos que alcanzan su mayor producción durante la época seca (Lieberman 1982). De manera semejante, en un bosque tropical seco de la India la mayor fructificación se sitúa en la época de lluvias y en la parte temprana de la época de secas (Murali y Sukumar 1994). El agua necesaria para madurar los frutos carnosos es un factor que promueve la concentración de la producción de frutos en la época de lluvias (Lieberman 1982).

La precipitación necesaria para la producción de frutos presenta variaciones interanuales relacionadas con el fenómeno de El Niño (ENSO por sus siglas en inglés; Wright et al. 1999, Cavazos y Rivas 2004). Dependiendo del sitio, El Niño puede producir aumento o disminución en la precipitación (Lindsay et al. 1997,

Jaksic y Lazo 1999, Holmgren et al. 2001). Los aumentos de precipitación incrementan la disponibilidad de recursos como las semillas (Grant y Grant 1980). En contraste, las sequías asociadas a El Niño disminuyen la abundancia de recursos (Lindsay et al. 1997). En las aves Estas variaciones en recursos alimenticios se reflejan en fluctuaciones en los números poblacionales y el esfuerzo reproductivo de las aves (Lindsay et al. 1997, Jaksic y Lazo 1999).

## **1.2. Calidad nutritiva y requerimientos de las aves**

La calidad nutritiva se relaciona con el contenido de compuestos nutritivos como proteínas o lípidos (Bucher et al. 2003). La importancia de las proteínas radica en que son la fuente de los aminoácidos esenciales utilizados en la síntesis de proteínas y de compuestos no proteicos, como ácidos nucleicos y algunos neurotransmisores (Murphy 1996). Por otra parte, los lípidos son elementos importantes en la dieta porque representan una fuente de energía concentrada (Klasing 1998), aportando el doble de calorías por gramo que los carbohidratos (Avers 1983). En las aves, los lípidos son utilizados para mantenerse entre sesiones de alimentación y durante la migración (Klasing 1998). Entre los minerales, el calcio es utilizado para la osificación de los huesos y durante la reproducción para la formación de los huevos (Koutsos et al. 2001).

Adicionalmente, en organismos herbívoros, frugívoros y granívoros, la calidad nutritiva es afectada por la presencia de compuestos secundarios (Bucher et al. 2003). Los compuestos secundarios actúan como defensa contra la depredación (Freeland y Janzen 1974). Este grupo está formado por compuestos de distinta naturaleza química (Freeland y Janzen 1974, Hulme y Benkman 2000), por lo que su toxicidad es variable. Experimentos en laboratorio han documentado desde la pérdida de cabello hasta la muerte en ratas alimentadas con dietas que incluían compuestos secundarios (Freeland y Janzen 1974).

El estado fisiológico del organismo es un factor adicional que interviene en la selección de los recursos alimenticios, debido a que los requerimientos nutricionales varían durante el ciclo de vida del individuo (Murphy 1996, Koutsos et

al. 2001). De esta manera, la muda o la reproducción son actividades que incrementa la demanda de nutrientes por la construcción de nuevos tejidos (Murphy 1996). Las proteínas y los aminoácidos durante el crecimiento son utilizados para la formación de tejidos y para el mantenimiento (Koutsos et al. 2001), y su requerimiento es proporcional a la tasa de crecimiento (Klasing 1998). En el caso de las aves, las crías en crecimiento tienen demandas de aminoácidos esenciales hasta 3 veces más altas que las de los individuos adultos (Murphy 1996). Las consecuencias de no llenar los requerimientos diarios de proteína y aminoácidos de las crías son la reducción de las tasas de crecimiento y deposición de músculo esquelético (Koutsos et al. 2001).

### **1.3. Disponibilidad de recursos alimenticios y calidad nutritiva de la dieta**

La dieta de los organismos está determinada por diversas características de los recursos, como calidad nutritiva (Kelrick et al. 1986, Muya y Oguge 2000, Bucher et al. 2003), tamaño y dureza (Kelrick et al. 1986, Sakai y Carpenter 1990, Van Horne y Bader 1990, van der Meij y Bout 2000) y disponibilidad en el ambiente (Oliveira et al. 2002). En ambientes estacionales donde la abundancia de recursos se reduce al menos una parte del año, la disponibilidad podría ser un importante determinante de la dieta.

La relación entre la disponibilidad de recursos alimenticios y la dieta se ha documentado por lo menos en un mamífero herbívoro (Muya y Oguge 2000) y en aves frugívoras (Sakai et al. 1986, Oliveira et al. 2002) e insectívoras (Fischer 1983, Brodmann et al. 1997). La disponibilidad de recursos alimenticios explica una fracción de la dieta del Rinoceronte negro (*Diceros bicornis bicornis*) que selecciona el alimento más abundante entre dos recursos de igual calidad nutritiva (Muya y Oguge 2000). Sin embargo, la presencia en su dieta de forrajes escasamente representados en el ambiente sugiere la intervención de otros factores en la selección del alimento (Muya y Oguge 2000). La paloma *Columba trocaz* utiliza cinco especies de frutos en concordancia con su disponibilidad en el ambiente, incorporando a su dieta hojas de hasta 22 especies durante el verano cuando la producción de frutos es mínima (Oliveira et al 2002). Para el Cuervo hawaiano

*Corvus hawaiiensis*, la disponibilidad de recursos en el ambiente es el factor principal que determina su dieta, indicando su naturaleza generalista que le permite utilizar los recursos alimenticios conforme se van haciendo disponibles (Sakai et al. 1986).

Adicionalmente, la influencia de la disponibilidad de recursos en la dieta de crías de aves ha sido revisada de manera directa o casual en mímidos (*Toxostoma curvirostre*, Fischer 1983), bisbitas (*Anthus spinoletta*, Brodmann et al. 1997), cuervos (*Corvus hawaiiensis*, Sakai y Carpenter 1990), troglodítidos (*Troglodytes troglodytes*, Van Horne y Bader 1990), carboneros (*Parus rufescens*, Kleintjes y Dahlsten 1994), gorriones (*Serinus serinus*, Valera et al. 2005) y gansos (*Branta canadensis minima*, Sedinger y Raveling 1984). En general, las dietas de las crías presentan concordancia parcial con la disponibilidad de recursos alimenticios en el ambiente. En la mayoría de estos estudios se registran inconsistencias entre la dieta y la disponibilidad del alimento consumido, que han sido atribuidas a factores químicos, como el contenido de proteínas (Sakai y Carpenter 1990) o físicos, como el tamaño (Van Horne y Bader 1990). Es notable el caso de las crías del gorrión (*Serinus serinus*), en el que se determinó que su especialización en una especie de semilla no tenía relación con su disponibilidad en el ambiente, pero sí con su contenido de proteínas (Valera et al. 2005).

De acuerdo a la teoría de forrajeo óptimo, el contenido de energía es el mejor predictor de la dieta de un organismo (Powlesland et al. 1997). Sin embargo, existen casos en que los recursos más importantes de la dieta son los que tienen un alto contenido de proteínas (Sedinger y Raveling 1984, Sakai y Carpenter 1990, Wendein et al. 2000, Bucher et al. 2003, Valera et al. 2005), fibra (Muya y Oguge 2000), aminoácidos específicos (p. ej. lisina, Wendein et al. 2000), o bajo contenido de celulosa y lignina (Sedinger y Raveling 1984). Esta variedad de preferencias depende de la fisiología del organismo y el ambiente en donde se encuentra. El Rinoceronte negro utiliza preferentemente recursos alimenticios con contenidos altos de fibra porque es un fermentador, lo que le permite obtener beneficios nutrimentales de la fibra (Muya y Oguge 2000).

Las crías requieren de una ingesta mayor de proteínas debido a que están creciendo (Murphy 1996, Koutsos 2001). Asimismo, la reproducción es una etapa en la que se presenta pérdida de calcio, por lo que se debe ingerir en mayor proporción que cuando no se está reproduciendo. La dieta de crías de aves evaluada en términos de nutrientes ha sido explorada escasamente. La dieta de las crías de una especie de ganso y otra de gorrión fueron dominadas por recursos con alto contenido de proteínas (Sedinger y Raveling 1984, Valera et al. 2005). Comparativamente, las crías del Cuervo hawaiano fueron alimentadas con una gran variedad de recursos que incluyen artrópodos y frutos, pero que tenían un menor contenido de proteína (Sakai y Carpenter 1990).

#### **1.4. Dieta en psitácidos**

La mayoría de la información sobre dieta de psitácidos contempla la composición y variación de dieta de adultos (Higgins 1979, Galetti y Rodrigues 1992, Galetti 1993, Gilardi 1996, Wermundsen 1997, Bonadie y Bacon 2000, Renton 2001, Robinet et al. 2003). Los psitácidos presentan una dieta variada, incluyendo constantemente semillas y frutos (Forshaw 1989) y, en menor medida, flores y artrópodos (Galetti 1993, Martuscelli 1994, Wermundsen 1997, Aramburú y Corbalán 2000). Debido a la presencia dominante de semillas y frutos en su dieta, los psitácidos deben rastrear los recursos conforme se van haciendo disponibles (Renton 2001), por lo que variaciones temporales en su dieta son comunes (Wermundsen 1997, Bonadie y Bacon 2000, Renton 2001, Robinet et al. 2003).

La selección de los recursos alimenticios por parte de los psitácidos puede estar influenciada por la calidad nutritiva del alimento (Galetti 1993, Gilardi 1996). Los recursos alimenticios utilizados por los psitácidos pueden ser tóxicos (Galetti 1993, Gilardi 1996). La ingestión de tierra o geofagia es una estrategia presente en los pericos que les permite utilizar semillas tóxicas ya que reduce la disponibilidad de los alcaloides en el tracto digestivo (Gilardi et al. 1999). Adicionalmente, la arcilla ingerida protege las células del tracto digestivo aumentando la eficacia de la digestión (Gilardi et al 1999).

Los requerimientos de proteína de psitácidos han sido revisados en organismos en cautiverio (Koutsos et al 2001). En dos especies granívoras de psitácidos, los requerimientos de proteína para crías son de 13.2% de proteína cruda en Periquitos australianos (*Melopsittacus undulatus*) y 20% en Ninfas (*Nymphicus hollandicus*, Koutsos et al. 2001). Por otro lado, la información de la calidad nutritiva de la dieta de los psitácidos en libertad es reducida (Symes y Perrin 2003). En el Loro cabeza gris, el contenido de proteína de los elementos en su dieta varió entre 8.75% a 39.81% (Symes y Perrin 2003). En el caso de tres guacamayas en Perú, los recursos en dieta tuvieron en promedio un contenido entre 15% y 17% de proteína cruda (Gilardi 1996). Finalmente, las crías de *Ara macao* presentan elementos en su dieta que potencialmente tienen altos niveles de proteínas (Renton en prensa) aunque no se ha determinado el contenido de proteínas directamente.

Existe pocos estudios sobre la dieta de crías, siendo principalmente estudios sobre especies de loros en México, como el Loro Tamaulipeco, *Amazona viridigenalis* (González Elizondo 1998), y el Loro corona lila (Renton 1998, Sánchez Martínez 2003), así como un estudio de la dieta de la Cotorrita argentina (Aramburú y Corbalán 2000). Estos estudios determinaron que la dieta de las crías está formada principalmente de semillas y frutos, además de que se documentó la presencia frecuente de trozos de madera en las muestras. Adicionalmente, dos métodos de extracción de muestras de buche fueron descritos (González Elizondo 1998, Enkerlin-Hoeflich et al. 1999, Aramburú y Corbalán 2000), destacando el utilizado para las crías de *Amazona* por su baja mortalidad asociada

### **1.5. Disponibilidad, calidad nutritiva de recursos alimenticios y la dieta del Loro corona lila**

En la región donde se sitúa la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala se presenta una marcada estacionalidad con temporadas de lluvia y secas bien definidas. Sin embargo, la influencia e interacción de ciclones tropicales y El Niño generan variabilidad interanual en la cantidad de precipitación (García-Oliva et al. 2002). Por lo que la producción de semillas y frutos varía dependiendo de la cantidad de lluvia presente.

El Loro corona lila presenta una dieta principalmente granívora (Renton 1998, 2001, Sánchez Martínez 2003), por lo que se enfrenta a variaciones en la disponibilidad de recursos alimenticios. Debido a que los loros son altamente móviles pueden incorporar recursos alimenticios conforme se van haciendo disponibles (Renton 2001). La época reproductiva del Loro corona lila se desarrolla entre enero y mayo, coincidiendo con la época seca (Renton y Salinas-Melgoza 1999). La dieta de las crías, que es semejante a la de los padres consistiendo principalmente en semillas, presenta variaciones interanuales debido a que la disponibilidad de los recursos alimenticios de los loros es afectada por la precipitación (Renton 1998, Renton 2001, Sánchez Martínez 2003). A pesar de estas variaciones, las semillas de *Astronium graveolens*, *Erythrina lanata* y *Comocladia engleriana* son elementos constantes y predominantes en la dieta de las crías (Renton 1998, Sánchez Martínez 2003).

Los recursos alimenticios principales en la dieta de las crías pertenecen a las familias Anacardiaceae y Leguminosae (Renton 1998). La familia Anacardiaceae se caracteriza por presentar especies que contienen compuestos secundarios tóxicos en semillas, hojas y savia (p. ej. *Anacardium occidentale*, *Mangifera indica*, *Rhus radicans*; Moffett 1993, Sauer 1993). La familia Leguminosae es una de las más conspicuas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (159 especies, Lott 2002), y contiene algunos géneros con compuestos secundarios tóxicos como *Lonchocarpus* (Janzen et al. 1990). Las semillas de especies del género *Erythrina* han sido reconocidas como tóxicas para vertebrados por su contenido de alcaloides (Janzen 1969), por lo que su consumo por parte de vertebrados podría ser escaso. Sin embargo, uno de los componentes principales en la dieta de las crías del Loro corona lila son semillas sin testa de *Erythrina lanata* (Sánchez Martínez 2003).

Compuestos secundarios se encuentran presentes en numerosas especies de la familia Leguminosae (Janzen 1969, Freeland y Janzen 1974, Janzen et al. 1990). Por ejemplo, las flores, hojas y semillas de *Erythrina* y las semillas de *Pterocarpus officinalis* presentan alcaloides (Janzen et al. 1982, Ghosal et al. 1972, Wandji et al. 1995, García-Mateos et al. 1998). En las semillas de *P. officinalis* se ha identificado al alcaloide hipaforina que impide el consumo de las semillas por parte de roedores (Janzen et al. 1982).

Aunque diferentes aspectos de la ecología y biología del Loro corona lila han sido examinados (Renton 1998, 2001, 2002; Renton y Salinas-Melgoza 1999, 2004; Sánchez Martínez 2003), hasta el momento la influencia que la disponibilidad de recursos alimenticios en el ambiente y su calidad nutritiva tienen sobre la dieta de las crías del Loro corona lila no ha sido explorada. Por lo tanto, me enfoque en entender la relación entre estas variables y la dieta de las crías de esta especie.

## **1.6. Hipótesis**

Debido a la escasez de recursos alimenticios durante la época reproductiva, la dieta de las crías del Loro corona lila estará determinada por la disponibilidad de los recursos alimenticios en el ambiente y no por las características nutritivas de los recursos alimenticios.

## **1.7. Predicciones**

La biomasa observada en muestras de buche de los recursos alimenticios principales de la dieta de las crías no será diferente de la biomasa esperada con base en la disponibilidad de los recursos alimenticios principales en el ambiente.

La proporción de biomasa de *Astronium graveolens*, *Erythrina lanata* y *Comocladia engleriana* en la dieta de las crías variará de acuerdo con las fluctuaciones en su disponibilidad en el ambiente.

Se presentará variación en la proporción de biomasa de *Astronium graveolens*, *Erythrina lanata* y *Comocladia engleriana* en la dieta de las crías entre años con diferente disponibilidad de estos recursos.

No habrá correlación entre el porcentaje de proteína cruda y lípidos y el porcentaje de biomasa en muestra.

No habrá correlación entre el porcentaje de fibra cruda y lípidos y el porcentaje de biomasa en muestra.

## **1.8. Objetivos**

Determinar la dieta de las crías del Loro corona lila.

Determinar la disponibilidad de recursos alimenticios para las crías del Loro corona lila.

Evaluar si la disponibilidad interviene en la utilización de recursos en la dieta de las crías del Loro corona lila.

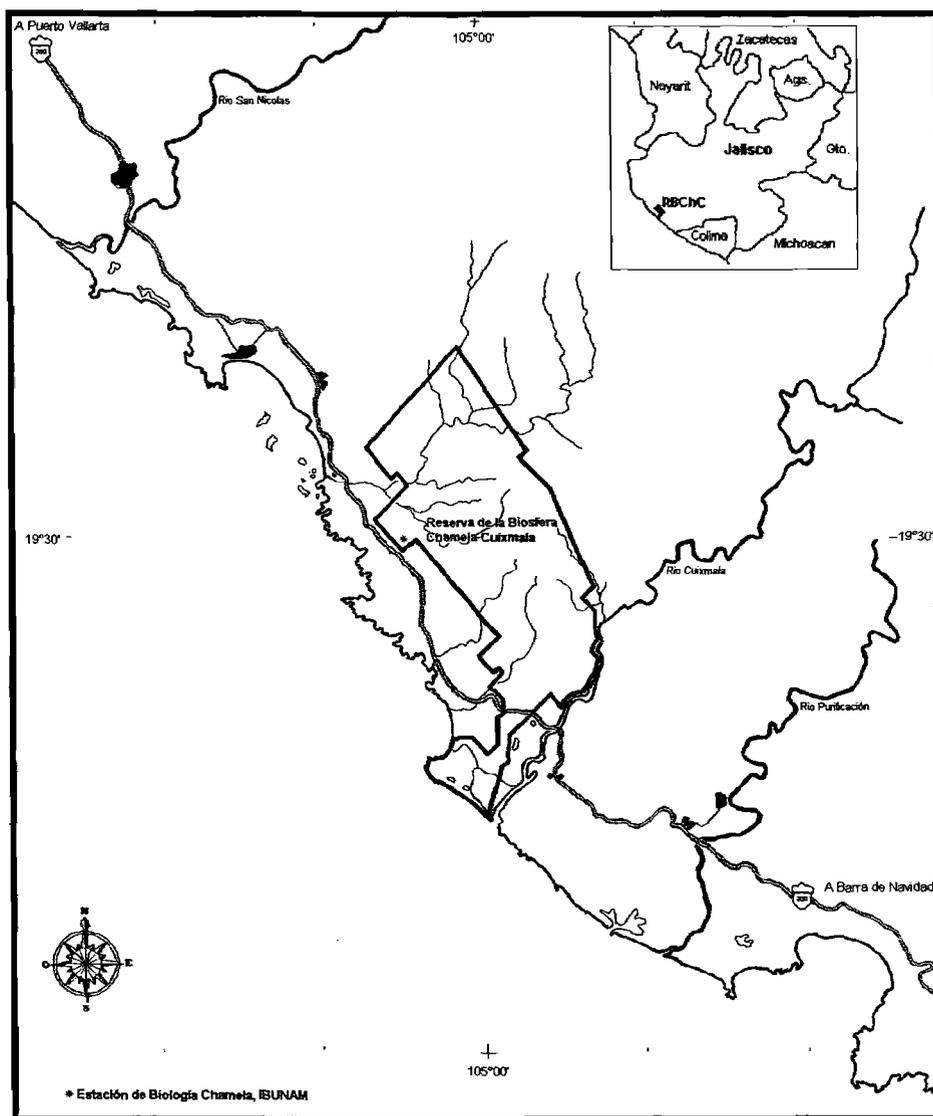
Determinar el porcentaje de proteína, lípidos, fibra y cenizas (minerales) de los elementos presentes en la dieta de las crías del Loro corona lila.

Determinar si las características nutritivas de los recursos alimenticios intervienen en la utilización de recursos por las aves.

## 2. AREA Y ESPECIE DE ESTUDIO

### 2.1. Ubicación

El presente estudio se llevó a cabo en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, ubicada en la costa del Pacífico, en el estado de Jalisco ( $19^{\circ}22'N$ ,  $104^{\circ}56'W$  hasta  $19^{\circ}35'N$ ,  $105^{\circ}03'W$ , Fig. 1). La reserva tiene una extensión de 13,142 ha, con cuatro zonas núcleo y una zona de amortiguamiento, y fue creada por medio de un decreto presidencial el 30 de diciembre de 1993 (D.O.F. 1993).



**Figura 1.** Ubicación de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala en la costa de Jalisco.

## 2.2. Clima

El clima en el área de estudio es cálido subhúmedo siendo el extremo más seco dentro de los tipos subhúmedos (García-Oliva et al. 2002). La temperatura promedio anual es de 24.9°C (Bullock 1986). La temperatura mínima promedio mensual tiene un rango de 14.8°C a 22.9°C (Bullock 1986). La temperatura máxima promedio mensual no varía tanto como la mínima siendo su rango 29.1°C - 32.0°C (Bullock 1986). El mes con la temperatura máxima más alta es octubre (32.2°C) y la temperatura mínima promedio más baja de 15.9°C se presenta en febrero (Bullock 1988).

El área de estudio se caracteriza por presentar una marcada estacionalidad en precipitación (Bullock 1986, 1988). La temporada de sequía dura ocho meses, desde principios de noviembre hasta finales de junio (Bullock 1988). La precipitación promedio anual es 748 mm (D.E. 119 mm, rango 585-961 mm; Bullock 1986) concentrándose, principalmente, en el periodo comprendido entre el 2 de julio y el 4 de noviembre durante el que se registra el 83.8% de la precipitación total anual (Bullock 1988).

La variación interanual de la precipitación registrada en el área de estudio en el periodo de 1977 a 2000 es alta, presentándose 453 mm en 1985 y 1,393 mm en 1992 (García-Oliva et al. 2002). Esta variación está influenciada por el fenómeno de El Niño (García-Oliva et al. 2002). Datos que describen el comportamiento de la precipitación indican que la lluvia de verano fue menor al promedio histórico en los últimos 4 eventos de El Niño, (1982-1983, 1986-1987, 1991-1992 y 1997-1998) y que la lluvia de invierno fue mayor al promedio histórico en 2 de los 4 eventos analizados (García-Oliva et al. 2002). La Niña, que se presenta al año siguiente de El Niño, probablemente influyó en la alta precipitación anual de 1988, 1993 y 1998 (García-Oliva et al. 2002).

El área de estudio está sujeta a tormentas tropicales y huracanes que producen variaciones en la precipitación pluvial (Bullock 1986, 1988). Por ejemplo, en mayo de 1983 se registró una precipitación de 177.3 mm cuando en los 5 años previos no se habían registrado lluvias en ese mes (Bullock 1986). Estas precipitaciones

estuvieron relacionadas con tormentas tropicales (Bullock 1986). Durante el estudio, la precipitación en el 2002, previo a la época reproductiva de febrero a mayo 2003, fue menor que la precipitación del 2003 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Precipitación (mm) mensual y anual registrado en la Estación de Biología Chamela durante el periodo de estudio de 2002 y 2003.

<b>Mes</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Enero	0	0	95
Febrero	99.3	0	0
Marzo	0	0	0
Abril	0	0	0
Mayo	0	0	0
Junio	49.3	231.39	-
Julio	148	57.02	-
Agosto	81.3	180.34	-
Septiembre	150	273.13	-
Octubre	94.2	75.69	-
Noviembre	58.7	0	-
Diciembre	0	0	-
<b>Total</b>	<b>680.8</b>	<b>817.57</b>	<b>-</b>

### **2.3. Tipos de vegetación**

El tipo de vegetación dominante en el área de estudio es el bosque tropical caducifolio (Rzedowski 1978; Lott 1993). También se distribuye en el área parches de bosque tropical subcaducifolio, manglar y bosque de galería (Lott 1993). Las familias de plantas mejor representadas en la zona son Leguminosae (155 especies), Euphorbiaceae (91), Compositae (63), Convolvulaceae (40) y Malvaceae (38; Lott 1993)

#### **2.3.1. Bosque tropical caducifolio (Rzedowski 1978)**

Es el tipo de vegetación dominante en la zona de estudio (Lott 1993) y se caracteriza por presentar un dosel de entre 5 y 10 metros. El carácter caducifolio se debe a que la mayoría de las especies presentes pierden las hojas por un periodo variable de 5 a 8 meses durante el año (Rzedowski 1978). Debido a las diferencias

en aspectos físicos del ambiente (p. ej. la profundidad de suelo), la composición de especies no es homogénea en la zona (Lott 1993). Sin embargo, se pueden reconocer especies que se encuentran como codominantes en asociaciones vegetales distribuidas en la zona. Entre estas especies se encuentran *Amphipterygium adstringens*, *Bourreria* cf. *purpusii*, *Bursera* spp., *Caesalpinia coriaria*, *C. eriostachys*, *Ceiba aesculifolia*, *Cordia alliodora*, *C. eleagnoides*, *Ficus cotinifolia*, *Guapira* cf. *macrocarpa*, *Jatropha standleyi*, *Lonchocarpus constrictus*, *L. lanceolatus*, *Lysiloma microphyllum* y *Trichilia trifolia* (Lott 1993).

Dentro del bosque tropical caducifolio se distribuye una asociación vegetal dominada por *Celaenodendron mexicanum* (Lott 1993). Esta especie es endémica de México, con una distribución que se restringe a una franja de 10 km de la costa del Pacífico entre Mazatlán y el sur de Manzanillo (Martijena y Bullock 1994). Esta asociación vegetal ocupa áreas variables, registrándose en algunos sitios agregaciones de 0.1 ha y en otros de 1,000 ha (Martijena 2002). Esta asociación no presentó diferencias significativas en estructura o composición con asociaciones donde esta ausente, por lo que no se le debe considerar como una asociación distinta al bosque tropical caducifolio (Martijena 2002). Los individuos de esta asociación han sido talados extensamente, lo que podría amenazar la permanencia de esta asociación en el área de estudio (Martijena 2002).

### **2.3.2. Bosque tropical subcaducifolio (Rzedowski 1978)**

En el área de estudio este tipo de vegetación tiene una extensión limitada, encontrándose solamente en los arroyos más grandes y los valles de los ríos debido a su requerimiento de agua (Lott 1993). Durante la temporada de sequía por lo menos el 50% de los individuos pierden sus hojas, aunque también presenta componentes perennifolios (Rzedowski 1978). La altura del bosque tropical subcaducifolio oscila entre 15 y 40 m (Rzedowski 1978). Las especies arbóreas más características son *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera arborea*, *Couepia polyandra*, *Cynometra oaxacana*, *Ficus insipida*, *Sciadodendron excelsum*, *Sideroxylon capiri*, *Tabebuia donell-smithii*, *Tabebuia rosea*, *Thouinidium decandrum* y *Vitex hemsleyi* (Lott 1993).

### 2.3.3. Otros tipos de vegetación

El bosque de galería se distribuye por el cauce de los ríos principales en la región como el Tomatlán, San Nicolás y Cuitzmala (Ceballos y Miranda 2000). Es un tipo de vegetación heterogéneo que presenta elementos con alturas que varían entre 4 y 40 m (Rzedowski 1978). Especies de árboles presentes en el área de estudio son *Astianthus viminalis*, *Salix gooddingii*, *Tabebuia* spp. y *Vitex mollis* (Lott 1993).

Los manglares se distribuyen principalmente en las orillas de lagunas costeras, presentando arbustos o árboles de entre 2 y 25 m de altura (Rzedowski 1978). En el área de estudio los manglares están compuestos de *Avicennia germinans*, *Conocarpus erecta*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* (Lott 1993).

### 2.4. Descripción de la especie de estudio

El Loro corona lila (*Amazona finschi*) es un psitácido de tamaño mediano con longitud de cuerpo de 30.5 cm a 34.5 cm (Howell y Webb 1995). El peso de los adultos varía entre 254 y 302 g (Renton 2002). Los individuos de esta especie son verdes en gran parte del cuerpo (Forshaw 1989). Se distingue por la frente y las loras rojas, y por la corona y los lados del cuello de color lila (Howell y Webb 1995). No hay dimorfismo en plumaje entre edades y sexos (Howell y Webb 1995).

El Loro corona lila es endémico de México y se distribuye en la vertiente del Pacífico desde el sur de Sonora hasta el suroeste de Chiapas y Oaxaca (Howell y Webb 1995). La especie habita en el bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque de pino-encino húmedo y semiárido, bosque de pino y manglar (Forshaw 1989, Howell y Webb 1995). El rango altitudinal de esta especie se extiende desde el nivel del mar hasta los 2200 m (Forshaw 1989, Howell y Webb 1995).

## 2.5. Ecología reproductiva del Loro corona lila

El Loro corona lila se reproduce durante el periodo comprendido entre febrero y mayo, que coincide con la temporada de sequía en el área de estudio (Renton y Salinas-Melgoza 1999). Los nidos son cavidades naturales en árboles vivos y muertos de *Celaenodendron mexicanum*, *Astronium graveolens* y *Tabebuia* sp (Renton y Salinas-Melgoza 1999). La puesta de los huevos y la incubación ocurre en febrero y las puestas son de 2 o 3 huevos, con un periodo de incubación de 28 días (Renton 2002). El desarrollo de las crías desde que eclosionan hasta que dejan el nido tarda 60 días y se lleva a cabo durante los meses de marzo, abril y mayo (Renton y Salinas-Melgoza 1999, Renton 2002). Las crías son alimentadas dos veces al día por ambos padres (Renton y Salinas-Melgoza 1999). Se ha determinado un efecto de la disponibilidad de los recursos alimenticios sobre el crecimiento de las crías, con una tasa de crecimiento más lento en los años con menor disponibilidad de alimento (Renton 2002).

## 2.6. Dieta del Loro corona lila

El Loro corona lila se alimenta principalmente de semillas (81.8%), incorporando a su dieta frutos (8.8%), larvas de insectos (6.6%) y tallos de bromelias (2.9%) (Renton 2001). Las semillas utilizadas más frecuentemente en la dieta de los adultos durante la temporada de sequía son *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum*, y *Celaenodendron mexicanum*; y durante la temporada de lluvias *Celaenodendron mexicanum*, *Jatropha standleyi*, *Jatropha malacophylla* y *Caesalpinia pulcherrima* (Renton 2001). Estas semillas en su mayoría se consumen en estado inmaduro (Renton 2001).

La dieta de las crías se compone principalmente por semillas, aunque también se puede encontrar trozos de madera, frutos e insectos (Renton 1998, Sánchez Martínez 2003). Los componentes principales de la dieta de las crías son semillas de *Astronium graveolens*, *Comocladia engleriana* y *Erythrina lanata* (Renton 1998, Sánchez Martínez 2003).

### **3. MÉTODOS**

#### **3.1. Localización y revisión de nidos**

La localización de los nidos se realizó desde finales de enero hasta principios de marzo de 2003 y 2004, mediante observaciones directas de comportamiento de parejas de loros que pudieran estar en ciclo reproductivo. El periodo de máxima actividad de los Loros corona lila en el área de estudio ocurre durante las primeras 4 horas de luz y las últimas 2 horas antes de oscurecer (Renton y Salinas-Melgoza 1999, 2002), por lo que el esfuerzo de búsqueda de nidos se concentró en estos periodos de actividad.

La inspección de los nidos se llevó a cabo después de la eclosión de los huevos, utilizando técnicas para trepar árboles con cuerda (Perry 1978, Perry y Williams 1981), o por el tronco (Donahue y Wood 1995). Los nidos fueron inspeccionados entre las 10:00 horas y las 13:00 horas del día, durante el periodo de baja actividad de los adultos, y poco después de que las crías eran alimentadas (Renton y Salinas-Melgoza 1999). A cada cría se le colocó en la pata izquierda un anillo cerrado de metal con un número de identificación único. El manejo de las crías no duró más de 20 minutos, evitando así el estrés de los individuos.

#### **3.2. Obtención de muestras de buche**

La toma de muestras del alimento de las crías se llevó a cabo siguiendo la técnica descrita por González-Elizondo (1998) y Enkerlin-Hoeflich et al. (1999), la cual consiste en obtener directamente del buche de las crías el alimento que les es proporcionado. Las muestras de buche se tomaron a partir de los 20 días de edad de las crías como es recomendado por Enkerlin-Hoeflich et al. (1999). Las muestras de buche siempre fueron tomadas por la mañana después de que las crías eran alimentadas.

Para la obtención de dichas muestras se utilizaron jeringas de 3 ml, a las cuales se les cortó la punta donde embona la aguja, dejando el cilindro abierto y suavizando los bordes afilados al fuego directo. Las jeringas así preparadas y con el émbolo extraído fueron introducidas por el lado izquierdo del pico de las crías, siguiendo una dirección hacia el lado derecho debido a la forma del pico y a la posición del esófago (González- Elizondo 1998). Con la jeringa introducida en el buche y sostenida por la parte del émbolo que permanecía fuera del pico, se dio un ligero masaje al buche para introducir la comida en el cilindro de la jeringa, hecho lo cual, fue extraída. Las muestras colectadas fueron colocadas individualmente en una bolsa de plástico 'zip-lock', la cual fue previamente marcada con la fecha, identificación del nido y de la cría. Todas las muestras obtenidas fueron refrigeradas para su posterior análisis.

### **3.3. Análisis cualitativo de muestras**

Se separaron las diferentes especies de semillas contenidas en las muestras y se identificaron por comparación con muestras de frutos y semillas colectados del campo. Antes de realizar el análisis, la muestra fue separada utilizando papel absorbente, para retirar el exceso de agua. Los componentes de cada especie en la muestra fueron identificados, contados y pesados utilizando una balanza electrónica con precisión de 0.01 g y capacidad para 200 g. Se determinó la frecuencia de ocurrencia de los diferentes elementos en la dieta y su proporción de biomasa por peso. La biomasa de los frutos no se determinó debido a que lo consumido es la pulpa, que contiene una gran cantidad de agua y es digerida más rápidamente que las semillas. Asimismo, se calculó el porcentaje del tipo de alimento consumido (semilla, fruto, insecto, madera y materia vegetal). En la categoría de materia vegetal se incluyeron los restos de testas de semillas que probablemente fueron ingeridas accidentalmente. La dieta se determinó para el primer y segunda mes de crianza de los pollos en abril y mayo de 2003 y 2004.

### 3.4. Disponibilidad de recursos alimenticios

En las épocas reproductivas de 2003 y 2004 se determinó la disponibilidad de semillas y frutos de *Astronium graveolens*, *Celaenodendron mexicanum*, *Comocladia engleriana*, *Erythrina lanata* y *Ficus spp* (*F. cotinifolia* y *F. insipida*) debido a su presencia en la dieta las crías en años anteriores (Renton 1998, Sánchez Martínez 2003). Adicionalmente, en la época reproductiva de 2004, se determinó la disponibilidad de semillas que se encontraba presentes en el ambiente pero que no son elementos dominantes en la dieta de las crías. Estas especies fueron *Cochlospermum vitifolium*, *Spondias purpurea*, *Gyrocarpus americanus*, *Pterocarpus orbiculatus*, *Plumeria rubra*, *Crataeva tapia* y *Recchia mexicana*. La disponibilidad se determinó en los meses de abril y mayo de 2003 y 2004, durante el periodo de crianza de los pollos del Loro corona lila. Se realizaron 19 transectos fenológicos de 200 m x 6 m en los que fueron visitados a mediados de abril y mayo en ambos años. Diez transectos estuvieron ubicados en bosque tropical caducifolio y 9 en bosque tropical subcaducifolio. Para los árboles en fructificación se estimó el número de frutos o semillas que presentaba. Posteriormente, se determinó el peso promedio de las semillas o frutos de cada especie. Debido a que el Loro corona lila ingiere los frutos de *Ficus* por la pulpa y no por las semillas para el análisis se tomó en cuenta el número de frutos y el peso de los frutos, en contraste con las otras 4 especies en que lo que se tomó en cuenta fue el número de semillas y el peso de las semillas. Para cada especie, a partir de los datos de los censos y de su peso promedio, se determinó los kilogramos de biomasa por hectárea por tipo de vegetación. Este estimado se multiplicó por el área cubierta por cada tipo de vegetación en la reserva. Los estimados de biomasa para cada tipo de vegetación se sumaron para obtener un estimado de biomasa disponible en la reserva para cada especie. La disponibilidad de las especies mencionadas se graficó para los meses de abril y mayo de 2003 y 2004.

### 3.5. Análisis bromatológico

Para determinar el valor nutritivo (calidad) de la dieta de las crías, se colectaron frutos y semillas maduros e inmaduros de especies como *Acacia farnesiana*

(Leguminosae), *Astronium graveolens* (Anacardiaceae), *Comocladia engleriana* (Anacardiaceae), *Erythrina lanata* (Leguminosae), *Pithecellobium dulce* (Leguminosae), *Plumeria rubra* (Apocynaceae), *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) y frutos de *Ficus* (Moraceae) con los que se alimentan a las crías. Adicionalmente, se colectaron semillas de *Brosimum alicastrum* (Moraceae), *Cochlospermum vitifolium* (Cochlospermaceae), *Crataeva tapia*, (Capparaceae), *Gyrocarpus americanus* (Hernandiaceae), *Pterocarpus orbiculatus*, (Leguminosae) y *Recchia mexicana* (Simaroubaceae). Estas especies se encontraban en fructificación durante el período de estudio pero no están registradas en la dieta del Loro corona lila (Renton 2001). Las semillas de *Celaenodendron mexicanum* estuvieron presentes en la dieta de las crías, lo que sugiere que había árboles en fructificación en la reserva, sin embargo no fue posible localizarlos, por lo que no se incluyeron en el análisis de calidad nutritiva.

Después de colectar las semillas en el campo fueron congeladas hasta su transporte al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia donde se determinó el porcentaje de proteína cruda, lípidos, fibra y cenizas de cada una de las especies mencionadas. En algunos casos el análisis se restringió a la obtención del porcentaje de proteína cruda debido al tamaño de la muestra. En la determinación de los nutrientes se utilizaron los métodos estándar de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC 1990)

### **3.6. Análisis de datos**

La dieta de las crías se comparó entre meses y años utilizando el coeficiente de similitud de Jaccard que cuantifica la similitud en términos de composición de especies tomando en cuenta especies compartidas y exclusivas (Krebs 1998). Adicionalmente, se determinó el índice de Renkonen o porcentaje de similitud que determina la similitud en términos del porcentaje de biomasa utilizado (Krebs 1998). Se realizó una comparación entre los meses de abril y mayo en el mismo año, así como entre años, y en abril de 2003 y 2004, y mayo de 2003 y 2004.

Para determinar si la composición de la dieta de las crías era consistente con la disponibilidad de recursos en el hábitat se llevó a cabo una prueba de bondad de ajuste de G (Neu et al. 1974). La biomasa en muestras de buche de *Astronium graveolens*, *Comocladia engleriana*, *Celaenodendron mexicanum* y *Erythrina lanata* se comparó con la biomasa esperada calculada a partir de los datos de disponibilidad de recursos en el ambiente. Si existían diferencias significativas entre la biomasa en muestras de buche observada y esperada, se calculaban los intervalos de confianza simultáneos de Bonferroni para detectar qué componentes producían éstas diferencias (Neu et al. 1974). En el cálculo de los intervalos de confianza simultáneos se utilizó la siguiente fórmula:

$$p_i - Z_{(\alpha/2k)} \sqrt{p_i(1 - p_i)/n} \leq p_i < p_i + Z_{(\alpha/2k)} \sqrt{p_i(1 - p_i)/n}$$

Donde:

$p_i$  = Proporción observada del  $i$  elemento

$n$  = Biomasa total registrada en muestras de buche

$k$  = Número de especies de semillas

$Z_{(\alpha/2k)}$  = Valor superior estándar correspondiente a una probabilidad de  $\alpha/2k$

El intervalo de confianza simultáneo para la proporción observada se comparó con la proporción esperada, si la proporción esperada estaba fuera del intervalo de confianza, entonces el elemento no estaba siendo utilizado de acuerdo a su disponibilidad en el ambiente (Neu et al. 1974). Si la proporción esperada era menor que el intervalo de confianza, el elemento estaba siendo utilizado en mayor proporción que lo esperado; si era mayor, entonces el elemento estaba siendo utilizado en menor proporción que lo esperado.

Para determinar si existía relación entre la dieta de las crías y la calidad nutritiva se calculó el coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s$ ) entre el porcentaje de proteína, lípidos, cenizas y fibra de las semillas y su porcentaje de biomasa en muestra. El coeficiente de correlación se calculó para el porcentaje de biomasa en muestra de los meses de abril y mayo juntos de los dos años de muestreo. Debido a que se hicieron múltiples análisis sobre un mismo conjunto de datos, el nivel de  $\alpha$

se ajusto utilizando la corrección de Bonferroni:

$$\alpha_{\text{ajustada}} = \alpha / \text{número de análisis} = 0.05 / 4$$

por lo que el nivel de  $\alpha$  en estas comparaciones fue de 0.0125

Se realizó una prueba no paramétrica de Mann-Whitney  $U$  para dos muestras independientes, con el propósito de determinar si los recursos incluidos y excluidos de la dieta de las crías tenían características nutrimentales distintas. La comparación se hizo en términos de % proteína, % de lípidos, % de cenizas y % de fibra.

Para determinar si existían diferencias entre las semillas inmaduras y maduras en términos de porcentaje de proteínas, se realizó una prueba de  $t$  pareada. Las especies utilizadas en la prueba fueron *Astronium graveolens*, *Comocladia engleriana* y *Erythrina lanata* por ser las importantes en la dieta de las crías (Renton 1998, Sánchez Martínez 2003). La prueba de  $t$  pareada se utilizó porque se compararon semillas de la misma especie en estado inmaduro y maduro. No se hicieron comparaciones en porcentaje de lípidos, cenizas y fibra cruda debido a que no se tenían datos suficientes.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Disponibilidad de recursos alimenticios principales en la dieta

#### Periodo reproductivo de 2003

En el mes de abril, *Ficus* spp fue la especie con mayor biomasa disponible en la reserva, seguida por *Comocladia engleriana*, *Celaenodendron mexicanum* y *Erythrina lanata* (Fig. 2). En el primer mes de crianza de los pollos no se registraron semillas de *Astronium graveolens*.

Para el mes de mayo, *Astronium graveolens* pasó del último lugar en biomasa disponible al primero, mientras que los frutos de *Ficus* spp fueron el segundo lugar en biomasa disponible (Fig. 2). *Celaenodendron mexicanum* y *Erythrina lanata* presentaron aproximadamente la misma biomasa que en abril, contrario a *Comocladia engleriana* cuyas semillas disminuyeron su disponibilidad hasta casi desaparecer (Fig. 2).

#### Periodo reproductivo de 2004

En el mes de abril, la biomasa disponible más alta correspondió a las semillas de *Comocladia engleriana* y *Ficus* spp (Fig. 3). *Erythrina lanata* presentó una disponibilidad baja con respecto a la de *Comocladia engleriana* y *Ficus* spp. (Fig. 3). Semillas de *Astronium graveolens* y *Celaenodendron mexicanum* no se observaron en este mes.

En mayo, durante el segundo mes de crianza de los pollos, no habían disponibles semillas de *Celaenodendron mexicanum*. El primer lugar en biomasa disponible correspondió a *Ficus* spp. seguido por *Erythrina lanata*, *Comocladia engleriana* y *Astronium graveolens* (Fig. 3).

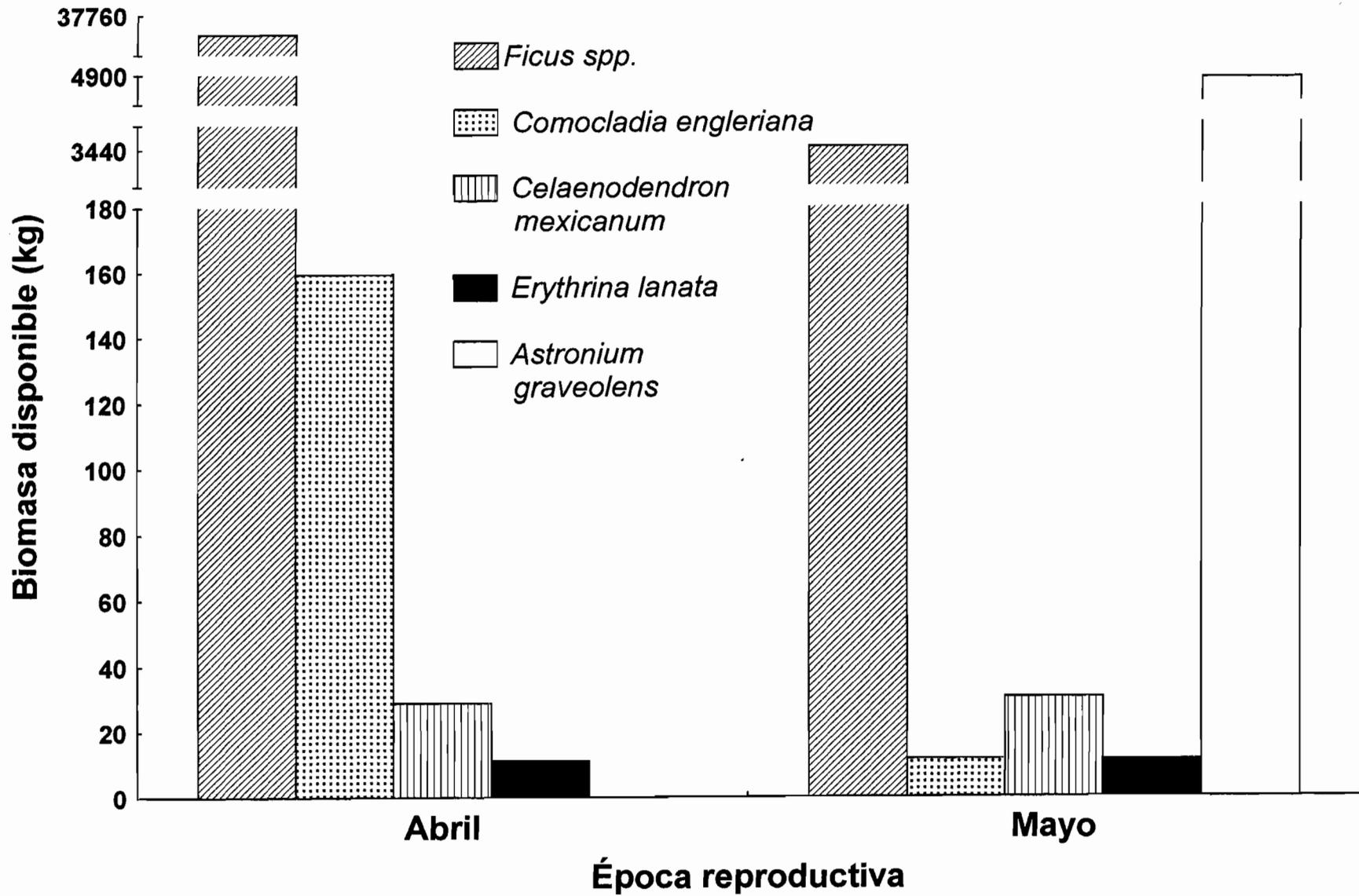


Figura 2. Biomasa disponible estimada para 5 especies de árboles en abril y mayo de la época reproductiva de 2003

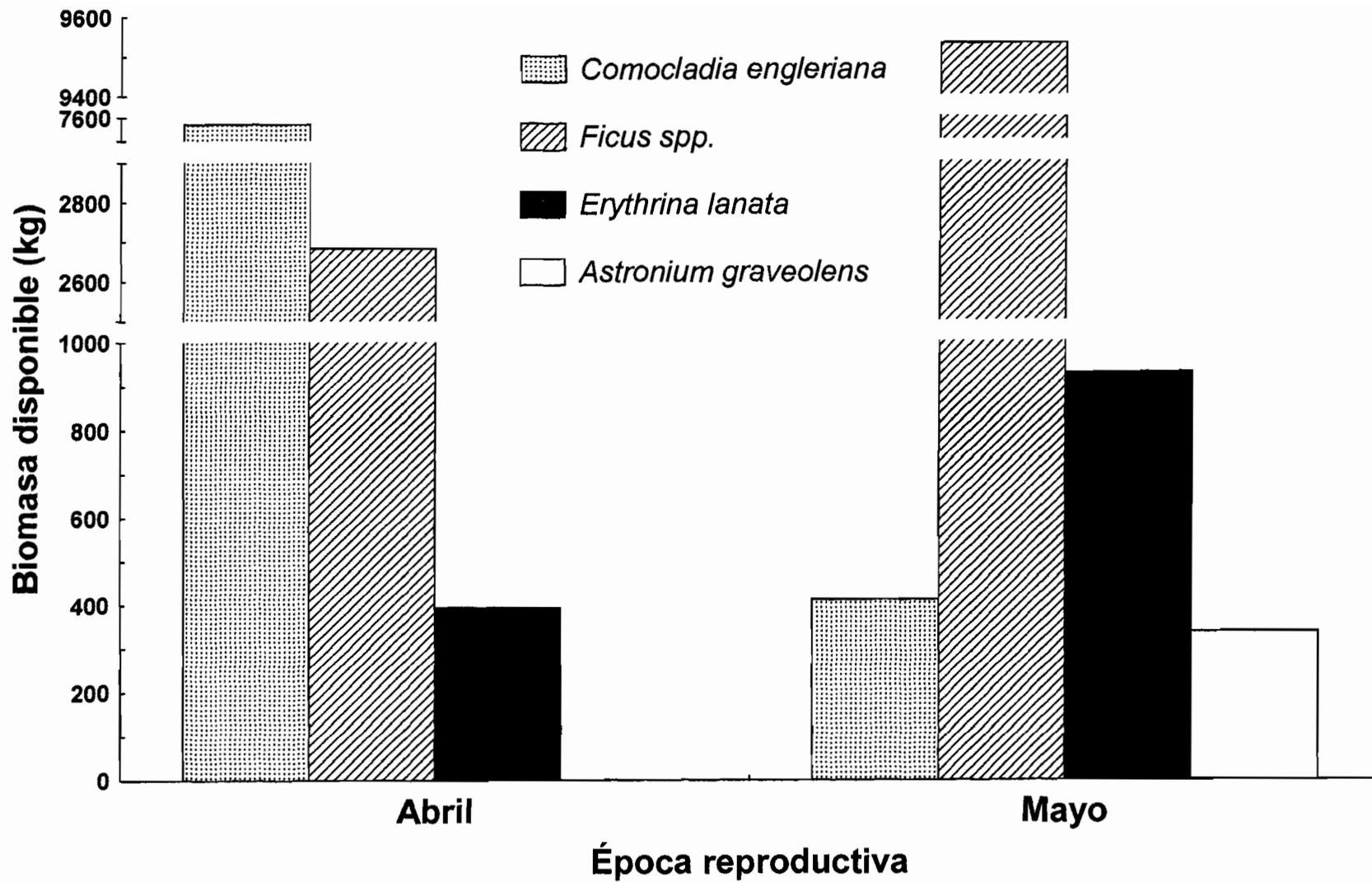


Figura 3. Biomasa disponible estimada para 4 especies de árboles en abril y mayo de la época reproductiva de 2004.

La especie con mayor biomasa promedio disponible en forma de semillas en la reserva durante el periodo reproductivo de 2004 fue *Cochlospermum vitifolium* (Tabla 2), aunque esta especie no está incluida en la dieta de los loros. Las semillas de *Recchia mexicana* presentaron la menor biomasa disponible en la reserva en 2004 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Biomasa disponible estimada en la reserva para especies incluidas y excluidas en la dieta durante el periodo reproductivo de 2004. Especies marcadas con \* son incluidas en la dieta de las crías de *Amazona finschi*.

Espece	Biomasa (kg)
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	25534
<i>Spondias purpurea</i> *	6628
<i>Ficus spp.</i>	6106
<i>Comocladia engleriana</i> *	3989
<i>Gyrocarpus americanus</i>	1120
<i>Erythrina lanata</i> *	660
<i>Pterocarpus orbiculatus</i>	551
<i>Plumeria rubra</i> *	442
<i>Crataeva tapia</i>	339
<i>Astronium graveolens</i> *	168
<i>Recchia mexicana</i>	75

#### 4.2. Composición de la dieta de las crías del Loro corona lila

Se obtuvieron 42 y 52 muestras de buche en los años 2003 y 2004, respectivamente. Para el análisis se juntaron las muestras tomadas de pollos hermanos en el mismo nido y el mismo día resultando en un total de 27 muestras de 5 nidos en 2003 y 32 muestras de 5 nidos en 2004.

La dieta en 2003 estuvo compuesta de 14 elementos y de 22 elementos en 2004, con 11 elementos que se presentaron en ambos años. Elementos exclusivos de la dieta de 2003 fueron semillas de *Pithecellobium dulce*, pulpa de un fruto no identificado y materia vegetal (como testas de semillas). En la dieta del año 2004, fueron exclusivas las semillas

de *Plumeria rubra*, semillas de una leguminosa no identificada y nueve tipos de semillas no identificadas.

#### Periodo reproductivo 2003

En 2003, los elementos que presentaron la mayor frecuencia de ocurrencia fueron trozos de madera (100% de las muestras) y semillas de *Astronium graveolens* (85%), seguidos por semillas de *Erythrina lanata* (44%) y *Comocladia engleriana* (33%). Los elementos menos frecuentes en las muestras fueron una larva no identificada y semillas de *Acacia* sp. (Fig. 4). Con relación al porcentaje de biomasa, el elemento más importante en las 27 muestras fue semillas de *Astronium graveolens*, seguido por *Erythrina lanata*, los trozos de madera, semillas de *Celaenodendron mexicanum*, y *Comocladia engleriana* (Fig. 4). El resto de los elementos identificados en la dieta presentaron en conjunto el 3% de la biomasa total de las muestras (Fig. 4)

#### Periodo reproductivo 2004

En 2004, los elementos que tuvieron mayor frecuencia de ocurrencia en la dieta de los pollos fueron los trozos de madera (84%) y las semillas de *Astronium graveolens* (65.6%; Fig. 5). Los elementos que estuvieron presentes en pocas muestras fueron larvas y frutos de *Ficus* sp. (Fig. 5). En cuanto a porcentaje de biomasa en las muestras, las semillas de *Astronium graveolens* (27.6%) y *Comocladia engleriana* (26.1%) fueron los elementos más importantes, seguidos por *Acacia* sp (14%), *Celaenodendron mexicanum* (12.6%), y *Erythrina lanata* (4.8%; Fig. 5). Cada uno de los elementos restantes no participó con más de 3% de la biomasa en las muestras (Fig. 5).

### **4.3. Variación temporal en la dieta de las crías**

#### Dieta de los pollos en 2003

De los 10 elementos registrados en la dieta en abril, solo cinco tuvieron más del 5% de biomasa en muestras de buche. Las semillas de *Astronium graveolens* fueron el recurso alimenticio más importante representando más de la mitad de la biomasa en la dieta (Tabla 3).

Figura 4. Porcentaje de ocurrencia y biomasa total en 27 muestras de buche en 5 nidos del 10 abril – 26 mayo de 2003.

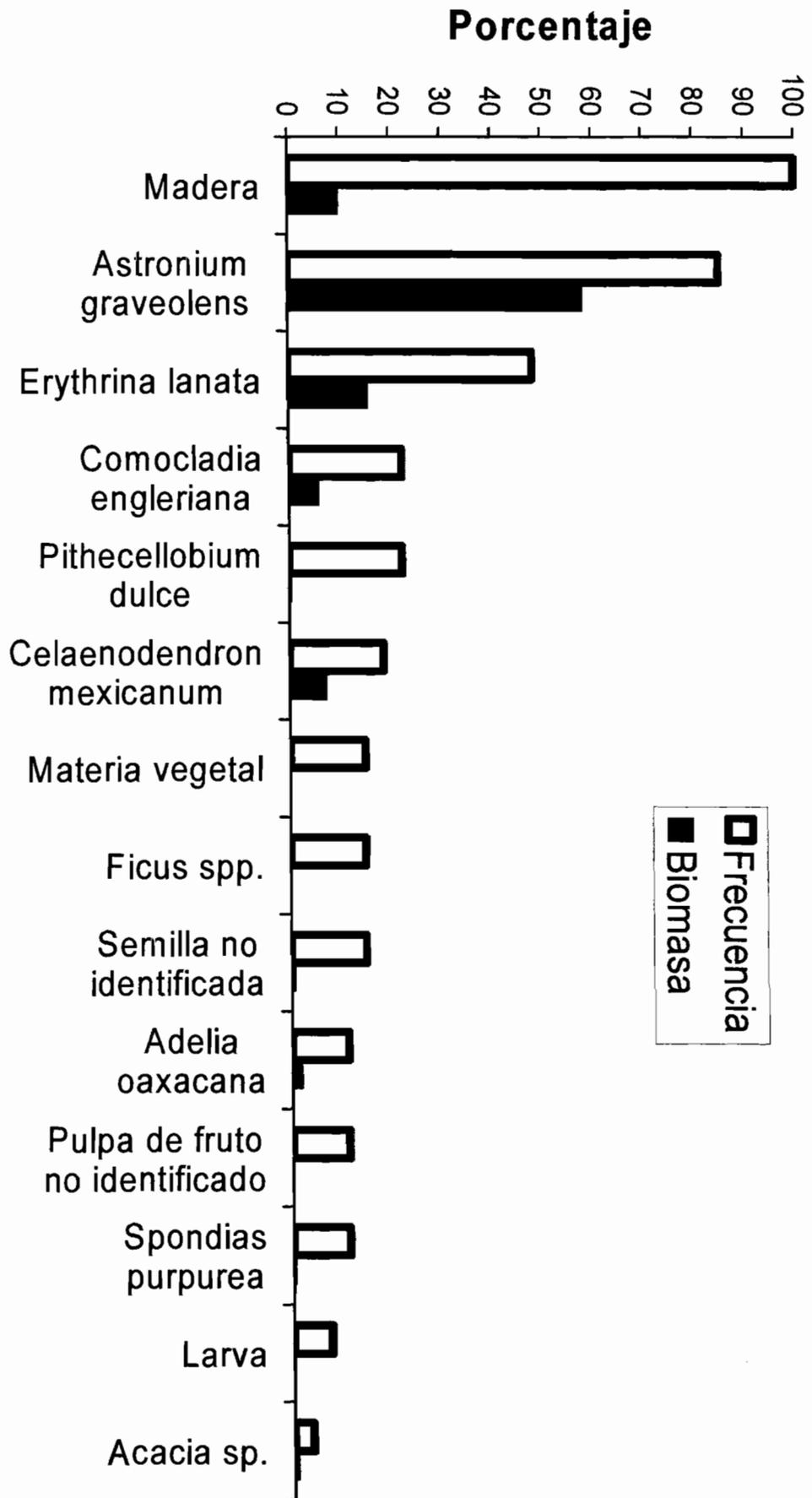
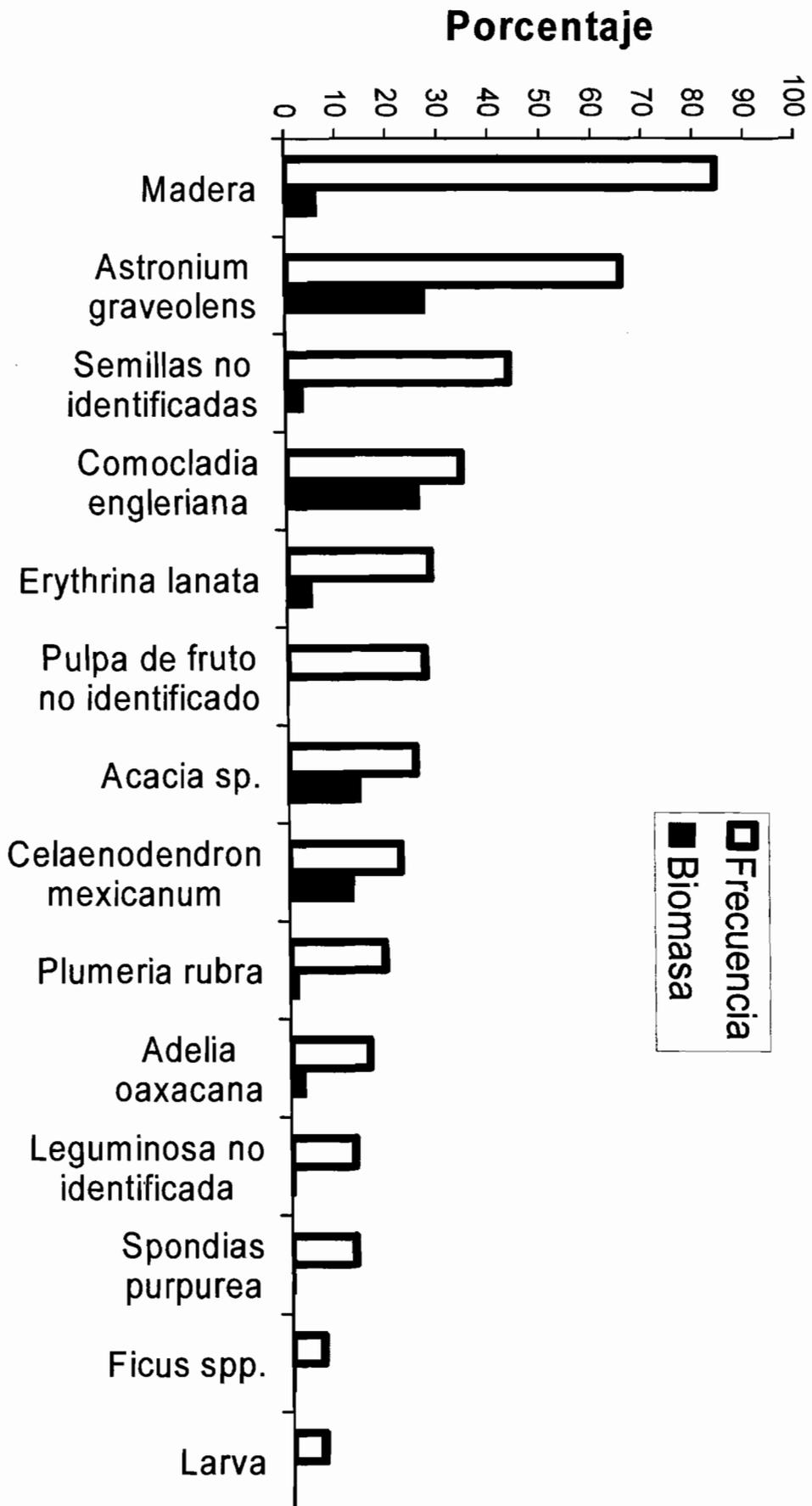


Figura 5. Porcentaje de ocurrencia y biomasa total en 32 muestras de buche en 5 nidos del 2 abril – 25 mayo de 2004.



Los otros cuatro elementos con más de 5% de biomasa en muestras fueron semillas de *Celaenodendron mexicanum*, trozos de madera, así como semillas de *Erythrina lanata* y *Comocladia engleriana* (Tabla 3). En el mes de abril, los elementos menos relevantes en términos de porcentaje de biomasa en las muestras fueron semillas de *Acacia* sp, *Adelia oaxacana*, *Pithecellobium dulce*, *Spondias purpurea* y una especie no identificada (Tabla 3).

Para el mes de mayo, las semillas de *Astronium graveolens* fueron predominantes con 64% de biomasa en la dieta (Tabla 3). Asimismo, las semillas de *Erythrina lanata* aumentaron su presencia en la dieta, siendo el segundo elemento más importante en la dieta presentando 25% de biomasa en las muestras (Tabla 3). En contraste, las semillas de *Comocladia engleriana* y los trozos de madera que fueron incorporados en la dieta durante abril disminuyeron su contribución en porcentaje de biomasa (Tabla 3). Adicionalmente, las semillas de *Acacia* sp., *Celaenodendron mexicanum*, *Adelia oaxacana*, *Pithecellobium dulce* y *Spondias purpurea* que estuvieron presentes en la dieta en abril, no fueron registradas en mayo (Tabla 3).

**Tabla 3.** Porcentaje de biomasa total para semillas de diez especies y madera encontradas en las muestras de buche de las crías del Loro corona lila, en abril y mayo durante la época reproductiva de 2003

Especie	% Biomasa en muestra	
	Abril	Mayo
<i>Astronium graveolens</i>	52.30	64.07
<i>Celaenodendron mexicanum</i>	12.60	0.00
Madera	11.97	7.07
<i>Erythrina lanata</i>	10.42	24.63
<i>Comocladia engleriana</i>	6.72	4.23
<i>Adelia oaxacana</i>	2.98	0.00
Semilla no identificada	1.07	0.00
<i>Acacia</i> sp.	1.04	0.00
<i>Spondias purpurea</i>	0.55	0.00
<i>Pithecellobium dulce</i>	0.36	0.00

### Dieta de los pollos en 2004

En abril de 2004, cinco elementos presentaron más que 5% de biomasa en las muestras (Tabla 4). El elemento principal fue semillas de *Comocladia engleriana*, seguido por *Acacia* sp, *Celaenodendron mexicanum*, *Astronium graveolens* y trozos de madera (Tabla 4). Por otro lado, los trozos de madera y semillas de *Erythrina lanata* fueron poco dominantes en la biomasa de la dieta durante el mes de abril (Tabla 4).

En mayo, las semillas de *Astronium graveolens* dominó la dieta con 71% de biomasa total en las muestras, mientras que *Comocladia engleriana*, el elemento dominante en el mes de abril, registró menos del 1% de la biomasa durante el mes de mayo (Tabla 4). Asimismo, las semillas de *Celaenodendron mexicanum* y *Acacia* sp., que fueron dos elementos importantes en la dieta durante el mes de abril, casi desaparecieron de la dieta de las crías durante el mes de mayo (Tabla 4). Tanto los trozos de madera como las semillas de *Erythrina lanata* aumentaron ligeramente su contribución a la dieta, ambos incrementando a 9% de biomasa en las muestras durante el mes de mayo (Tabla 4).

Los elementos menos importantes en el mes de abril que no se registraron en mayo, fueron *Adelia oaxacana*, *Ficus* sp, y seis tipos de semillas no identificadas (Tabla 4). En contraste, los elementos que se presentaron en ambos meses, pero que no tuvieron más de 5% de biomasa en muestra fueron *Plumeria rubra*, *Spondias purpurea*, y dos tipos de semillas no identificadas (Tabla 4).

El ANOVA de dos vías demostró una diferencia significativa entre los meses de abril y mayo en términos de variedad de elementos en la dieta de las crías (Tabla 5). La dieta de las crías en abril fue más variada que en mayo en ambos años (abril:  $4.7 \pm 1.6$ , mayo:  $3.5 \pm 1.2$ ). Sin embargo, la variedad de la dieta entre los dos años fue semejante.

### Índices de similitud en dieta

En general, el índice de similitud de Jaccard para todas las comparaciones fue de alrededor de 0.4, aunque es notable que entre los meses de mayo de 2003 y 2004 el valor es mucho menor. Asimismo, el porcentaje de similitud en biomasa de la dieta estimado por el índice de Renkonen presentó más variación teniendo un mínimo de

**Tabla 4.** Porcentaje de biomasa total para 21 especies registradas en muestras de buche de las crías del Loro corona lila durante abril y mayo en la época reproductiva de 2004.

Especie	% Biomasa en muestra	
	Abril	Mayo
<i>Comocladia engleriana</i>	35.91	0.46
<i>Acacia sp.</i>	19.39	0.00
<i>Celaenodendron mexicanum</i>	15.82	4.26
<i>Astronium graveolens</i>	11.03	70.71
Madera	5.34	8.98
<i>Adelia oaxacana</i>	3.88	0.00
<i>Erythrina lanata</i>	3.33	8.69
<i>Plumeria rubra</i>	1.84	1.09
Semilla no identificada 5	1.25	0.00
Semilla no identificada 8	0.58	0.00
Leguminosa no identificada	0.51	0.71
Semilla no identificada 9	0.51	0.00
Semilla no identificada 1	0.19	3.22
<i>Spondias purpurea</i>	0.18	0.21
<i>Ficus spp.</i>	0.08	0.00
Semilla no identificada 7	0.08	0.00
Semilla no identificada 3	0.06	0.00
Semilla no identificada 2	0.02	0.00
Semilla no identificada 4	0.00	0.59
Semilla no identificada 6	0.00	0.84
Semilla no identificada 10	0.00	0.25

**Tabla 5.** Resultados del análisis de varianza de dos vías usando el modelo lineal generalizado para el número de elementos en la dieta de las crías en los meses de abril y mayo de 2003 y 2004.

Fuente	g.l.	F	P
Mes	1, 55	9.3	< 0.05
Años	1, 55	0.37	0.545
Mes x Año	1, 55	0.05	0.833

26% de similitud entre abril y mayo de 2004 y un máximo de 80% de similitud en biomasa para la dieta en el mes de mayo entre ambos años (Tabla 6).

La similitud entre de las dietas de abril y mayo de 2003 en términos de composición de especies fue de 0.43, mientras que se presentó un 74% de similitud en biomasa de la dieta entre abril y mayo de 2003 (Tabla 6). Se incorporaron más elementos en la dieta de las crías durante abril que en mayo, por lo que el número de especies compartidas entre ambos meses es bajo. Sin embargo, las dietas de ambos meses son mucho más semejantes en términos del porcentaje de similitud porque las especies compartidas presentan proporciones de biomasa altas y semejantes. Por ejemplo, *Astronium graveolens* presentó 52% de biomasa en abril y 64% en mayo, así mismo *Erythrina lanata* tuvo 10% de biomasa en la dieta durante abril y 24% en mayo (Tabla 3). Por otro lado, las especies no compartidas entre los dos meses como *Pithecellobium dulce* y *Spondias purpurea* proporcionaron poca biomasa a la dieta (Tabla 3), por lo que su ausencia de un mes a otro no afecta drásticamente al índice de similitud.

El índice de Jaccard tuvo un valor semejante en cuanto a la proporción de especies compartidas entre los meses de abril y mayo para el año 2004 (0.42), pero en contraste, el Índice de Renkonen presentó una baja similitud en biomasa de la dieta entre los meses de abril y mayo en 2004 (26%; Tabla 6). En abril las semillas de *Comocladia engleriana* junto con *Acacia* sp y *Celaenodendron mexicanum* fueron los componentes principales en la biomasa de la dieta, mientras que en mayo, la dieta estuvo dominada por semillas de *Astronium graveolens* y en menor medida *Erythrina lanata* (Tabla 4). Estas diferencias en los componentes principales de la dieta en abril y mayo producen un bajo porcentaje de similitud.

La similitud de especies en la dieta entre abril y mayo para los dos años es prácticamente la misma (Tabla 6), reflejo de que en ambos años hubo más especies incorporadas en abril que en mayo. En términos de composición de especies, entre los meses de mayo de los dos años hay una baja similitud (0.27; Tabla 6) debido a que en mayo de 2003 hubo menos especies incorporadas a la dieta que en 2004 (Tabla 3 y 4). En contraste, hubo un alta similitud de biomasa en la dieta para el mes de mayo entre los dos años (80%), derivado principalmente de que en ambos años *Astronium graveolens* domina la dieta en este mes (Tabla 3 y 4).

**Tabla 6.** Similitud de composición y porcentaje de biomasa en la dieta de las crías del Loro corona lila entre los meses de abril y mayo en 2003 y 2004.

Comparación	Jaccard	Renkonen (%)
abril vs. mayo 2003	0.43	74.0
abril vs. mayo 2004	0.42	26.4
2003 vs. 2004	0.44	54.5
abril 2003 vs. abril 2004	0.41	43.4
mayo 2003 vs. mayo 2004	0.27	80.3

#### 4.4. Utilización y disponibilidad en el ambiente de recursos alimenticios

##### Periodo reproductivo de 2003

La utilización de 2 de los 4 recursos alimenticios más importantes en la dieta de las crías no se realizó de acuerdo a su disponibilidad en el ambiente ( $G = 37.2$ , g.l. = 3,  $P < 0.001$ ). En el 2003, las semillas de *Astronium graveolens* fueron incorporadas a la dieta en menor proporción a lo esperado (Tabla 7). En contraste, las semillas de *Erythrina lanata* fueron utilizadas en mayor proporción que lo esperado (Tabla 7). De los cuatro recursos alimenticios analizados, solo las semillas de *Celaenodendron mexicanum* y *Comocladia engleriana* fueron utilizadas de acuerdo a su disponibilidad en el ambiente (Tabla 7).

##### Periodo reproductivo de 2004

De manera semejante que en el 2003, de los cuatro recursos alimenticios más importantes, 3 fueron utilizados en proporciones distintas a lo esperado por su disponibilidad en el ambiente ( $G = 111.5$ , g.l. = 3,  $P < 0.001$ ). Las semillas de *Erythrina lanata* fueron utilizadas de acuerdo a su disponibilidad en el ambiente (Tabla 7), mientras que las semillas de *Astronium graveolens* y *Celaenodendron mexicanum* fueron incorporadas más de lo esperado (Tabla 7). Finalmente, las semillas de *Comocladia engleriana* fueron utilizadas en menor proporción que lo esperado por su disponibilidad (Tabla 7).

**Tabla 7.** Intervalos de confianza de Bonferroni para la utilización de recursos alimenticios de acuerdo a su disponibilidad correspondiente a los periodos reproductivos de 2003 y 2004.

Especie	Año	Proporción de biomasa en dieta (po)	Proporción disponible (pe)	Intervalos de confianza de Bonferroni para po
<i>Astronium graveolens</i>	2003	0.662	0.951	$0.505 \leq p \leq 0.819^*$
	2004	0.388	0.035	$0.233 \leq p \leq 0.543^*$
<i>Celaenodendron mexicanum</i>	2003	0.082	0.012	$-0.009 \leq p \leq 0.172$
	2004	0.177	0.0002	$0.056 \leq p \leq 0.299^*$
<i>Comocladia engleriana</i>	2003	0.065	0.033	$-0.017 \leq p \leq 0.147$
	2004	0.367	0.828	$0.213 \leq p \leq 0.520^*$
<i>Erythrina lanata</i>	2003	0.192	0.004	$0.061 \leq p \leq 0.322^*$
	2004	0.068	0.137	$-0.012 \leq p \leq 0.148$

\*  $P < 0.05$

#### 4.5. Calidad nutritiva de la dieta

##### Proteína

El porcentaje de proteína cruda de las componentes en la dieta de las crías osciló entre 3.3% para las semillas de *Spondias purpurea* y 36.4% para las semillas inmaduras de *Erythrina lanata* (Tabla 8). Las semillas de *Astronium graveolens*, el elemento principal en la dieta de las crías durante los dos años (Figs. 4 y 5), presentó 24.17% (semilla madura) y 23.14% (semilla inmadura) de proteína cruda. Los elementos analizados que no se registraron en la dieta de los loros, presentaron porcentajes de proteína cruda que variaron entre 11.74% para las semillas de *Recchia mexicana* y 31.54% para las semillas de *Gyrocarpus americanus*.

## Lípidos

El porcentaje de extracto etéreo en los componentes de la dieta varió entre 3.46% en las semillas de *Acacia* sp y 30.41% de las semillas de *Plumeria rubra*. Las semillas maduras de *Astronium graveolens* presentaron uno de los porcentajes de extracto etéreo más bajos (Tabla 8). De los elementos no incluidos en la dieta de los loros, las semillas de *Gyrocarpus americanus* presentaron el porcentaje de extracto etéreo más alto (Tabla 9).

## Cenizas

De los recursos alimenticios analizados, los frutos de *Ficus cotinifolia* presentaron el contenido de cenizas más alto, mientras las semillas de *Recchia mexicana* y *Spondias purpurea* presentaron el contenido menor de cenizas (Tabla 8). Entre las especies presentes en la dieta de los loros, las semillas inmaduras de *Astronium graveolens* presentaron el contenido más alto de cenizas (Tabla 8).

## Fibra cruda

Las semillas de *Spondias purpurea* presentaron el porcentaje de fibra más alto de todos los elementos analizados, mientras que *Gyrocarpus americanus* registró el más bajo (Tabla 8). De los recursos alimenticios en la dieta, *Spondias purpurea* tuvo el mayor porcentaje de fibra cruda, y las semillas inmaduras de *Comocladia engleriana* el más bajo (Tabla 8).

### **4.6. Utilización de recursos alimenticios y calidad nutritiva de la dieta**

En el periodo reproductivo de 2003, el porcentaje de proteínas de las semillas y el porcentaje de biomasa en las muestras no estuvieron relacionados ( $r_s = 0.08$ ,  $P = 0.87$ ). De manera similar, el contenido de lípidos no estuvo relacionado con la utilización ( $r_s = 0.2$ ,  $P = 0.75$ ). Respecto al porcentaje de fibra, se registró una débil relación negativa pero no fue significativa ( $r_s = -0.4$ ,  $P = 0.6$ ). El porcentaje de cenizas y el porcentaje de biomasa en muestras tuvieron una correlación alta ( $r_s = 0.89$ ), aunque no significativa ( $P = 0.019$ ).

**Tabla 8.** Análisis químico proximal de recursos alimenticios utilizados y no utilizados en la dieta de las crías del Loro corona lila.

<b>Familia / Especie</b>	<b>%Proteína</b>	<b>% Lípido</b>	<b>% Cenizas</b>	<b>% Fibra Cruda</b>	<b>En dieta</b>
<i>Anacardiaceae/Astronium graveolens</i> (inmaduro)	23.1	-	4.4	-	X
<i>Anacardiaceae/Astronium graveolens</i> (maduro)	24.2	4.0	-	-	X
<i>Anacardiaceae/Comocladia engleriana</i> (inmadura)	11.1	7.7	2.8	4.8	X
<i>Anacardiaceae/Comocladia engleriana</i> (madura)	13.1	-	4.0	-	X
<i>Anacardiaceae/Spondias purpurea</i>	3.3	5.2	1.4	68.9	X
<i>Apocynaceae/Plumeria rubra</i>	19.6	30.4	2.8	13.6	X
<i>Capparaceae/Crataeva tapia</i>	22.4	10.1	5.9	18.7	
<i>Cochlospermaceae/Cochlospermum vitifolium</i>	14.1	17.7	5.1	15.7	
<i>Hernandiaceae/Gyrocarpus americanus</i>	31.5	36.7	3.9	2.2	
<i>Leguminosae/Acacia farnesiana</i>	26.5	3.5	4.0	19.6	X
<i>Leguminosae/Erythrina lanata</i> (inmadura)	36.4	-	-	-	X
<i>Leguminosae/Erythrina lanata</i> (madura)	28.3	17.1	4.1	21.4	X
<i>Leguminosae/Pithecellobium dulce</i>	26.9	-	2.5	-	X
<i>Leguminosae/Pterocarpus orbiculatus</i>	20.3	3.3	-	-	
<i>Moraceae/Ficus cotinifolia</i>	9.2	9.5	8.0	32.6	X
<i>Simaroubaceae/Recchia mexicana</i>	11.7	8.7	1.4	25.6	

En 2004, no se registró ninguna relación significativa entre las variables químicas y la proporción de biomasa total en la dieta de las crías (proteínas  $r_s=0.54$ ,  $P = 0.22$ ; lípidos  $r_s=-0.46$ ,  $P = 0.29$ ; cenizas  $r_s=0.0$ ,  $P = 0.9$ ; fibra  $r_s=-0.77$ ,  $P = 0.07$ ). En comparación con el año 2003, el coeficiente de correlación del porcentaje de cenizas con la proporción de biomasa fue menor y no significativo.

Asimismo, no se registraron diferencias significativas en el contenido de proteínas, lípidos, cenizas y fibra entre los recursos alimenticios utilizados y no utilizados en la dieta de las crías (Tabla 9).

**Tabla 9.** Contenido de nutrientes (% de materia seca; promedio  $\pm$  ES) de recursos alimenticios utilizados y no utilizados en la dieta de las crías del Loro corona lila.

Nutriente	Recursos alimenticios		n1, n2	Mann-Whitney U
	Utilizados	No utilizados		
Proteínas	19.5 $\pm$ 3.8	20 $\pm$ 3.5	8, 5	19, ns
Lípidos	11 $\pm$ 3.7	15.45 $\pm$ 5.8	7, 5	13, ns
Cenizas	3.7 $\pm$ 0.7	4.1 $\pm$ 0.9	8, 4	13, ns
Fibra	26.8 $\pm$ 9.2	15.5 $\pm$ 4.4	6, 4	8, ns

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Dieta de las crías del Loro corona lila

La dieta de las crías se compuso principalmente de semillas en ambos años. Esto es similar a lo encontrado en otras especies de *Amazona*, donde la dieta de las crías fue predominantemente granívora (González Elizondo 1998). La dieta determinada para las crías en los dos años es similar a la reportada para esta especie en años previos (Renton 1998, Sánchez Martínez 2003), indicando que a pesar de las variaciones en disponibilidad de recursos entre años, las crías no son alimentadas con otros recursos como insectos o flores.

Aunque la dieta de las crías es variada, está dominada por pocas especies. Esto es similar a lo que ocurre con los adultos de *Amazona finschi* (Renton 1998), los pericos de Ouvéa (Robinet et al. 2003) y las crías y adultos de colúmbidos (Bancroft y Bowman 1994, Oliveira et al. 2002). Renton (2001) documentó que los individuos adultos del Loro corona lila reducen el número de elementos incorporados a la dieta cuando se reduce la disponibilidad de recursos alimenticios al final de la época seca (mayo-junio). Lo anterior podría explicar que la dieta de las crías presentó menos elementos en mayo que en abril. (Renton 2001). Esta estrategia contrasta con la de *Columba trocaz* que incorpora a su dieta otras partes de la planta como hojas y flores cuando su recurso primario (frutos) se vuelve escaso (Oliveira et al. 2002). La diferencia en estrategias entre estas dos especies podría radicar en que *Columba trocaz* cambia su estrato de forrajeo utilizando el suelo y arbustos (Oliveira et al. 2002), mientras que los loros son principalmente especies del dosel. Adicionalmente, la incorporación de hojas a la dieta, requiere de una fisiológica digestiva específica que entre los psitácidos está ausente.

En ambos años los elementos dominantes por frecuencia, sin incluir a los trozos de madera, fueron las semillas de *Astronium graveolens*, *Erythrina lanata* y *Comocladia engleriana*. Este patrón confirma parcialmente la información previa de la dieta de las crías (Renton 1998, Sánchez Martínez 2003). Los frutos de *Ficus* sp fueron un componente importante en la dieta de las crías en el año 1997, año en que *Astronium graveolens* se registró en menos del 5% de las muestras (Renton 1998).

Los trozos de madera estuvieron presentes en la mayoría de las muestras revisadas en ambos años, aunque contribuyen poco a la biomasa total de la dieta. Su alto porcentaje de ocurrencia y la observación de individuos adultos cortando pedazos de ramas (K. Renton com. pers.), indica que la incorporación de trozos de madera en la dieta de las crías no es accidental. La presencia de madera en la dieta de crías de loros se ha reportado en *Amazona autumnalis*, *A. oratrix*, *A. viridigenalis* (González Elizondo 1998) y *Ara macao* (Renton en prensa). En las crías de las tres especies de *Amazona* mencionadas, el porcentaje de ocurrencia es menor que el de las crías del Loro corona lila (González Elizondo 1998). En el caso de las crías de *Ara macao*, el patrón es similar al del Loro corona lila (Renton en prensa). La ingestión voluntaria de madera sugiere que esta cumple alguna función en la dieta de las crías. Los trozos de madera podrían ayudar a remover la cáscara de frutos retenida en el buche (Renton 1998). Sin embargo, la escasa presencia de frutos en la dieta no es coherente con la alta frecuencia de ocurrencia de la madera. Alternativamente, la madera podría estar proporcionando minerales u otros nutrientes a las crías (Renton en prensa) o podría intervenir en un proceso de destoxificación de compuestos secundarios de las semillas.

Las crías de tres especies de *Amazona* en el noreste de México, presentan insectos en su dieta regularmente y en altas proporciones (González Elizondo 1998). En contraste, la presencia de insectos en la dieta de las crías del Loro corona lila fue escasa. La presencia mínima de insectos en la dieta de las crías del Loro corona lila podría indicar que su dieta granívora es rica en proteínas lo que haría innecesaria su complementación con insectos como ocurre con las crías de *Serinus serinus* (Valera et al. 2005). Por otro lado, podría indicar la poca abundancia de insectos en la zona durante la época seca (Pescador-Rubio et al. 2002), que coincide con la temporada reproductiva del Loro corona lila.

## **5.2. Disponibilidad en el ambiente y calidad nutritiva de los recursos alimenticios y su relación con la dieta de las crías del Loro corona lila**

La teoría de forrajeo óptimo establece que los recursos alimenticios más utilizados serán aquellos que representan una recompensa energética en el menor tiempo. En un ambiente con poca disponibilidad de recursos alimenticios, la estrategia de seleccionar recursos con características nutritivas específicas no es rentable por el costo energético

asociado con la búsqueda, por lo que los recursos alimenticios más abundantes son utilizados en mayor proporción (Muya y Oguge 2002). Esto es semejante a lo que ocurre con las semillas de *Comocladia engleriana*, el segundo recurso alimenticio más importante en la dieta de las crías del Loro corona lila. Las semillas de esta especie presentan un contenido de proteína bajo con respecto a *Astronium graveolens*. A pesar de esto, *Comocladia engleriana* es importante en la dieta posiblemente debido a que presenta una disponibilidad relativamente alta en el ambiente durante los meses de abril de ambos años, siendo consumida de acuerdo a su disponibilidad o en menor proporción de lo esperado por su disponibilidad. Así que su importancia en la dieta de las crías podría estar determinada principalmente por su disponibilidad en el ambiente y no por su contenido de proteínas.

Las semillas de *Astronium graveolens* fueron el elemento dominante en la dieta de las crías. El contenido de proteína cruda que presentó fue similar al de los elementos dominantes de la dieta de las crías del gorrion *Serinus serinus* (24%, Valera et al. 2005) y la guacamaya *Ara macao* (Renton en prensa). En el año 2004 las semillas de *Astronium graveolens* fueron consumidas más que lo esperado debido probablemente a su alto contenido de proteínas. El contenido de proteínas de las semillas de *Astronium graveolens* y su disponibilidad en el ambiente podrían hacerlo el recurso alimenticio más rentable en términos del costo energético de la búsqueda y la recompensa nutritiva

La interacción entre disponibilidad y calidad nutritiva se refleja en el caso de *Erythrina lanata*. Las semillas de *Erythrina lanata* fueron poco utilizadas a pesar de su alto contenido proteico. Esto puede deberse a su poca disponibilidad en el ambiente. Sin embargo, su incorporación a la dieta fue mayor que lo esperado sugiriendo que los padres buscan activamente este recurso por su alto contenido de proteínas.

Los recursos alimenticios incorporados a la dieta deben tener características nutritivas mínimas que permitan el crecimiento de las crías (Koutsos 2001), por lo que recursos alimenticios que no cumplan con estas características no son incluidos en la dieta a pesar de su abundancia en el ambiente (Murphy 1996). Las semillas de *Cochlospermum vitifolium* fueron más abundantes que las de *Comocladia engleriana*, sin embargo, no fueron utilizadas por los padres de las crías. El contenido de fibra es uno de los factores que determina la calidad nutritiva de los recursos (Bucher et al. 200). Las semillas de

*Cochlospermum vitifolium* contienen porcentajes más altos de fibra que *Comocladia engleriana*, lo que puede reducir su eficiencia de asimilación y evitar un beneficio para las aves que las ingieren. De manera similar, los frutos de *Ficus* spp. y las semillas de *Spondias purpurea* son poco utilizados en la dieta de las crías a pesar de su alta abundancia en el ambiente. El contenido de fibra es alto en ambos recursos, por lo que una dieta basada exclusivamente en estos abundantes recursos, podría no cubrir los requerimientos nutritivos de las crías.

De los alimentos encontrados en la dieta, el que tuvo el mayor contenido de lípidos fue *Plumeria rubra*, pero este componente tuvo poca importancia en la dieta. Todos los demás elementos no tuvieron más de 20% de contenido de lípidos. En el caso de los lípidos, el análisis químico proximal tiene alcances limitados, ya que más allá del contenido de lípidos en el alimento sería ideal determinar el contenido de ácidos grasos esenciales en las semillas que forman parte de la dieta de las crías.

En 2003 se encontró una correlación positiva marginalmente no significativa entre el contenido de ceniza (minerales) y el porcentaje de biomasa en muestra, relación que estuvo ausente en 2004, lo que podría sugerir una preferencia por recursos alimenticios con contenidos altos de minerales. En los mamíferos el proceso de detoxificación utiliza sodio (Freeland et al. 1984) lo que crea un déficit. El ave herbívora *Corythaeola cristata* consume preferencialmente plantas con alto contenido de sodio posiblemente relacionado con un proceso de detoxificación (Sun et al. 1997). La relación positiva entre cenizas (minerales) y porcentaje de biomasa podría estar relacionada con mayores requerimientos de minerales relacionados con un proceso de detoxificación. La ausencia de esta relación en el año 2004 podría deberse a una mayor disponibilidad recursos que le permitiría a los padres utilizar menos recursos tóxicos que en 2003. La determinación del contenido de sodio en los recursos utilizados por las crías y los adultos permitiría reconocer si hay una selección por recursos ricos en sodio.

El contenido de fibra es un determinante en la utilización de los recursos (Banko et al. 2002). En *Loxioides bailleui* la remoción de la testa de las semillas de las que se alimenta se debe probablemente a su alto porcentaje de fibra, siendo un elemento que representa pocos beneficios nutritivos (Banko et al. 2002). El elemento de la dieta con el menor contenido de fibra fue *Comocladia engleriana*, uno de los tres componentes más

importantes de la dieta. El bajo contenido de fibra de *Comocladia engleriana* aunado a su disponibilidad podrían ser determinantes en su importancia dentro de la dieta de las crías, haciéndola un recurso atractivo a pesar de su bajo contenido de proteínas.

Las semillas presentes en la dieta de las crías y las ausentes, pero presentes en el ambiente no tuvieron diferencias significativas en sus características nutritivas. En la época de lluvias, potencialmente habría diferencias entre los recursos consumidos y no consumidos, ya que con una gran disponibilidad de recursos los organismos tienen la posibilidad de seleccionar los recursos que mejor satisfagan sus requerimientos nutrimentales. Adicional al hecho de la dominancia de la disponibilidad sobre el contenido de proteínas, lípidos, minerales y fibra, hay que tomar en cuenta a los compuestos secundarios. En el caso de los organismos herbívoros un determinante primario en la selección es el contenido de compuestos secundarios (Bucher et al. 2003).

La presencia de metabolitos secundarios es una característica de los recursos alimenticios que afecta su utilización (Freeland y Janzen 1974, Muya y Oguge 2000). Las semillas de *Pterocarpus orbiculatus* fueron más abundantes y con mayor contenido de proteínas que las de *Plumeria rubra*, pero no fueron incorporadas a la dieta de las crías. En este estudio no se determinaron metabolitos secundarios, pero al menos una especie del género *Pterocarpus* presenta L-hipaforina, un alcaloide tóxico que produce que las semillas de esta planta sean rechazadas por la mayoría de roedores granívoros en su hábitat (Janzen et al. 1982). Adicionalmente, varias especies del género *Erythrina* presentan alcaloides en sus semillas (Ghosal et al. 1972, Wandji et al. 1995, García-Mateos et al. 1998), lo que podría impedir la utilización de semillas de *Erythrina lanata* en una mayor proporción.

Pocos estudios integran la utilización de los recursos en crías con su disponibilidad en el ambiente y sus características nutritivas (Sedinger y Raveling 1984). La integración de variables que intervienen en la selección de los recursos nos permitirá entender el proceso de selección de elementos de la dieta tanto de juveniles como de individuos adultos. El conocimiento de la biología y fisiología del organismo en estudio, así como su contexto ambiental, permitirá seleccionar variables relevantes, teniendo como resultado hipótesis más específicas.

### 5.3. Implicaciones para la conservación del Loro corona lila

La preponderancia de semillas de *Astronium graveolens* en la dieta de las crías hacen de esta planta un elemento básico dentro del ciclo de vida de Loro corona lila en los bosques de Chamela. Sin embargo, la evidencia indica que las fluctuaciones en la disponibilidad de semillas de esta especie pueden ser manejadas por los padres incorporando en mayor proporción otros recursos disponibles (p. ej. *Comocladia engleriana*). El bosque tropical subcaducifolio, tipo de vegetación donde se presenta *Astronium graveolens*, representa el 6% del área total de la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala (Salinas Melgoza 2003). Aunado a su poca cobertura en la reserva, el bosque tropical subcaducifolio presenta una alta tasa de deforestación (A. Miranda com. pers.), lo que podría afectar a los individuos de *Astronium graveolens*. La eliminación o disminución de las poblaciones de *Astronium graveolens* podría tener resultados negativos para la permanencia de la población de Loro corona lila en la zona. Por lo anterior, la efectiva protección de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, que engloba al bosque tropical subcaducifolio y al bosque tropical caducifolio que usualmente lo rodea, es un factor determinante en la conservación del Loro corona lila en la costa de Jalisco.

La variación en la disponibilidad de recursos inducida por el fenómeno de El Niño tiene el potencial de incrementar la mortalidad de las crías del Loro corona lila (Renton y Salinas-Melgoza 2004). Se pronostica que la frecuencia de los eventos de El Niño se incrementará en los años próximos (Timmermann et al. 1999), por lo que las variaciones en la disponibilidad de recursos alimenticios relacionadas podrían afectar a las poblaciones de especies de aves amenazadas que habitan regiones afectadas por El Niño. Por ejemplo se encontró que las poblaciones del Zambullidor orejudo (*Podiceps nigricollis*) localizadas en el Lago de Mono en California y el Gran Lago Salado en Utah sufrieron bajas notables durante un año de El Niño para recuperarse el año siguiente (Jehl et al. 2002). Una de las características que le permitió la recuperación es un número poblacional alto (Jehl et al. 2002). Las poblaciones del Loro corona lila son bajas comparadas a las del Zambullidor orejudo lo que es una desventaja en el caso de sufrir una baja poblacional inducida por El Niño.

Debido a la relación que existe entre la disponibilidad de recursos alimenticios y la reproducción (Bancroft et al. 2000), una baja en disponibilidad podría producir disminución de esfuerzo reproductivo. Por lo anterior, la conservación del bosque tropical subcaducifolio y en particular de *Astronium graveolens*, un recurso alimenticio intensamente utilizado en la alimentación de las crías, puede favorecer la permanencia de *Amazona finschi* en la reserva.

Por otro lado, los psitácidos actúan como depredadores de semillas influyendo en la dinámica del bosque (Renton 2001). Gilardi (1996) establece que individuos aislados de *Hura crepitans* y *Schizolobium parahybum*, pueden perder toda su producción de semillas debido a la depredación por guacamayas. El Loro corona lila dentro de la reserva consume una variedad de semillas (Renton 1998, Sánchez-Martínez 2003). En especies de árboles con producciones de semillas bajas, el Loro corona lila podría estar determinando parte de su dinámica poblacional. Los datos de las muestras de buche indican que un individuo de *Erythrina lanata* sometido por dos o tres días a la depredación por los padres de las crías podría perder toda su producción de semillas.

## 6. CONCLUSIONES

- Las especies más importantes en la dieta de las crías del Loro corona presentan variaciones en su disponibilidad en diferentes años y entre el primer y segundo mes de crianza de los pollos.
- La dieta de las crías estuvo dominada por semillas de *Astronium graveolens*, *Erythrina lanata*, *Celaenodendron mexicanum* y *Comocladia engleriana*.
- La dieta de las crías presenta variaciones entre los meses de abril y mayo y entre diferentes años.
- La dieta de las crías del Loro corona lila no estuvo relacionada con el porcentaje de proteína, lípidos y fibra en los dos años de estudio.
- La influencia de la calidad nutritiva sobre la utilización de recursos alimenticios está sugerida por el hecho que las semillas consumidas en mayor proporción que lo esperado tuvieron contenidos altos de proteína (*Astronium graveolens* 23-24% y *Erythrina lanata* 28-36% proteína).
- Las especies consumidas por las crías no presentan diferencias en sus características nutritivas con las que no son consumidas sugiriendo que la utilización podría basarse en otras características como el contenido de compuestos secundarios.

## 7. LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC, Washington, D.C.
- AVERS, C. J. 1983. Biología celular. Grupo Editorial Iberoamericana. México
- BANCROFT, G. T. Y R. BOWMAN. 1994. Temporal patterns in diet of nestling White-crowned pigeons: implications for conservation of frugivorous columbids. *The Auk* 111:844-852.
- BANCROFT, G. T., R. BOWMAN Y R. J. SAWICKI. 2000. Rainfall, fruiting phenology, and the nesting season of White-Crowned Pigeons in the upper Florida Keys. *The Auk* 117:416-426.
- BANKO, P. C., M. L. CIPOLLINI, G. W. BRETON, E. PAULK, M. WINK, Y I. IZHAKI. 2002. Seed chemistry of *Sophora chrysophylla* (mamane) in relation to diet of specialist avian seed predator *Loxioides bailleui* (palila) in Hawaii. *Journal of Chemical Ecology* 28:1393-1410.
- BHAT, D. M. Y K. S. MURALI. 2001. Phenology of understory species of tropical moist forest of Western Ghats region of Uttara Kannada district in South India. *Current Science* 81:799-805.
- BONADIE, W. A., Y P. R. BACON. 2000. Year-round utilization of fragmented palm swamp forest by Red-bellied macaws (*Ara manilata*) and Orange-winged parrots (*Amazona amazonica*) in the Nariva Swamp (Trinidad). *Biological Conservation* 95:1-5.
- BRODMANN, P. A., H. REYER, K. BOLLMANN, A. R. SCHLAPFER, Y C. RAUTER. 1997. The importance of food quantity and quality for reproductive performance in alpine water pipits (*Anthus spinoletta*). *Oecologia* 109:200-208.
- BUCHER, E. H., D. TAMBURINI, A. ABRIL Y P. TORRES. 2003. Folivory in the white-tipped plantcutter *Phytotoma rutila*: seasonal variations in diet composition and quality. *Journal of Avian Biology* 34:211-216.
- BULLOCK, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the South coastal region of Mexico. *Archives for Meteorology, Geophysics, and Bioclimatology* 44:57-64.
- BULLOCK, S.H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77:5-17.
- BULLOCK, S. H., Y J. A. SOLIS-MAGALLANES. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22: 22-35

- CAVAZOS, T. Y D. RIVAS. 2004. Variability of extreme precipitation events in Tijuana, Mexico. *Climatic Research* 25:229-243.
- CEBALLOS, G. Y A. MIRANDA. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C., México.
- CHAPMAN, C. A., R. W. WRANGHAM, L. J. CHAPMAN, D. K. KENNARD Y A. E. ZANNE. 1999. Fruit and flower phenology at two sites in Kibale National Park, Uganda. *Journal of Tropical Ecology* 15:189-211.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. 1993. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Chamela-Cuixmala, ubicada en el municipio de la Huerta, Jalisco. Jueves 30 de Diciembre de 1993. México, D.F. Tomo CDLXXXIII
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 2002. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. 6 de marzo de 2002.
- DONAHUE, P. K., Y T.M. WOOD. 1995. A safe, flexible, and non-injurious technique for climbing tall trees. *Selbyana* 16: 196-200.
- ENKERLIN-HOEFLICH, E. C., J. M. PACKARD Y J.J. GONZÁLEZ-ELIZONDO. 1999. Safe field techniques for nest inspections and nestling crop sampling of parrots. *Journal of Field Ornithology* 70:8-17.
- FISCHER, D. H. 1983. Growth, development, and food habits of nestling mimids in south Texas. *Wilson Bull.* 95:97-105.
- FORSYTH, J. M. 1989. *Parrots of the world*. Lansdowne Editions, Australia
- FOSTER, R. B. 1982. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. Pp 151-172 in *The Ecology of a Tropical Rainforest: Seasonal Rhythms and Long-term Changes*, E.G. Leigh Jr, A.S. Rand, & D.M. Windsor (eds). Smithsonian Institution Press, Washington.
- FREELAND, W, J, Y D. H. JANZEN. 1974. Strategies in herbivory by mammals: the role of plant secondary compounds. *American Naturalist* 108:269-289.
- GALETTI, M. 1993. Diet of the Scaly-headed Parrot (*Pionus maximiliani*) in a semideciduous forest in southern Brazil. *Biotropica* 25:419-425.
- GALETTI, M., Y M. RODRIGUES. 1992. Comparative seed predation on pods by parrots in Brazil. *Biotropica* 24:222-224.

- GARCÍA-MATEOS, R., M. SOTO-HERNÁNDEZ Y D. KELLY. 1998. Alkaloids from six *Erythrina* species endemic to Mexico. *Biochemical Systematics and Ecology* 26:545-551.
- GARCÍA-OLIVA, F., A. CAMOU Y J. M. MAASS. 2002. El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano. En: Noguera, F. A., J. H. Vega Rivera, A. N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (Eds.). *Historia natural de Chamela*. p. 3-10. Instituto de Biología, UNAM. México.
- GHOSAL, S., A. CHAKRABORTI Y R. S. SRIVASTAVA. 1972. Erythrascine and other alkaloids in seeds of *Erythrina arborescens*. *Phytochemistry* 11:2101-2103
- GILARDI, J. D. 1996. Ecology of parrots in the Peruvian Amazon: habitat use, nutrition, and geophagy. Tesis Doctorado. University of California, Davis, U.S.A.
- GILARDI, J. D., S. S., DUFFEY, C. A. MUNN Y L. A. TELL. 1999. Biochemical functions of geophagy in parrots: detoxification of dietary toxins and cytoprotective effects. *Journal of Chemical Ecology* 25:897-922.
- GONZÁLEZ ELIZONDO, J. J. 1998. Productividad, causas de mortalidad en nidos y dieta de los polluelos de tres especies de loro del género *Amazona* en el sur de Tamaulipas. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico, México
- GUEVARA DE LAMPE, M., Y. BERGERON, R. MCNEIL, Y A. LEDUC. 1992. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of north-eastern Venezuela. *Biotropica* 24: 64-76.
- HIGGINS, M. L. 1979. Intensity of seed predation on *Brosimum utile* by Mealy Parrots (*Amazona farinosa*). *Biotropica* 11:80.
- HOLMGREN, M., M. SCHEFFER, E. EZCURRA, J. R. GUTIÉRREZ Y G. M. J. MOHREN. 2001. El Niño effects on the dynamics of terrestrial ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 16:89-94.
- HOWELL, S.N.G. y S.W. WEBB. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, New York, USA.
- HULME, P. E. Y C. W. BENKMAN. 2000. Granivory. Pp 132-154, En: Herrera, C. M. y O. Pellmyr (eds.) *Plant-animal Interactions*. Blackwell Science. Oxford.
- JAKSIC, F. M. E I. LAZO. 1999. Response of a bird assemblage in semiarid Chile to the 1997-1998 El Niño. *Wilson Bulletin* 111:527-535.
- JANZEN, D. H. 1969. Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. *Evolution* 23:1-27.

- JANZEN, D. H., D. G. LYNN, L. E. FELLOWS Y W. HALLWACHS. 1982. The indole alkaloid hypaphorine and *Pterocarpus* seed protection. *Phytochemistry* 21:1035-1037.
- JANZEN, D. H., L. E. FELLOWS Y P. G. WATERMAN. 1990. What protects *Lonchocarpus* (Leguminosae) seeds in a Costa Rican dry forest. *Biotropica* 22:272-285.
- JEHL, J. R., W. S. BOYD, D. S. PAUL, Y D. W. ANDERSON. Massive collapse and rapid rebound: population dynamics of Eared Grebes (*Podiceps nigricollis*) during an ENSO event. *The Auk* 119:1162-1166.
- KARR, J. R. 1971. Structure of avian communities in selected Panama and Illinois habitats. *Ecological Monographs* 41:207-233.
- KELRICK, M. I., J. A. MACMAHON, R. R. PARMENTER Y D. V. SISSON. 1986. Native seed preferences of shrub-steppe rodents, birds, and ants: the relationships of seed attributes and seed use. *Oecologia* 68:327-337.
- KLASING, K.C. 1998. Comparative Avian Nutrition. CAB International, New York.
- KLEINTJES, P.K. Y D.L. DAHLSTEN. 1994. Foraging behavior and nestling diet of Chestnut-backed Chickadees in Monterey Pine. *Condor* 96: 647-653.
- KOUTSOS, E. A., K. D. MATSON Y K. C. KLASING. 2001. Nutrition of birds in the order Psittaciformes: a review. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 15:257-275.
- KREBS, C. 1998. Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, USA. 620p.
- LEIGHTON, M., Y D. R. LEIGHTON. 1983. Vertebrate responses to fruiting seasonality within a Bornean rain forest. Pp 181-196. En *Tropical Rainforest: Ecology and Management*, S.L. Sutton, T.C. Whitmore, & A.C. Chadwick (eds). Blackwell Scientific Press, Oxford.
- LEVEY, D. J., T. C. MOERMOND Y J. SLOAN DENSLOW. 1994. Frugivory: An Overview. Pp 282-294. En McDade, L.A., K.S. Bawa, H.A. Hespenheide y G.S. Hartshorn (eds.) *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. The University of Chicago Press. USA.
- LIEBERMAN, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology* 70: 791-806.
- LINDSAY, G. D., T. K. PRATT, M. H. REYNOLDS Y J. D. JACOBI. 1997. Response of six species of Hawaiian forest birds to a 1991-1992 El Nino drought. *Wilson Bulletin* 109:339-343.
- LOTT, E. J. 1993. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela bay region, Jalisco, Mexico. *Occasional papers of the California Academy of Sciences* 148:1-60.

- LOTT, E. J. 2002. Lista anotada de las plantas vasculares de Chamela-Cuixmala. Pp. 99-136, En Noguera, F. A., J. H. Vega rivera, A. N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (eds). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. México.
- LUGO, A. E., Y J. L. FRANGI. 1993. Fruit fall in the Luquillo experimental forest, Puerto Rico. *Biotropica* 25: 73-84.
- MARTIJENA, N. E. 2002. *Piranhea mexicana* (Standl.) Radcl.-Sm. (Euphorbiaceae). Guayabillo borcelano, palo prieto. En: Noguera, F. A., J. H. Vega Rivera, A. N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (Eds.). Historia natural de Chamela. p. 163-166. Instituto de Biología, UNAM. México.
- MARTIJENA, N. E. Y S. H. BULLOCK. 1994. Monospecific dominance of a tropical deciduous forest in Mexico. *Journal of Biogeography* 21:63-74.
- MARTUSCELLI, P. 1994. Maroon-bellied Conures feed on gall-forming homopteran larvae. *Wilson Bulletin* 106: 769-770.
- MOFFETT, R. O. 1993. *Rhus*. Flora of southern Africa 19, 3:1-129.
- MURALI, K. S., Y R. SUKUMAR. 1994. Reproductive phenology of a tropical dry forest in Mudumalai, southern India. *Journal of Ecology* 82: 759-767.
- MURPHY, M. E. 1996. Nutrition and metabolism. En: Carey, C. (ed.). Avian energetics and nutritional ecology. p.31-60. Chapman &Hall. USA.
- MUYA, S. M. Y N. O. OGUGE. 2000. Effects of browse availability and quality on black rhino (*Diceros bicornis michaeli* Groves 1967) diet in Nairobi National Park, Kenya. *African Journal of Ecology* 38:62-71.
- NEU, A. W., C. R. BYERS, Y J. M. PEEK. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 38: 541-545.
- OLIVEIRA, P. P. MARRERO Y M. NOGALES. 2002. Diet of the endemic Madeira Laurel Pigeon and fruit resource availability: a study using microhistological analyses. *Condor* 104:811-822.
- PERRY, D. R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica* 10:155-157.
- PERRY, D. R. Y J. WILLIAMS. 1981. The tropical rain forest canopy: a method providing total access. *Biotropica* 13:283-285
- PESCADOR-RUBIO, A., A. RODRÍGUEZ-PALAFIX Y F. A. NOGUERA. 2002. Diversidad y estacionalidad de Arthropoda. En: Noguera, F. A., J. H. Vega Rivera, A. N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (Eds.). Historia natural de Chamela. p. 183-201. Instituto de Biología, UNAM. México

- POWLESLAND, R. G., P. J. DILKS, I. A. FLUX, A. D. GRANT Y C.J. TISDALL. 1997. Impact of food abundance, diet, and food quality on the breeding of the pigeon, *Parea Hemiphaga novaeseelandie chathamensis*, on Chatham Island, New Zealand. *Ibis* 139:353-365.
- RENTON, K. 1998. Reproductive ecology and conservation of the Lilac-crowned Parrot (*Amazona finschi*) in Jalisco, Mexico. Tesis Doctorado. University of Kent, Canterbury
- RENTON, K. 2001. Lilac-crowned parrot diet and food resource availability: resource tracking by a parrot seed predator. *Condor* 103:62-69.
- RENTON, K. 2002. Influence of environmental variability on the growth of Lilac-crowned Parrot nestlings. *Ibis* 144:331-339.
- RENTON, K. Y A. SALINAS-MELGOZA. 1999. Nesting behavior of the lilac-crowned parrot. *Wilson Bulletin* 111:488-493.
- RENTON, K. Y A. SALINAS-MELGOZA. 2004. Climatic variability, nest predation, and reproductive output of the Lilac-crowned parrots (*Amazona finschi*) in tropical dry forest of western Mexico. *The Auk* 121: 1214-1225.
- ROBINET, O., V. BRETAGNOLLE Y M. CLOUT. 2003. Activity patterns, habitat use, foraging behaviour and food selection of the Ouvéa Parakeet (*Eunymphicus cornutus uvaeensis*). *Emu* 103:71-80.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México.
- SAKAI, H. F. Y J. R. CARPENTER. 1990. The variety and nutritional value of foods consumed by Hawaiian Crow nestlings, an endangered species. *Condor* 92:220-228.
- SAKAI, H. F., C. J. RALPH Y C. D. JENKINS. 1986. Foraging ecology of the hawaiian crow, an endangered generalist. *Condor* 88:211-219.
- SALINAS MELGOZA, A. 2003. Dinámica espacio-temporal de individuos juveniles del loro corona lila (*Amazona finschi*) en el bosque seco de la costa de Jalisco. Tesis Maestría. Instituto de Biología, UNAM, México. D.F.
- SÁNCHEZ MARTÍNEZ, T. C. 2003. Composición y variedad de la dieta de las crías del loro corona lila (*Amazona finschi*) en la selva baja caducifolia de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala en la Costa de Jalisco. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- SAUER, J. D. 1993. Historical geography of crop plants – a select roster. CRC Press, Boca Raton, Florida.

- SEDINGER, J. S. Y D. G. RAVELING. 1984. Dietary selectivity in relation to availability and quality of food for goslings of cackling geese. *Auk* 101:295-306.
- SUN, C., T. M. MOERMOND, Y T. J. GIVNISH. 1997. Nutritional determinants of diet in three turacos in a tropical montane forest. *The Auk* 114:200-211.
- SYMES, C. T. Y M. R. PERRIN. 2003. Feeding biology of the Greyheaded Parrot, *Poicephalus fuscicollis suahelicus* (Reichenow), in Northern Province, South Africa. *Emu* 103:49-58.
- TIMMERMANN, A, J. OBERHUBER, A. BACHER, M. ESCH, M. LATIF Y E. ROECKNER. 1999. Increased El Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming. *Nature* 398: 694-697
- VALERA, F., R. H: WAGNER, M. ROMERO-PUJANTE, J. E. GUTIÉRREZ Y P. J. REY. 2005. Dietary specialization on high protein seeds by adult and nestling Serins. *The Condor* 107: 29-40.
- VAN DER MEIJ, M. A. A. Y R. G. BOUT. 2000. Seed selection in the Java Sparrow (*Padda oryzivora*): preference and mechanical constraints. *Canadian Journal of Zoology* 78:1668-1673.
- VAN HORNE, B Y A. BADER. 1990. Diet of nestling Winter Wren in relationship to food availability. *The Condor* 92:413-420.
- WANDJI, J., S. S. AWANCHIRI, Z. T. FOMUM Y F. TILLEQUIN. 1995. Isoflavones and alkaloids from the stem bark and seeds of *Erythrina senegalensis*. *Phytochemistry* 39:677-681.
- WENDEIN, M. C., J. R. RUNKIE Y E. K. V. KALKO. 2000. Nutritional value of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. *Biotropica* 32:489-501.
- WERMUNDSEN, T. 1997. Seasonal change in the diet of the Pacific Parakeet *Aratinga strenua* in Nicaragua. *Ibis* 139:566-568.
- WHITE, L. J. T. 1994. Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserve, Gabon. *Journal of Tropical Ecology* 10: 298-312.
- WRIGHT, S. J., C. CARRASCO, O. CALDERÓN Y S. PATON. 1999. The El Niño southern oscillation, variable fruit production, and famine in a tropical forest. *Ecology* 805:1632-1647.