



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

# POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE *Ara militaris* EN LA  
RESERVA DE LA BIÓSFERA  
TEHUACÁN-CUICATLÁN.

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

P R E S E N T A

FRANCISCO ALBERTO RIVERA-ORTÍZ.

DIRECTORA DE TESIS: DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI  
ARRIAGA.

MÉXICO, DF.

Abril del 2007



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.



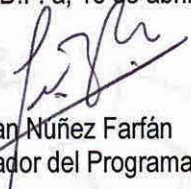
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

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 22 de enero del 2007, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del alumno **Rivera Ortíz Francisco Alberto** con número de cuenta **97362416** con la tesis titulada: **"Distribución y abundancia de *Ara militaris* en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán"** bajo la dirección de la **Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga**.

|             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| Presidente: | Dra. Khaterine Renton                 |
| Vocal:      | Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza   |
| Secretario: | Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga |
| Suplente:   | Dr. Oswaldo Téllez Valdés             |
| Suplente:   | Dr. Alfonso Valiente Banuet           |

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F. a, 18 de abril del 2007

  
Dr. Juan Nuñez Farfán  
Coordinador del Programa

El presente trabajo de tesis fue apoyado por:  
El Consejo de Ciencia y Tecnología a través de la  
Beca 192030  
El proyecto PAPIIT IN207305 y al proyecto CONABIO DT006  
que financiaron el proyecto.

Miembros del comité tutorial:

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga (tutor principal)

Dra. Katherine Renton.

Dr. Alfonso Valiente-Banuet.

---

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga por su incondicional apoyo para la realización del presente trabajo, por sus comentarios para mejorar el escrito y por haberme dado la oportunidad de trabajar en el proyecto de la Guacamaya verde.

Agradezco al apoyo recibido al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de los estudios de maestría realizada en el Posgrado de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La realización del presente trabajo no hubiera sido posible sin el invaluable apoyo financiero recibido por el proyecto PAPIIT IN207305 de la UNAM, y CONABIO DT006.

A los miembros del comité tutorial: Dra. Katherine Renton y Dr. Alfonso Valiente-Banuet por sus comentarios, consejos y críticas en las revisiones que ayudaron a mejorar el presente trabajo.

A los profesores por sus enseñanzas durante el posgrado.

A todas aquellas personas que me ayudaron en el campo para la realización en la toma de datos: Ana María, Polo, Pedro (niño-niña), Alejandro, Carlos (el gatito), Adolfo Vital, Elisa, Ricardo, Miguel, Héctor Moya, Chucho, Daniela, Vero, Nadia, Ivonne, Arnoldo, Damaris y Manuel.

A las autoridades de Bienes Comunes de las comunidades de Santa María Tecomavaca y San Juan Coyula, Oaxaca, por el apoyo brindado para la realización del trabajo en campo en sus comunidades. A Arelis y María Villareal, por habernos brindado su apoyo y habernos soportado todos los días en los que nos daba alojamiento en su casa.

También quiero agradecer a Ana, Alma, Daniela, Juan, Omar (sivoldi) y Carlos (samuray), por ser mis amigos de toda la vida y que en todo momento me apoyaron y me alentaron para lograr mis metas y por que se que puedo contar con ustedes.

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES**

**María del Carmen Ortiz Lira y Andrés Rivera Vargas**

Por que gracias a ustedes he realizado otra de mis grandes metas, por su apoyo incondicional en las buenas como en las malas, por su gran confianza, cariño y amor y por que siempre serán mis héroes y modelos a seguir.

**LOS QUIERO Y AMO MUCHÍSIMO.**

### **A MIS HERMANOS**

Leticia, Rocío, Andrea, Carlos, Ivonne y Felipe por su apoyo.

### **A MIS CUÑADOS**

Héctor, Beto, Gabriel y Bili.

### **A TI ANA**

Por ser una persona súper importante en mi vida, especial y sobre todo por tu comprensión en los momentos más difíciles de mi vida y sobre todo por tu amor.

**TE AMO CHIQUITA.**

---

---

## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| Resumen.....  | 11        |
| Abstract.....   | 11        |
| <br>  |           |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>12</b> |
| 1.1 Distribución y requerimientos de hábitat de la guacamaya verde..... | 13        |
| 1.2 Evaluación de abundancia poblacional de los Psittácidos.....        | 15        |
| 1.3 Movimientos y uso de hábitat por los Psittácidos.....               | 16        |
| 1.4 Comportamiento de anidación.....                                    | 16        |
| 1.5 Estudios de <i>Ara militaris</i> .....                              | 17        |
| 1.6 Objetivos.....  | 20        |
| <br>  |           |
| <b>2. ÁREA DE ESTUDIO .....</b>   | <b>21</b> |
| 2.1. Localización.....  | 21        |
| 2.2. Clima.....   | 21        |
| 2.3. Vegetación.....  | 22        |
| <br>  |           |
| <b>3. MÉTODOLÓGIA.....</b>  | <b>24</b> |
| 3.1. Patrón de distribución y requerimientos de hábitat.....            | 24        |
| 3.2 Variación temporal en abundancia.....                               | 25        |
| 3.3 Aspectos reproductivos.....   | 25        |
| 3.4 Análisis estadísticos.....  | 26        |
| <br>  |           |
| <b>4. RESULTADOS.....</b>   | <b>28</b> |
| 4.1 Distribución Potencial.....   | 28        |



---

|  |           |
|--|-----------|
| 4.1.2 Distribución en la RBTC.....                                 | 30        |
| 4.1.3 Requerimientos de hábitat.....                               | 33        |
| 4.2 Actividad de <i>Ara militaris</i> en el Cañón del Sabino ..... | 36        |
| 4.3 Variación temporal en la abundancia.....                       | 37        |
| 4.4 Frecuencia de grupos.....                                      | 39        |
| 4.5 Dirección de Vuelo.....  | 40        |
| 4.6 Aspectos reproductivos.....                                    | 42        |
| 4.6.1 Nidos potenciales y activos.....                             | 42        |
| 4.6.2 Ciclo reproductivo de <i>Ara militaris</i> .....             | 45        |
| <b>5. DISCUSIÓN.....</b>   | <b>48</b> |
| 5.1. Distribución en la RBTC.....                                  | 48        |
| 5.1.2 Requerimientos y Uso de hábitat.....                         | 48        |
| 5.2 Variación temporal en la abundancia.....                       | 50        |
| 5.3 Frecuencia de grupo.....                                       | 51        |
| 5.4 Aspectos reproductivos.....                                    | 52        |
| 5.5 Conservación.....  | 54        |
| <b>6. CONCLUSIONES.....</b>  | <b>55</b> |
| <b>7. LITERATURA CITADA.....</b>                                   | <b>56</b> |
| Índice de Cuadros.....   | 8         |
| Índice de Figuras.....   | 9         |

---

---

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Parámetros bioclimáticos y especies de plantas que consume <i>Ara militaris</i> en las zonas de distribución.....       | 35 |
| Cuadro 2. Uso de hábitat de <i>Ara militaris</i> en los diferentes sitios de distribución.....                                    | 36 |
| Cuadro 3. Frecuencia de grupos de vuelo de <i>Ara militaris</i> , durante 2005-2006, en la Cañada del Sabino, Oaxaca, México..... | 40 |
| Cuadro 4. Ciclo reproductivo de <i>Ara militaris</i> durante 2005-2006, en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.....               | 47 |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán y el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.....   | 23 |
| Figura 2. Distribución Potencial de <i>Ara militaris</i> , en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México.....                            | 29 |
| Figura 3. Distribución actual de <i>Ara militaris</i> , en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México.....                               | 32 |
| Figura 4. Análisis de Componentes Principales de los parámetros bioclimáticos de los sitios de distribución de <i>Ara militaris</i> .....                     | 34 |
| Figura 5. Análisis de Correspondencia de los sitios de distribución de la guacamaya verde con respecto a las plantas de las que se alimenta.....              | 34 |
| Figura 6. Patrones de actividad detectados durante el periodo reproductivo y no reproductivo en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.....                      | 37 |
| Figura 7. Promedio de individuos con el error estándar por mes de <i>Ara militaris</i> durante el 2005-2006, en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.....      | 38 |
| Figura 8. Proporción de grupos de vuelos de <i>Ara militaris</i> durante 2005-2006, en la Cañada del Sabino, Oaxaca, México. ....                             | 39 |
| Figura 9. Número máximo y mínimo de individuos registrados mensualmente de <i>Ara militaris</i> durante 2005-2006 en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México..... | 48 |
| Figura 10. Dirección de vuelo de <i>Ara militaris</i> en las mañanas y tardes, en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.....                                    | 41 |
| Figura 11. Dirección de vuelo de <i>Ara militaris</i> , en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.....   | 41 |
| Figura 12. Distribución de cavidades activas y potenciales para anidación de la Guacamaya verde, en la Cañada del Sabino, ladera suroeste.....                | 43 |

Figura 13. Distribución de cavidades activas, potenciales para anidación y cavidades  
dormitorios, de la Guacamaya verde, ladera noreste.....44

### Resumen.

La distribución de la guacamaya verde en México está asociada a selva mediana, selva baja caducifolia, y laderas de bosque pino-encino. El objetivo de este trabajo fue determinar el patrón de distribución de *Ara militaris* en la RBTC. En la "Cañada del Sabino" se realizaron censos y se describieron los patrones de comportamiento reproductivo así como observaciones de actividades diarias. La distribución de *Ara militaris* dentro de la RBTC, se limita a valles montañosos, cañadas y cañones. Se registraron tres sitios de distribución importantes para la guacamaya verde en la RBTC en, Santa María Tecomavaca, San Juan Coyula y San José el Chilar. En total se registraron 67 individuos. La mayor frecuencia de vuelos fue en parejas, incrementándose en agosto y su mayor actividad dentro del cañón es de 6:00 a 9:30 hrs., y de 14:00 a 16:30 hrs. De 30 cavidades potenciales, 5 fueron utilizadas como nidos. El ciclo reproductivo de *Ara militaris*, comienza en marzo con el cortejo, en abril a junio la selección de cavidad, la copula en abril a septiembre; la incubación y alimentación de pollos en julio a agosto y en octubre el vuelo de juveniles. La colonia de Santa María Tecomavaca es grande y presenta bajos niveles reproductivos.

### Abstract

The distribution of the green macaw in Mexico is associated to semideciduous tropical forest, deciduous tropical forest, and slopes of pine-oak forest. The objective of this work was to determine the distribution pattern of *Ara militaris* in the RBTC. In the "Sabino Canyon" counts were made and to the patterns of reproductive behavior as well as observations of daily activities were done. The distribution of *Ara militaris* within the RBTC is limited to mountainous valleys and canyon. Three important sites of distribution for the green macaw in the RBTC were registered: Santa María Tecomavaca, San Juan Coyula and San Jose of Chilar. Altogether 67 individuals were registered. The greater frequency of flights was in pairs, being increased in August and its higher activity within the canyon was between 6:00 and 9:30 hrs., and between 14:00 and 16:30 hrs. Of 30 potential cavities, 5 were used like nests. The reproductive cycle of *Ara militaris*, began in March with the courtship, April to June the selection of cavity, the copula during April to September; the incubation and feeding of chicks from July to August and ends in October with the flight of fledgings. The colony of Santa Maria Tecomavaca is big and presents displays low reproductive outputs.

## 1. Introducción

La familia Psittacidae incluye a pericos, cotorras y guacamayas, y contiene el mayor número de especies en peligro de extinción presente dentro de las familias de las aves (Bennett y Owens 1997). En total hay 90 especies en riesgo de extinción. La situación es especialmente crítica en la región neotropical, donde el 31% del total presente está en riesgo de extinción (Collar y Juniper 1992). La situación para los Psittácidos en México es muy alarmante, del total de 20 especies de Psittácidos, 13 se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT 2002).

Las guacamayas son un grupo de Psittácidos (Psittaciformes: Aves) exclusivos del continente Americano. Se conocen 21 especies agrupadas en cuatro géneros. Del género *Ara* se conocen quince especies de las cuales dos están extintas (Forshaw 1989). En México existen dos especies de guacamayas, una de ellas es la guacamaya verde (*Ara militaris*) que se caracteriza por ser de tamaño grande (75 cm de longitud), cola larga, pico grande, mejilla desnuda y vistoso plumaje verde con toques rojos, amarillos y azules (Peterson y Chaliff 1989).

Debido a la reducción de sus poblaciones y a la alta fragmentación de sus colonias SEMARNAT la incluye en la NOM-ECOL 059 como una especie en peligro de extinción y es incluida dentro del CITES en el Apéndice 1 y como Vulnerable a nivel mundial de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (CITES 1998; Iñigo-Elías 2000; SEMARNAT 2002). Su fragilidad ha sido asociada a dos fenómenos. Por un lado el comercio legal e ilegal, nacional e internacional de la especie en el mercado de mascotas. De acuerdo a CITES (1998), se considera que esta especie es vulnerable debido a que la captura para el comercio ha tenido como consecuencia un decremento rápido de sus poblaciones. Por otro lado está la fuerte presión que existe sobre su hábitat, tanto en la selva mediana subperennifolia y selva baja caducifolia (Peterson y Chaliff 1989; Howell y Webb 1995). En México, se estima que la selva baja caducifolia ocupa el 60% de la superficie del total de la región neotropical (Dirzo y García 1992), y se calcula que 0.8% de ésta en el Pacífico ha sido transformada en los últimos años principalmente para dedicarla a la industria del turismo, a la agricultura y ganadería (Flores y Geréz 1989).

## 1.1 Distribución y requerimientos de hábitat de la guacamaya verde

La guacamaya verde tiene una distribución fragmentada en las regiones tropicales y subtropicales desde el norte de México hasta el norte de Venezuela, este y sur de Colombia, este de Ecuador, noroeste de Perú y noroeste de Argentina (Forshaw 1989, Iñigo-Elías 1999, 2000<sub>1</sub>).

En América del Sur se han reportado recientemente 6 colonias distribuidas entre el noroeste de Venezuela y el Noroeste de Bolivia (Strewe y Navarro 2003). En estas colonias se han reportado desde 16 individuos en el Parque Nacional Cueva de Guácharos en Colombia (Flores y Sierra 2004) hasta 100 individuos en la región de Antioquia-Liboria del mismo país, siendo en promedio de entre 50 y 60 individuos (Collar y Juniper 1997; Forshaw 1989; Flores y Sierra 2004). Sin embargo al norte de Argentina existió otra colonia que no se ha registrado desde 1991 (Flores, y Sierra 2004.).

En Norteamérica la guacamaya verde sólo se distribuye en México en donde también se presenta de manera fragmentada en colonias aparentemente aisladas. En México existen dos áreas separadas. La primera en la vertiente del Pacífico en regiones tropicales secas, desde el sureste de Sonora pasando por Chihuahua, hasta Chiapas (Peterson y Chaliff 1989; Howell y Webb 1995). En la vertiente del Golfo se ha reportado en Tamaulipas, San Luis Potosí y Querétaro (Peterson y Chaliff 1989; Howell y Webb 1995; Iñigo-Elías 1999; Arizmendi y Márquez 2000; Iñigo-Elías 2000<sub>1</sub>; 2000<sub>2</sub>), sin embargo algunos autores (Peterson y Chaliff 1989, e Iñigo-Elías<sub>1</sub> 2000) mencionan que su distribución también abarca los estados de Guanajuato, Veracruz, Estado de México hasta llegar al Istmo de Tehuantepec. Recientemente se encontró una población relativamente grande de Guacamaya Verde en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, en el estado de Oaxaca (Salazar 2001).

La guacamaya verde está estrechamente asociada a la selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, y temporalmente en laderas de bosque pino-encino (Forshaw 1989; Peterson y Chaliff 1989; Howell y Webb 1995) (Fig. 2). Se restringe naturalmente a valles montañosos, con vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia, entre las altitudes de 200 msnm a 1900 msnm (Forshaw 1989; Howell y Webb 1995; Collar y Juniper 1997). Se ha reportado que realiza movimientos a tierras más altas, encontrándose en vegetación de transición y bosques de encinos en las altitudes de 1800 m a 2500 m (Ridgway 1915; Stager 1954; Baker 1957; Howell y Webb 1995; Carreón 1997; Loza 1997; Juniper y Parra 1998; Iñigo-Elías 1999; Salazar 2001; Ríos 2002; Strewe y Navarro 2003; Flores y Sierra 2004; Peterson *et al.* 2004).

Los nidos se colocan en acantilados y/u hoyos de árboles viejos muertos y vivos con un diámetro a la altura del pecho (D. A. P.) que va de los 67 a los 205 cm. (Carreón 1997), y los dormideros se ubican en lugares escarpados, no perturbados (Iñigo-Elías 1999). Viven en un clima de seco a semi-húmedo con

una precipitación anual de 313 a 800 mm. y cálido-sub húmedo con lluvias en verano con una precipitación anual 900 a 1800 mm. (Carreón 1997; Loza 1997; LIEY 2001; Peterson *et al.* 2004), y generalmente se distribuyen en zonas poco accesibles (Collar *et al.* 1997). Presentan dietas muy especializadas compuestas por unas pocas especies de plantas (Loza 1997, Contreras-González 2007). No existen estudios donde se caracterice el hábitat para identificar completamente los requerimientos de esta especie.

Existen estudios donde reportan la distribución de los Psittacidos, basada en observaciones de actividades diarias, prospecciones intensivas de campo, datos de movimientos por los recursos (alimenticio y sitios de anidación), datos de colecciones científicas y de información bibliográfica, (Lanning 1991<sub>1</sub>, 1991<sub>2</sub>; Martínez-Sánchez 1991). Así como también artículos en donde usan técnicas estadísticas y herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Guisan y Zimmermann, 2000), modelan el nicho ecológico fundamental de las especies. El modelaje de la distribución geográfica potencial está basado en hipótesis de cómo los factores ambientales determinan la distribución de las especies y las comunidades (Guisan y Zimmermann, 2000), bajo la premisa que el conjunto de registros individuales de las especies se relaciona con las variables ambientales presentes en las localidades de recolecta. El clima es un factor importante que afecta o determina la distribución de los organismos; por tal motivo, los análisis de las variables climáticas ayudan a entender por qué una especie se distribuye en un determinado sitio y no en otro (Lindenmayer *et al.*, 1991).

Ríos (2002) utiliza modelos predictivos de la distribución (GARP) para estimar la distribución de los Psittacidos, basados en disponibilidad del hábitat, y reporta que la distribución actual de *Ara militaris* es semejante a la distribución histórica, anexando la parte oeste de Zacatecas, así como Nuevo León y Veracruz hasta el istmo de Tehuantepec. Se estima que la pérdida de hábitat para esta especie es del 23 %, localizándose esta pérdida más en la selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia y bosque de encinos que son los tipos de vegetación donde se distribuye la especie (Ríos 2002).

## 1.2 Evaluación de abundancia poblacional de los Psittacidos.

Varios métodos han sido utilizados para estimar las poblaciones de Psittacidos, incluyendo puntos de radio variable (Marsden y Fielding 1999; Marsden y Pilgrim 2003), conteos de puntos altos (Gilardi y Munn 1998), conteos de dormideros (Gnam y Burchsted 1991; Casagrande y Beissinger 1997; Cougill y Marsden 2004) y transectos de línea (Casagrande y Beissinger 1997).



Casagrande y Beissinger (1997), estimaron la población de *Forpus passerinus*, mediante cuatro métodos de conteo de puntos, transectos de línea, marcado y recaptura, y conteos en dormitorios los cuales se comportan en cuanto a las estimaciones poblacionales de manera similar, reflejando los picos de anidación (julio) y los picos donde empiezan los volantones (septiembre). El método que tuvo mayor precisión fue el de conteos en puntos, seguido por el transecto en línea. El conteo de dormitorios requiere mayor inversión de tiempo, pero puede ser utilizado especialmente para las especies que utilicen dormitorios comunales.

Gnam y Burchsted (1991) realizaron conteos en dormitorios, reportando un aumento en las poblaciones de *Amazona leucocephala*, entre los años de 1976 a 1989. El primer registro hecho por Snyder *et al.* (1982) obtuvo una estimación de 240 a 276 individuos, en los bosques de pino. Gnam y Burchsted (1991) estiman para los años de 1988 y 1989, un total de 413-512 individuos y 314-427 individuos respectivamente sólo en el interior de los bosques de pino, teniendo una estimación poblacional en la isla de 830 individuos en el año de 1989, y 1089 para el año de 1988. Cougill y Marsden (2004) realizaron conteos en dormitorios de *Amazona brasiliensis* durante 28 días, encontrando que el número de loros utilizando el dormitorio se redujo de 85 a 35 individuos debido a que se iba acercando el periodo de reproducción, y los animales se movían hacia los sitios de anidación. Ellos concluyen que los censos son mejores en la mañana que en la tarde para este tipo de metodologías ya que en la mañana los animales se mueven más sincrónica y rápidamente lo cual reduce el tiempo total del censo y se evita el error por recuento de individuos volando alrededor del sitio.

Renton (2002), realizó censos por los ríos de la selva Brasileña Perú encontrando mayor abundancia de *Ara ararauna*, *A. chloroptera* y *A. macao*, en épocas de lluvia (cuando tiene mayor producción de frutos) (13.8 +/- 2.56 Ind.), que en secas. Karubian *et al.* (2005), realizaron censos en selvas de tierras altas en Ecuador, reportando que la mayor abundancia de *A. ararauna*, *A. chloroptera* y *A. macao* fue en bosque maduro (2.4 +/- 0.04 ind.) mientras en el bosque perturbado fue menor (1.5 +/- 0.2 ind.). Así mismo, *A. ararauna*, *A. chloroptera* y *A. macao* fueron registradas con mayor abundancia en la época de secas (2.1 +/- 0.2 Ind.). Éstos dos estudios (Renton 2002; Karubian *et al.* 2005) sugieren que en la selva del Amazonas las especies pertenecientes al género *Ara* se mueven entre selva riparia y selva de tierras altas.

### 1.3 Movimientos y uso de hábitat por los Psittácidos.

La información que se tiene sobre la dinámica de movimientos en Psittácidos es poca, solamente se reportan migraciones, dispersiones y algunos indicios de la dinámica de sus movimientos diarios. Renton (2001) ha reportado que los movimientos estacionales del loro corona lila (*Amazona finschi*) ocurren en los meses más secos del año en el bosque tropical seco y coinciden con el término de la época reproductiva y con una marcada declinación en la disponibilidad de recursos alimenticios. Existen estudios que muestran las preferencias de hábitat de Psittácidos, asociándolas a un tipo de vegetación (Gilardi y Munn 1998; Marsden y Fielding 1999; Marsden y Pilgrim 2003; Salinas 2003). Los recursos importantes para determinar la preferencia de hábitat, son los alimenticios y de nidificación y/o anidación. Muchos Psittácidos prefieren bosques primarios, debido a las altas densidades de flores y frutos, así como también a los grandes árboles para anidar (Marsden y Pilgrim 2003), observándose una asociación entre los movimientos y el uso del recurso, debido a las fluctuaciones en la disponibilidad del alimento, provocando así los movimientos entre otros tipos de hábitats (Bonadie y Bacon 2000).

### 1.5 Comportamiento de anidación.

El comportamiento de anidación de los Psittácidos ha sido bien estudiado para algunas especies de pericos, loros y guacamayas (Monterrubio *et.al.* 2002; Seixas y Mourao 2002; Monterrubio-Rico y Enkerlin-Hoeflich 2004). La mayoría de las especies de Psittácidos se reproducen entre los meses de noviembre/diciembre (con la selección de cavidades) a junio/agosto (con el vuelo de los juveniles, Brightsmith 2005). El ciclo de reproducción está representado por seis periodos: 1) cortejo, 2) selección de cavidades, 3) copulación, 4) incubación, 5) crianza de pollos y 6) vuelos de los juveniles (Lanning y Shiflett 1983; Lanning<sub>1</sub> 1991; Waltman y Beissinger 1992).

Los Psittácidos anidan en cavidades de troncos vivos, troncos muertos y acantilados. La selección de cavidades se realiza por la pareja de manera conjunta (Waltman y Beissinger 1992; Lanning y Shiflett 1983). En esta etapa pueden existir interacciones antagonistas por competencia por la selección de cavidades (Renton 2004).

En el cortejo el macho regurgita en el pico de la hembra, se acicalan y a veces hay vuelos con vocalizaciones, en lugares cercanos a la cavidad (Waltman y Beissinger 1992). La cópula comienza con algunos movimientos de la cabeza hacia arriba y abajo, haciendo regurgitaciones y acicalamiento

mutuo, posteriormente cruzan las plumas de la cola y juntan sus cloacas haciendo movimientos circulares (Waltman y Beissinger 1992; Leanning y Shiflett 1983; Lanning<sub>1</sub> 1991).

La incubación es realizada por la hembra y dura alrededor de 28 a 30 días. El macho sale a las zonas de forrajeo, regresando para alimentar a la hembra. En la mayoría de las especies la hembra pasa más del 90 % del tiempo dentro y/o cerca del nido, para incubar, proteger a los huevos y la cavidad de posibles depredadores (Waltman y Beissinger 1992; Renton y Salinas-Melgoza 1999; Leanning y Shiflett 1983; Lanning<sub>1</sub> 1991).

La crianza de pollos, se desarrolla por ambos padres y dura 2 - 3 meses (Lanning y Shiflett 1983). Durante la crianza de los pollos, los padres pueden ser más cautelosos, para evitar que sean observados por algún depredador. Antes de dejar el nido, los pollos que son más grandes, se asoman para pedir el alimento. Durante este periodo los padres forrajean más cerca del nido (Lanning y Shiflett 1983, Waltman y Beissinger 1992, Renton y Salinas-Melgoza 1999). El vuelo de los juveniles se da cuando el alimento empieza a escasear (Renton y Salinas-Melgoza 1999; Lanning y Shiflett 1983).

#### 1.6 Estudios de *Ara militaris*

Existe poca información acerca de la ecología de *Ara militaris* en vida silvestre, y solamente se han estudiado algunas colonias en México, Perú y Colombia (Forshaw 1989). En Perú se tiene registró de *A. militaris* desde 1961 por Koepcke, quien la observó en septiembre y octubre al este de los Andes. En Colombia se tiene el reporte de su actual distribución al norte de Colombia (Flores y Sierra 2004) y en México se conocen poblaciones importantes y aisladas de la especie. A lo largo del país se ha registrado en 22 AICAS, y dentro de 8 áreas naturales protegidas (Arizmendi y Márquez 2000; INE-SEMARNAT 2000). Sin embargo, sólo se han realizado cuatro estudios de la biología y ecología de la especie; en Jalisco (Jocotitlán y en Cajón de Peñas) (Carreón 1997; Loza 1997; Gómez 2002), y en Querétaro en el Sótano del Barro (Gaucín 1999). En Cajón de Peñas, Loza (1997) reporta que la guacamaya verde se encuentra principalmente en la selva mediana, aunque realiza algunos movimientos a zonas de pino-encino, en busca de alimento (orquídeas).

Carreón (1997) realizó un estudio de reproducción de la guacamaya verde en Cajón de Peñas registrando que el periodo reproductivo estuvo comprendido de octubre, cuando se inicio el cortejo, a marzo cuando aparecen los volantones. La abundancia máxima mensual que este autor reporta fue de

91 individuos y 18 parejas reproductivamente activas. La nidada consta de 2 a 4 huevos y tuvieron un éxito de eclosión de 2.3 pollos en octubre de 1995 (Carreón 1997).

Gómez (2002) estudio la reproducción de *A. militaris* en Jocotitlán Jalisco, donde registra que el periodo reproductivo comprende de septiembre a febrero. La abundancia máxima que obtuvo fue de 39 individuos registrada en los meses de septiembre y mayo, al inicio y el final de la temporada reproductiva respectivamente. Las guacamayas anidan en árboles con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de 920 a 1270 cm. La nidada fue de 2 a 4 huevos y tuvieron un éxito de anidación de 0.67 volantones por nido.

La guacamaya verde también fue reportada previamente en Chiapas, México (Gardner 1971), no obstante la especie ahora se considera extirpada en este estado (Howell y Webb 1995; Iñigo-Elías, 2000; Tejeda-Cruz *et al.* 2000).

Gaucín *et al.* (1999) reportan que la población de guacamaya verde en el Sótano del Barro en Querétaro es de 50 a 80 individuos, distribuyéndose en selva baja caducifolia y bosque de encino. La reproducción en esta zona comienza en noviembre con la puesta de huevos y termina a finales de junio con la salida de los primeros volantones.

Las colonias de guacamayas verdes conocidas actualmente en México se presentan en lugares poco accesibles (Cajón de Peñas) o protegidos (El Cielo). El registro de una nueva colonia en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán en una zona árida, que por su topografía accidentada y su posición alejada de los poblados está muy bien conservada (Salazar *et al.* 2001), representa una opción para la conservación de la especie, por lo que en el presente estudio se plantea profundizar en el conocimiento de esta colonia lo cual sin duda contribuirá a su conservación a largo plazo. Esta colonia se encuentra en el Cañón del Río Sabino en Santa María Tecmavaca, dentro de los límites de la Reserva de la Biósfera Tehuacan-Cuicatlán (Salazar *et al.* 2001).

Como se ha mencionado anteriormente la guacamaya verde se asocia predominantemente a selva mediana subperennifolia, por lo que esperamos que dicha especie en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán se distribuya en cañones y cañadas húmedas donde las condiciones presentes son las más similares a este tipo de vegetación. Ya que existe una marcada estacionalidad en el Cañón del Sabino, se espera que *A. militaris* presente una variación temporal en su abundancia, encontrando más registros en la época de reproducción. Y puesto que la guacamaya verde en otros sitios de México se reproduce en los meses de septiembre a marzo, se espera que en el Cañón del Sabino su reproducción se de en esta temporada.

---

## 1.6 OBJETIVOS

### Objetivo General

Determinar el patrón de distribución, variación en la abundancia y la conducta reproductiva de la guacamaya verde (*Ara militaris*) en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán.

### Objetivos Particulares

- Determinar mediante el uso de un sistema de información geográfica y un modelo predictivo (BIOCLIM) basado en distribución y abundancia de tipos de vegetación, la distribución potencial de la guacamaya verde en la reserva.
- En los sitios determinados como potenciales para la distribución de la guacamaya, realizar una prospección de campo para corroborar su presencia/ausencia.
- Determinar la abundancia de la guacamaya en el Cañón del Sabino, así como sus cambios estacionales durante un año.
- Determinar la densidad de nidos potenciales, nidos utilizados y parejas reproductoras en el Cañón del Sabino durante una temporada de anidación.
- Determinar el éxito de anidación de la especie en el Cañón del río Sabino

## 2.0 Área de estudio

### 2.1 Localización

La Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) se encuentra localizada entre los 17° 48' y los 18° 58' de latitud norte y los 97° 03' y 97° 43' de longitud oeste, abarcando los estados de Puebla y Oaxaca (Valiente-Banuet *et al.* 2000). Santa María Tecomavaca donde se ubica el Cañón del Sabino se localiza dentro de los límites de la Reserva de la Biósfera Tehuacán - Cuicatlán (Diario Oficial de la Federación 1998; CONANP 2005), al noroeste del estado de Oaxaca. Específicamente, el área donde se llevó a cabo el trabajo se ubica en las inmediaciones del Cañón del Sabino, alrededor de los 17° 51' 57" N y los 97° 01' 50" O. La altitud varía de los 645 a 845 m (SPP 1981) (figura 1).

### 2.2 Clima

En la Reserva de la Biósfera el clima está determinado por los patrones generales de circulación de la atmósfera, como son la predominancia de vientos del este (alisios) durante el verano con lluvias de tipo monzónico y vientos del oeste durante el invierno (Valiente-Banuet *et al.* 2000). En ocasiones, durante la época invernal los vientos polares (norte) provocan precipitaciones en las partes más altas de las montañas. De manera general, la temperatura media anual registrada va desde 26.0° C en localidades como Cuicatlán (595 m) hasta valores tan bajos como 6° C en las máximas elevaciones al sureste de Tepelmeme (Valiente-Banuet *et al.* 2000). La precipitación anual se registra desde 404.7 mm. (Valiente-Banuet *et al.* 2000).

En el Cañón del Sabino el clima es árido (BS0), la temperatura media anual es de 22° C y la precipitación es de aproximadamente 650 mm. (Salazar 2001). De 1961 a 1995, en promedio la precipitación es de 313 a 800 mm., con una temperatura mínima de 23° a 25° y una máxima de 35° a 45° (Estación Climatológica Quiotepec). La aridez general de la zona es producto de la sombra orográfica que proyectan las sierras de Juárez y de Zongolica sobre la región (Villaseñor *et al.* 1990; Dávila y Herrera-MacBride 1997). La cercanía con las mismas sierras es la que provoca que el clima en la parte sur del Valle sea menos seco que en la parte central (Catalán 2001).

### 2.3 Vegetación

En la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, existe una serie de ecosistemas diversos, clasificados en 29 tipos de vegetación, las más representativas son los matorrales xerófilos que ocupan el 32.9%, el bosque tropical seco con el 24.1% y el bosque templado que ocupa el 19.5% de la superficie total (Valiente-Banuet *et al.* 2000).

El Cañón del Sabino tiene una vegetación que está constituida en su mayor parte por selva baja caducifolia (INEGI. 1984; Diario Oficial de la Federación 1998; CONANP 2005) (Mapa 1). De acuerdo con datos del INEGI (1984), las especies dominantes del estrato arbóreo en la barranca "el Sabino" son *Acacia cochliacantha*, *Bursera fagaroides*, *B. glabrifolia*, *B. morelensis*, *B. copallifera*, *B. schlechtendalii*, *Senna emarginata*, *Ceiba aesculifolia*, *Cyrtocarpa procera*, *Parkinsonia praecox*, *Erythroxylon rotundifolium*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Fouquieria formosa*, *Ipomoea wolcottiana*, *Lysiloma divaricata* y *Pseudosmodium multifolium*. En el estrato arbustivo se encuentran *Acacia bilimekii*, *Croton sp.*, *Dalea sp.*, *Máscagnia seleriana*, *Schaefferia stenophylla*, *S. cuneifolia* y *Ziziphys amole* (INEGI, 1984).





Figura 1. Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán y el Cañon del Sabino., Oaxaca, México



### 3.0 Metodología

#### 3.1 Patrón de distribución y requerimientos de hábitat

Utilizando la base de datos de distribución de flora de Dávila *et al.* (2006) y el programa BIOCLIM que modela el nicho ecológico fundamental de las especies, basado en hipótesis de cómo los factores ambientales determinan la distribución de las especies y las comunidades (Guisan y Zimmermann, 2000), se generaron distribuciones potenciales a partir de capas climáticas o intervalos de temperaturas en los cuales las especies se han registrado, determinándose la distribución potencial de la guacamaya verde en la reserva, mapeando los sitios con un 90% de probabilidad de distribución.

Con el BIOCLIM se realizaron dos mapas de la distribución potencial de la guacamaya verde: 1) con relación a las plantas que se alimenta; y 2) con los parámetros bioclimáticos. Ambos mapas se sobrelaparon con el programa ArcView, realizando el primer recorte, para eliminar las zonas donde no había un sobrelapamiento tanto de las distribuciones potenciales de las plantas como el de la guacamaya. El mapa final de esta operación se sobrelapó con un mapa topográfico de la zona y con el programa ArcView, se realizó el segundo recorte eliminando zonas urbanas y de cultivo, teniendo como producto final de la distribución potencial-real de la guacamaya verde.

En los sitios en donde se determinaron altas probabilidades de encontrar la especie, se verificó la presencia/ausencia de ésta mediante prospecciones intensivas de campo, donde se realizaron censos mediante puntos de conteo durante un día. Sólo se incluyeron áreas donde se localizó a la guacamaya perchada, determinándose los sitios de distribución actual de la especie.

Utilizando un Sistema de Información Geográfica se mapearon las ubicaciones en la RBTC donde la presencia de la guacamaya (*Ara militaris*) fue documentada por Águilar *et al.* (2003) y el presente estudio. Se ubicaron los sitios de reproducción y de alimentación en un mapa de la zona. Se documentaron las especies de plantas de las que potencialmente se alimenta la guacamaya (Contreras-González 2007), así como las características topográficas y físicas de sus sitios de anidación, y los sitios donde fueron registradas.

Para evaluar el requerimiento de hábitat, se utilizaron los datos de los parámetros bioclimáticos obtenidos del programa BIOCLIM para cada geo referencia donde se observó la guacamaya verde. Los parámetros que se utilizaron fueron: temperatura media ambiental, rango promedio diurno, temperatura estacional, máxima temperatura en los meses calurosos, mínima temperatura en los meses fríos, rango de temperatura anual, precipitación anual, precipitación en el periodo de lluvias, precipitación en el periodo de secas, precipitación estacional (Téllez-Valdez y Dávila-Aranda 2003; Manning *et al.* 2005).

Se utilizaron también las especies de plantas que está consumiendo la guacamaya verde (Contreras-González 2007.) y los lugares de reproducción, y alturas para cada geo referencia. Con estos datos se realizó un análisis multivariado (componentes principales con NTSYS p c 2.0) donde se detectaron los parámetros de requerimientos de hábitat de la guacamaya verde.

### 3.2 Variación temporal en abundancia

Se realizó el muestreo de la abundancia entre marzo del 2005 y marzo del 2006 de manera mensual. En el "Cañón del Sabino" se realizaron los censos de la guacamaya mediante el método de censos en dormitorios (Gnam y Buichested 1991; Casagrande y Beissinger 1997; Coughill y Marsden 2004), debido a la topografía que presenta el lugar. El punto de observación fue seleccionado por su campo de visión. Se ubicaron 4 puntos de observación en los miradores de la cañada del Sabino (promontorios rocosos que permiten mayor eficiencia en la observación).

Se realizaron censos simultáneos por cuatro grupos, cada grupo estuvo formado por dos o tres observadores, (un grupo en cada punto). Se utilizaron radio comunicadores (Talkabout Modelo T5420, Motorola), para controlar el avistamiento y así evitar o / y descartar conteos dobles. Los censos se realizaron durante una semana cada mes, durante tres horas después del amanecer, cuando las guacamayas salían del sitio de descanso, y tres horas antes del anochecer, cuando regresaban al sitio de descanso (Casagrande y Beissinger 1997; Renton 2002; Coughill y Marsden 2004). Durante los censos se tomaron los siguientes datos: 1) fecha, 2) número de individuos, 3) hora del día, 4) dirección de vuelo, 5) comportamiento (volando, perchando, alimentándose, acicalándose, etc.), 6) grupos de vuelos (1, 2, 3, 4, o > 5 individuos). Los grupos de 3 o 4 individuos podrían representar grupos familiares con 1 o 2 crías del año (Gilardi y Munn 1998).

### 3.3 Aspectos reproductivos

Durante 4 días de cada mes, se realizaron observaciones continuas en el Cañón del Sabino, para este estudio se realizó el método de puntos fijos (miradores utilizados en los censos) haciendo rotaciones en cada punto por día para la observación de nidos. Las observaciones se realizaron desde el inicio del amanecer hasta el anochecer de 6:00 hrs. a 20:00 hrs., utilizando binoculares (10X50 y 10X60 marca

Lobo y 8X34 marca Pentax) y telescopio (20X60 marca SWAROVSKI), a una distancia de 200 a 300 metros aproximadamente. Utilizándose 1152 horas de observación.

Se generó un mapa de la pared sobre el cual se ubicaron las cavidades y nidos. Una vez comenzada la época reproductiva se contó el número de cavidades activas inspeccionadas por las guacamayas y parejas activas observado la actividad presente en los diferentes sitios. Una cavidad fue considerada como un nido, cuando las guacamayas fueron observadas en varias ocasiones en la cavidad y cuando las señales de comportamiento sugirieron incubación o alimentación de pollos (Brightsmith 2005).

Para describir los patrones de comportamiento reproductivo de la guacamaya se realizaron observaciones de sus actividades diarias (Boussekey *et al.* 1991). Para la colecta de datos de comportamiento se tomaron categorías de conductas: individuales, sociales y las reproductivas. Las individuales incluyeron: acicalamiento, percheo y llegada a los sitios de descanso. Las sociales: forrajeo, vuelos en pareja o parvada. Las reproductivas: copulación, comportamiento de la pareja y alimentación de crías, así como también hora de llegada al área de anidación, hora de entrada y salida del nido, hora de salida del área y número de visitas al nido en el día. De éstas se analizaron las actividades a lo largo del día, durante el forrajeo y descanso en los sitios de anidación y cerca de éstos, indicando el tiempo dedicado a cada una de las actividades y el número de veces que se observaba.

### 3.4 Análisis estadísticos

Para evaluar el uso de hábitat se empleó el Análisis de Componentes Principales (ACP), a partir de los parámetros bioclimáticos obtenidos por el programa BIOCLIM, buscando establecer relaciones entre estos parámetros con los sitios donde se registró a la guacamaya verde. Además se realizó un Análisis de Correlación (AC) para establecer la relación entre los sitios donde se observó la guacamaya verde, con respecto a las plantas de las que se alimenta (Marsden y Fielding 1999).

Para la Variación temporal de la abundancia se realizó una prueba de Kruskal - Wallis debido que los datos no presentaron una distribución normal (Sokal y Rohlf 1979; Zar 1999). Se realizó una  $\chi^2$  resuelta por una tabla de contingencia, para distinguir, en qué temporada (reproductiva y no reproductiva) hay más solitarios, parejas, tríos, y cuartetos. Así mismo se realizó esta prueba para conocer si existen diferencias en las observaciones de dirección de vuelo entre mañanas y tardes.

Para la actividad diaria de la guacamaya en el Cañón del Sabino se realizó una prueba de Kolmogorov - Smirnov para determinar la normalidad de los datos, ya que estos no presentaron una distribución normal, se transformaron con Log 10. Se utilizó una serie de ANOVA's, para determinar si existen

---

diferencias entre las horas de actividad, en el Cañón del Sabino, así como también se realizó una prueba de t para conocer si existen diferencias en la actividad entre la mañana y tarde (Sokal y Rohlf 1979; Zar 1999).

Se utilizó la prueba de Mann -Whitney U para comparar la abundancia en el periodo reproductivo, con respecto al no reproductivo, debido que los datos no presentaron una distribución normal.

Y para el comportamiento reproductivo se recurrió a estadística descriptiva presentada en medias  $\pm$  SD (Sokal y Rohlf 1979; Zar 1999).

## 4. Resultados

### 4.1 Distribución Potencial.

El mapa 2 muestra la distribución potencial de la guacamaya verde en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, la cual se limita a valles montañosos, cañadas y cañones. Se predice que la especie podría encontrarse al Noroeste de la RBTC, en laderas del cerro Nahuatpec y pequeñas cañadas de los ríos de Agua Gavilán y Salinas de la Barranca, al noroeste de San Gabriel Chilac (figura 2). Al Suroeste por medio de valles montañosos de los cerros el Calvillo y el Laurel y cañones del río Calvillo y río Hondo localizados entre los cerros del Verde y la Pluma, de las comunidades de Santa Lucía y Mahuizapan (figura 2). Al Suroeste de Teotitlán del Camino por las faldas de los cerros verde y la Pluma, hacia la cañada del río Xiquila, en la Barranca de el río Xiquila localizada al noreste de la localidad de la Huerta en Tepelmeme, entre el cerro Granulo y Tequilita (figura 2). Al sur de la reserva en el cerro de Tecomavaca viejo y Ganduito, hacia la cañada de los Compadres y el Cañón del río Sabino, entre las comunidades de Santa María Tecomavaca y San Pedro Jocotipac (figura 2). La predicción sigue por valles montañosos de la Comunidad de San Pedro Jocotipac y Valerio Trujado, hasta el Cañón del Tomellín. Al sureste de Cuicatlán se predice que la especie se podría encontrar en valles montañosos de las comunidades de San José del Chilar y Santiago Domingullo, entre estas dos localidades se localiza la barranca de las guacamayas (figura 2).

La predicción al noreste de San Gabriel el Chilac, es por las faldas de los cerros del Tecotal y Colorado, continua al sur por las faldas de la Sierra Mazateca entre las comunidades de Teotitlán y San Juan de los Cués (figura 2). La cañada de Quiotepec, en las proximidades del Río Grande, siguiendo al este a la zona del Cañón del río Grande entre las localidades de Santiago Quiotepec y San Juan Coyula, así como en las faldas del cerro Peña del Águila (figura 2). Esta predicción continua por valles y cañadas entre las faldas del cerro Peña Águila hacia el sur de la reserva. Se extiende la predicción por el cerro San Jacinto al sur de la reserva por unos cañones de la extensión del río Grande en la comunidad de San Francisco Tutepetongo al noreste de Santiago Domingullo (figura 2).



#### 4.1.2 Distribución actual.

Se pudo confirmar la presencia de la especie en 6 localidades las cuales fueron: Cañón del Sabino, Los Compadres, Peña del Águila, Aguacate, Chirimoya, y Coyulapa. Los demás sitios (Quiotepec, Barranca de las guacamayas y La Huerta) fueron corroborados por campesinos (figura 3). Todos los sitios confirman la distribución potencial de la especie, para la parte sur de la reserva. Se observó a la guacamaya verde (*Ara militaris*) dentro de la RBTC, en la cañada Cuicateca, los sitios donde se pudo confirmar la presencia de *Ara militaris* son: Santa María Tecomavaca (en el Cañón del Sabino y el paraje de los Compadres en el Cañón del Sabino), San Juan Coyula (peña del Águila y el paraje de el Aguacate y Chirimoya), Coyulapa, San José del Chilar (Barranca de las Guacamayas), Quiotepec y Tepelmeme (la Huerta). El Cañón del Sabino (coordenadas UTM 97.04375, 17.86201) es un sitio utilizado durante todo el año, pero con mayores abundancias en la época reproductiva de marzo a septiembre. Es un sitio que presenta paredes verticales de alrededor de 80 a 100 metros de caída. En los Compadres (coordenadas UTM 97.07417, 17.90251) se observaron en los meses de junio a agosto. Este es un paraje localizado sobre el camino viejo a Santa María Ixcatlán, a 12.5 kilómetros de la carretera federal número 135 (carretera vieja a Oaxaca) que presenta paredes verticales de alrededor de 40 a 55 metros de caída, con zonas planas alrededor en donde se observaron 17 individuos. En estos dos sitios la vegetación predominante es selva baja caducifolia. En San Juan Coyula en el cerro Peña Águila que se localiza al Noreste de Cuicatlán (coordenadas UTM 96.9228, 17.9124), se registró la guacamaya, entre los meses de diciembre a enero, este es un sitio que tiene 1400 a 1610 m de altura. Las guacamayas arriban a esta zona a las 11:00 hrs., y se van a las 14:00hrs. La vegetación predominante bosque de encinos y en los sitios del Aguacate y Chirimoya (coordenadas UTM 96.92980, 17.93030) en la misma localidad se empezó a registrar desde enero a marzo alrededor de 80 individuos, pero campesinos de la comunidad observaron de 10 a 12 individuos desde Octubre. Este sitio es un Cañón donde convergen el río Salado y el río Dulce; llegaban a este sitio alrededor de las 6:00 hrs., y se retiraban a las 12:00 hrs., hacia la Peña de Águila, y regresaban alrededor de las 15-16:00 hrs., retirándose alrededor de las 19:00 hrs. con dirección a Buenos Aires. En el Aguacate y Chirimoya la vegetación predominante es selva baja caducifolia. En Coyulapa (coordenadas UTM 96.9282, 17.84549), se tuvo registró auditivo en el mes de octubre alrededor de las 11.00 hrs., este sitio se localiza en una pendiente al sureste de la comunidad de San Juan Coyula, y presenta vegetación de selva baja caducifolia y algunos elementos de bosque de encinos. En la Barranca de las Guacamayas (coordenadas UTM 96.97165, 17.67906), los campesinos las observan desde septiembre a diciembre, donde han contabilizado hasta 90 individuos; este sitio se ubica al suroeste de la comunidad San José del Chilar, la barranca presenta paredes verticales de 50 metros

---

de caída, aquí las guacamayas llegan alrededor de las 19:00 hrs., y se van muy temprano por la mañana (6:00 hrs.), la vegetación predominante en este lugar es selva baja caducifolia. En los alrededores de Quiotepec (coordenadas UTM 96.98717, 17.86146) los campesinos las observan en los meses de julio a agosto alrededor de 40 a 50 individuos. Estás arriban al lugar alrededor de las 7:00 hrs. y se van alrededor de las 18:00 hrs. a 19:00 hrs. Este es un sitio ubicado junto a la terrecería que comunica a las poblaciones de Quiotepec y Cuicatlán, en las aproximaciones del río Grande. En la Barranca del río Xiquila (coordenadas UTM 97.25061, 18.011388), los campesinos las observan en los meses de agosto a septiembre, donde han contabilizado muy pocos individuos (2 a 7); este sitio se ubica en la Huerta Tepelmeme, entre el cerro Granulo y Tequilita, la vegetación en este sitio corresponde a selva baja caducifolia. En el Cañón del Tomellin los (coordenadas UTM 97.08888, 17.89861) los campesinos las han observado en la parte sur de este, se localiza en la estación de ferrocarril el venado, el tipo de vegetación que presenta el sitio es selva baja caducifolia (figura 3).



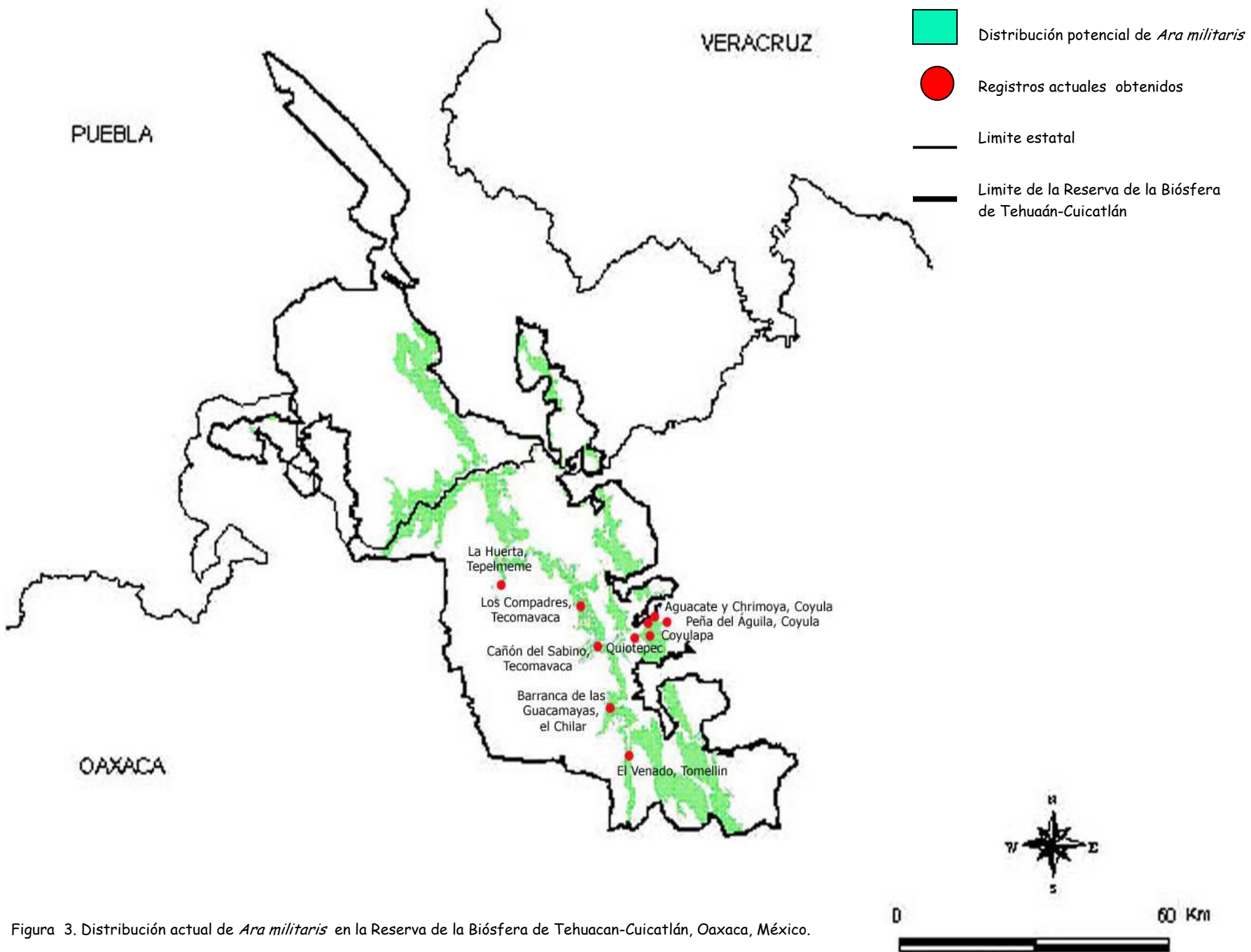


Figura 3. Distribución actual de *Ara militaris* en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México.

#### 4.1.3 Requerimientos de hábitat.

En el Análisis de Componentes Principales de los parámetros bioclimáticos y alturas (figura 3), se observa que los primeros tres componentes explican el 98.7 % de la varianza. Los parámetros que aportaron al primer componente principal fueron temperatura media anual (TMA, 16 a 26 ° C), máxima temperatura durante el periodo más caliente (MTMC, 26 a 37 ° C), rango anual de temperatura (RAT, 19 a 25 ° C), precipitación anual (PA, 432 a 1200 mm.) y precipitación durante el periodo más lluvioso (PPLL, 23 a 63 mm.) definiendo tres grupos, con excepción a la precipitación estacional (PE, 100 a 107 mm.) en el componente dos, el cual agrupo a uno. Al graficar los parámetros bioclimáticos de cada sitio de registró, en el espacio de los dos primeros componentes principales, éstos se separaron creando cuatro grupos.

El primer componente principal separa el grupo A (Peña del Águila) del grupo B (Aguacate-Chirimoya, Coyulapa y San José el Chilar) del grupo C (Quiotepec y Cañón del Sabino), debido a que presenta un TMA 16.9 a 18.7 ° C, MTMC 26 a 29 ° C, RAT 19 a 20 mm., PA 1114-1201mm y una PPLL de 57 a 63 mm.

El grupo B difiere del C y A debido a que presenta un TMA 19.9 a 23 ° C, MTMC 30.8 a 34.9 ° C, RAT 22 a 23 mm., PA 650 a 898 mm., y una PPL de 33-45 mm.

El grupo C difiere del A y B con un TMA 24.9 a 25.1 ° C, MTMC 36.7-37 ° C, RAT 23.2-24.2 mm., PA 432-704 mm., y una PPL de 23-36 mm.

Para el segundo componente principal separa al grupo D (los Compadres y la Huerta) del A B y C, debido a que presenta PE de 101 a 107 mm. (cuadro 1, figura 4). En el Análisis de Correspondencia de las plantas de las que se alimenta la guacamaya verde, los tres primeros componentes explican el 91.78% de la varianza. Las especies de plantas que determinaron la agrupación para los sitios fueron *Malpighia mexicana*, *Bunchosia montana*, *Celtis caudata*, *Tillandsia makoyana* y *Cytorcarpa procera*. Al graficar las especies de plantas que consume la guacamaya verde, en el espacio de los dos ejes principales, éstos se separaron creando tres grupos. El primer eje principal separa el grupo A (Peña del Águila) y el B (Aguacate/Chirimoya) del C (Cañón del Sabino, Los Compadres, Chilar, Quiotepec y Tepelmeme) debido a que en el grupo A y B se encuentra *C. caudata* y en el A se localiza *M. mexicana* y en B se encuentra *B. montana* y *T. makoyana*, y en el C están ausentes. Para el segundo eje principal separa el grupo B y C del A, debido a que en el grupo C se localiza *C. procera* y otras especies, que están ausentes en el A, y el grupo B lo separa del A debido a *B. montana* y a *T. makoyana* que se encuentra ausente en el grupo A. (cuadro 1, figura 5).

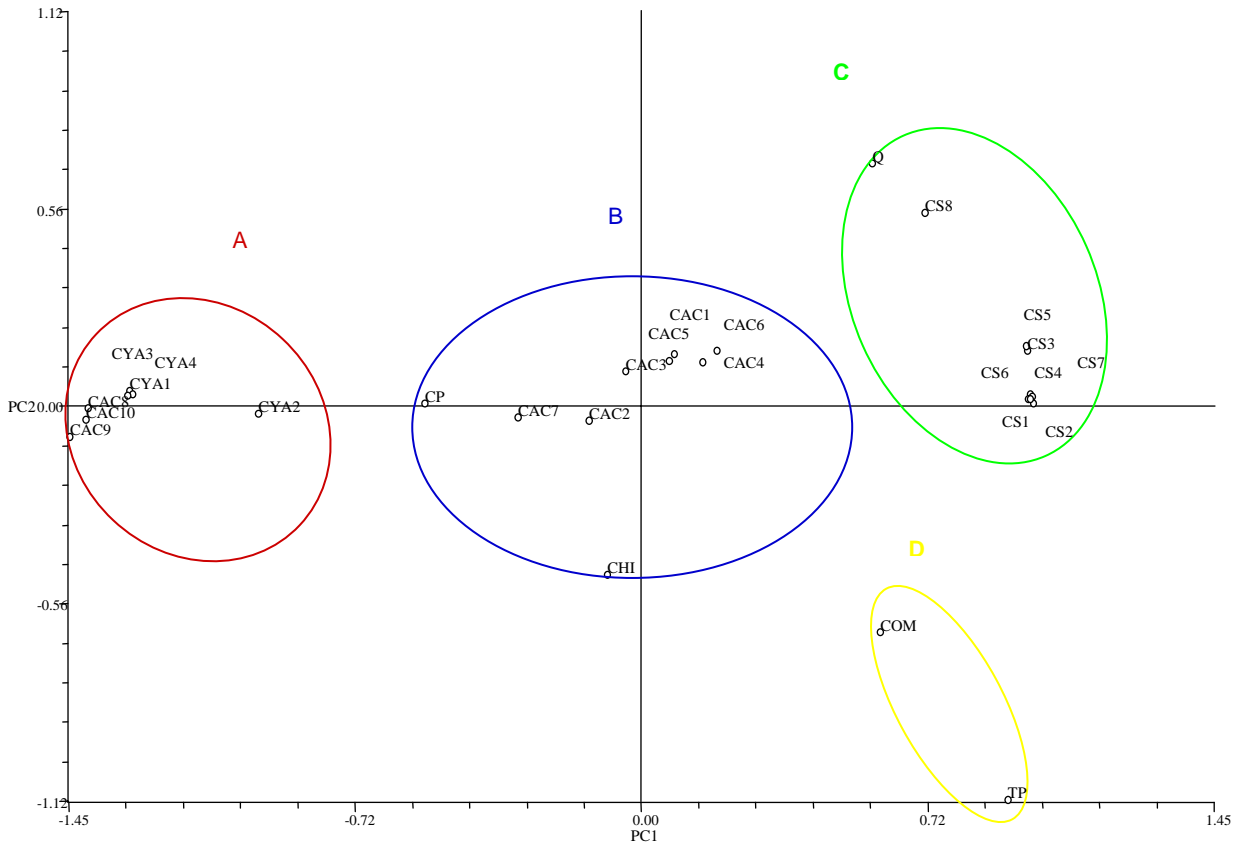


Figura 4. Análisis de Componentes Principales de los parámetros bioclimáticos de los sitios de distribución de *Ara militaris*. Cs= Cañón del Sabino, COM= Compadres, CYA= Peña del águila, CAC= Aguacate/Chirimoya, CP= Coyulapa, TP= Tepelmeme, Q= Quiotepec, Y Chi= Chilar.

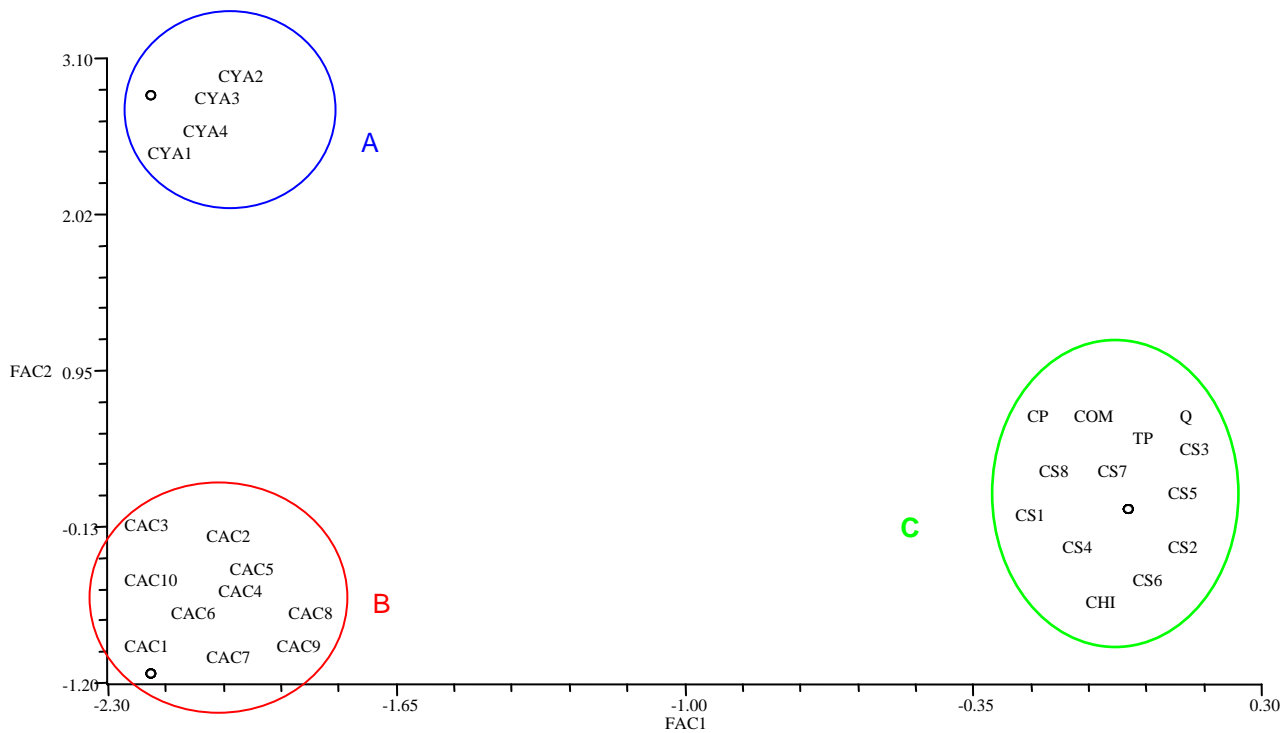


Figura 5. Análisis de Correspondencia de los sitios de distribución de la guacamaya verde con respecto a las plantas de las que se alimenta. Cs = Cañón del Sabino, COM = Compadres, CYA = Peña del águila, CAC = Aguacate/Chirimoya, CP = Coyulapa, TP = Tepelmeme, Q = Quiotepec, Y Chi = Chilar.

Cuadro 1. Parámetros bioclimáticos y especies de plantas que consume *Ara militaris* en las zonas de distribución.

| Localidades        | Parámetros bioclimáticos |               |               |             |             |               | Plantas que consume <i>Ara militaris</i> . |                             |                              |                             |                             | Altura<br>msnm |
|--------------------|--------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------------|--|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
|                    | TMA<br>°C                | MTMC<br>°C    | RAT<br>°C     | PPLL<br>mm. | PE<br>mm.   | PA<br>mm.     | <i>T.</i><br><i>makoyana</i>               | <i>B.</i><br><i>montana</i> | <i>M.</i><br><i>mexicana</i> | <i>C.</i><br><i>caudata</i> | <i>C.</i><br><i>procera</i> |                |
| Peña del Águila    | 16.9-<br>18.7            | 26-29         | 19-<br>20     | 57-<br>63   | 90-<br>92   | 1114-<br>1201 |  |                             | X                            | X                           |                             | 1400-<br>1610  |
| Aguacate/Chirimoya | 19.9-<br>23              | 30.8-<br>34.9 | 22-<br>23     | 33-<br>45   | 91-<br>93   | 650-<br>898   | X  | X                           |                              | X                           |                             | 1062-<br>1216  |
| Coyulapa           | 19.9-<br>23              | 30.8-<br>34.9 | 22-<br>23     | 33-<br>45   | 91-<br>93   | 650-<br>898   |  |                             |                              |                             | X                           | 1300           |
| Chilar             | 19.9-<br>23              | 30.8-<br>34.9 | 22-<br>23     | 33-<br>45   | 91-<br>93   | 650-<br>898   |  |                             |                              |                             | X                           | 1277           |
| Cañón del Sabino   | 24.9-<br>25.1            | 36.7-<br>37   | 23.2-<br>24.2 | 23-<br>36   | 100         | 304-<br>432   |  |                             |                              |                             | X                           | 600-<br>784    |
| Quiotepec          | 24.9-<br>25.1            | 36.7-<br>37   | 23.2-<br>24.2 | 23-<br>36   | 100         | 304-<br>432   |  |                             |                              |                             | X                           | 632            |
| Los Compadres      | 22                       | 35.1          | 24.3          | 26          | 101-<br>107 | 462           |  |                             |                              |                             | X                           | 1100           |
| La Huerta          | 23.1                     | 35.8          | 25.5          | 20          | 101-<br>107 | 313           |  |                             |                              |                             | X                           | 1100           |

Las guacamayas se encuentran utilizando los diferentes sitios de distribución debido a sus características bioclimáticas, así como a la presencia de las plantas de las que se alimenta; utilizando estos sitios como zonas de alimentación, descanso y reproducción (Cuadro 2). Las ocho localidades donde se han registrado la especie ocupando un rango ambiental amplio (200 a 2500 msnm.), temperatura (16 a 43 °C anual) y precipitación (300 a 1800 mm. anual) que prefiere la especie, conjuntamente en éstos sitios se distribuyen las especies de plantas que se alimentan (Cuadro 1).

Las guacamayas verdes utilizan los diferentes sitios de distribución, para alimentarse, descansar o reproducirse. Para la reproducción sólo se registró al Cañón del Sabino y posiblemente los Compadres. Las zonas que utilizan como sitio de alimentación en la zona de distribución son el Cañón del Sabino, Los Compadres, Quiotepec, Coyulapa, La Huerta, el Aguacate y la Chirimoya. Los sitios que utilizan como zonas de descanso son el Cañón del Sabino, Peña del águila, el Chilar y la Huerta (cuadro 2).

Cuadro 2. Uso de hábitat de *Ara militaris* en la zona de distribución.

| Localidades      | Actividad realizada                  |
|------------------|--------------------------------------|
| Peña del Águila  | Descanso                             |
| Aguacate         | Alimentación                         |
| Chirimoya        | Alimentación                         |
| Coyulapa         | Alimentación                         |
| Chilar           | Descanso                             |
| Cañón del Sabino | Reproducción y Alimentación          |
| Quiotepec        | Alimentación                         |
| Los Compadres    | Alimentación y posible reproducción. |
| La Huerta        | Alimentación y Descanso              |

#### 4.2 Actividad de *Ara militaris* en el Cañón del Sabino.

Se registró la frecuencia de presencias de *Ara militaris*, durante el día, separados por horas (figura 6). Hubo mayores registros de guacamayas durante la mañana y por la tarde tanto para el periodo reproductivo como no el reproductivo. El número de guacamayas que volaban en la barranca varió con la hora del día ( $F_{14, 135} = 2.41$ ,  $P = 0.0047$ ). Dos períodos de horas del día se identificaron, uno el mañana (06:00 - 07:00 hrs.) y otro en la tarde (18:00 hrs.) ( $t = 1.97$ ,  $p = 0.05$ ). En general del total de guacamayas registradas durante el día el 50% fueron registros durante las primeras 3 horas de los registros de la mañana, con el 30 a 40 % durante la tarde. El periodo reproductivo y de no reproductivo se pueden distinguir por las actividades diarias de los guacamayas, ya que en el periodo no reproductivo sólo se registraron guacamayas por la mañana y en la tarde, debido a que en esta época sólo van a dormir en la barranca, al contrario de la época reproductiva en que se registró actividad durante todo el día ( $F_{1,1} = 10.61$   $p = 0.0036$  Fig. 1). Se registró en los meses de abril a septiembre un mayor registro de individuos por las mañanas con respecto a las de la tarde. En los meses de octubre a marzo del 2006 fue muy similar el número de registros tanto por la mañana y la tarde. Se encontraron diferencias significativas entre los conteos de la mañana con respecto a los de la tarde ( $t = 2.78$ , g. l. 33  $p = 0.008$ ). Debido a estos resultados se optó por tomar los datos de la mañana para comparar la variación de la abundancia entre los meses del año.

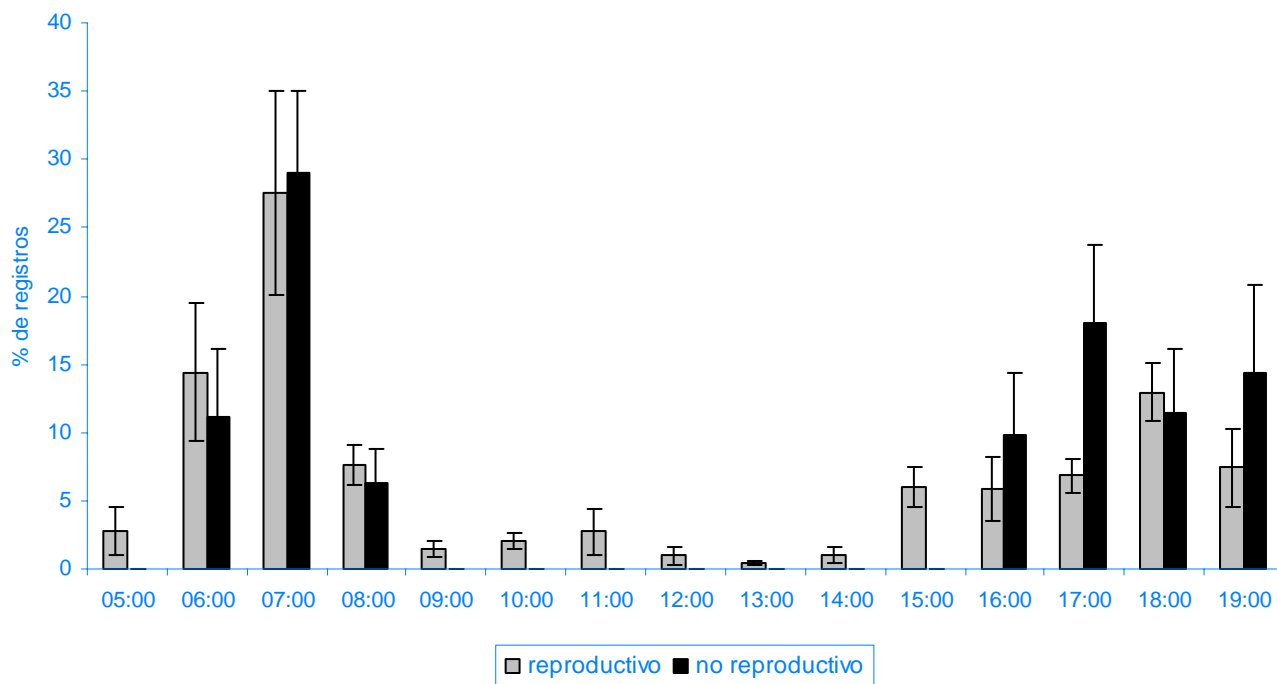


Figura 6. Patrones de actividad detectados durante el periodo de reproductivo y no reproductivo en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.

#### 4.3 Variación temporal en la abundancia.

En 684 horas de conteos el número máximo de guacamayas registradas fue de 67 individuos, que utilizan el Cañón de manera constante. Hubo diferencias entre los meses del año en número de guacamayas registradas en los censos ( $H = 40.1211$ , g. l. = 9,  $p < 0.0001$ ). Se aprecia que durante el mes de octubre a diciembre del 2005 se registraron pocos individuos (2 individuos). Se observan los registros más altos de abril a agosto del 2005, alcanzando su máximo en junio, julio y agosto del 2005 con un rango de 8 a 61 y 23 a 67 individuos respectivamente (figura 7 y 8).

Los meses reproductivos fueron de marzo a octubre y los no reproductivos de septiembre a enero, teniendo que la mayor abundancia de individuos fue en los meses reproductivos ( $27.7 \pm 0.7$  individuos) con respecto a los meses no reproductivos ( $2.5 \pm 0.06$  individuos) ( $U = 306.5$ ,  $p < 0.001$ ).

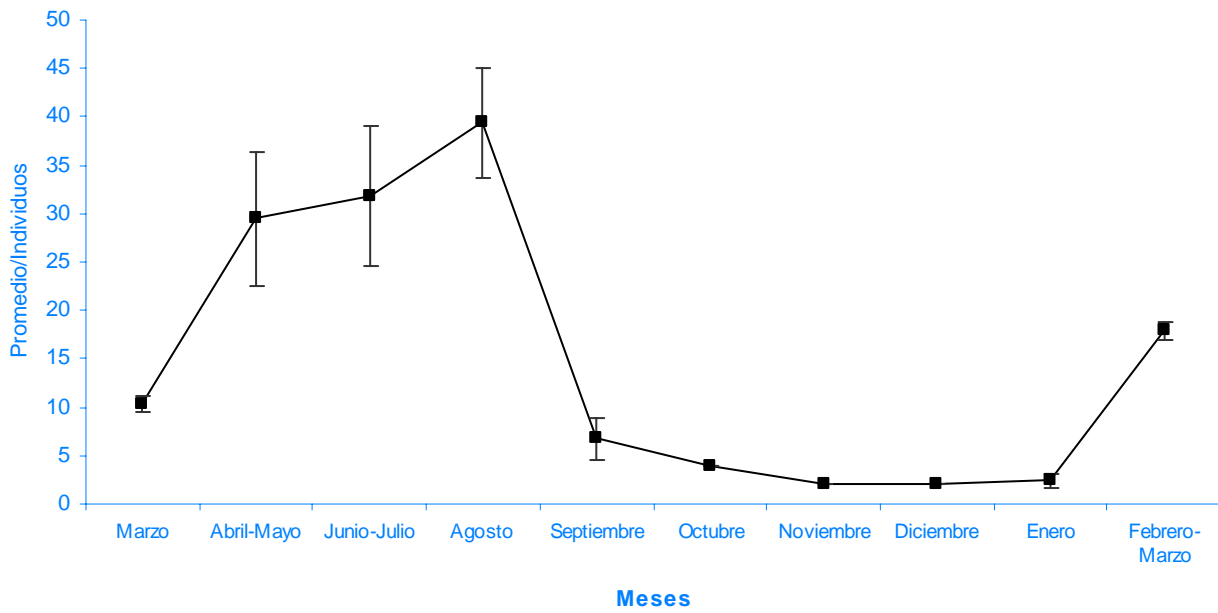


Figura 7. Promedio de individuos con el error estándar por mes de *Ara militaris* durante el 2005-2006, en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.

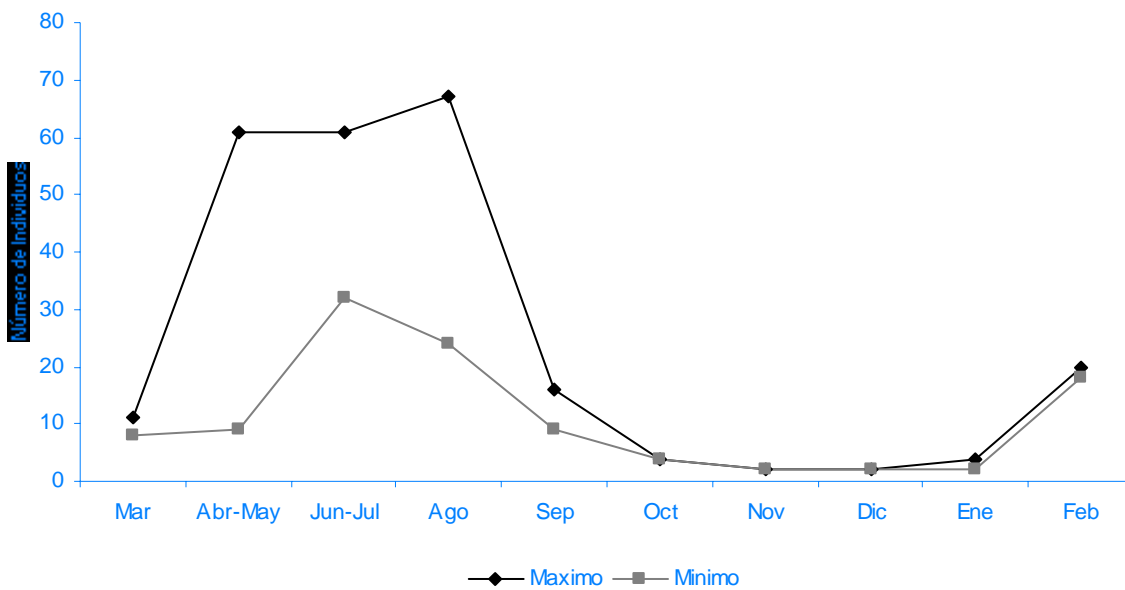


Figura 8. Número máximo y mínimo de individuos registrados mensualmente de *Ara militaris* durante 2005-2006 en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.

#### 4.4 Frecuencia de grupos

En todos los meses se observó que la mayor frecuencia de grupos de vuelos en parejas teniendo un mayor registró en el mes de agosto del 2005. Los individuos solitarios disminuyen a partir de agosto a octubre del 2005. Los conjuntos de tres individuos empezaron a decrecer de marzo a julio y a incrementar de agosto a septiembre del 2005. Los grupos de cuatro individuos y mayores incrementaron de marzo a octubre del 2005 cuando fue el mayor registró de ambos. Se obtuvieron más registros en parejas durante todo el año de muestreo. En el caso de los grupos de cuatro individuos y mayor de cinco individuos se observó que en los dos periodos las frecuencias fueron muy semejantes. Para los tríos se tuvieron mayores registros en el periodo no reproductivo. Sin embargo, los individuos solitarios se registraron con más frecuencia en el periodo reproductivo que en el no reproductivo ( $X_2 = 9.8$ , g. l. = 4,  $p = 0.044$ ) (figura 9, cuadro 3).

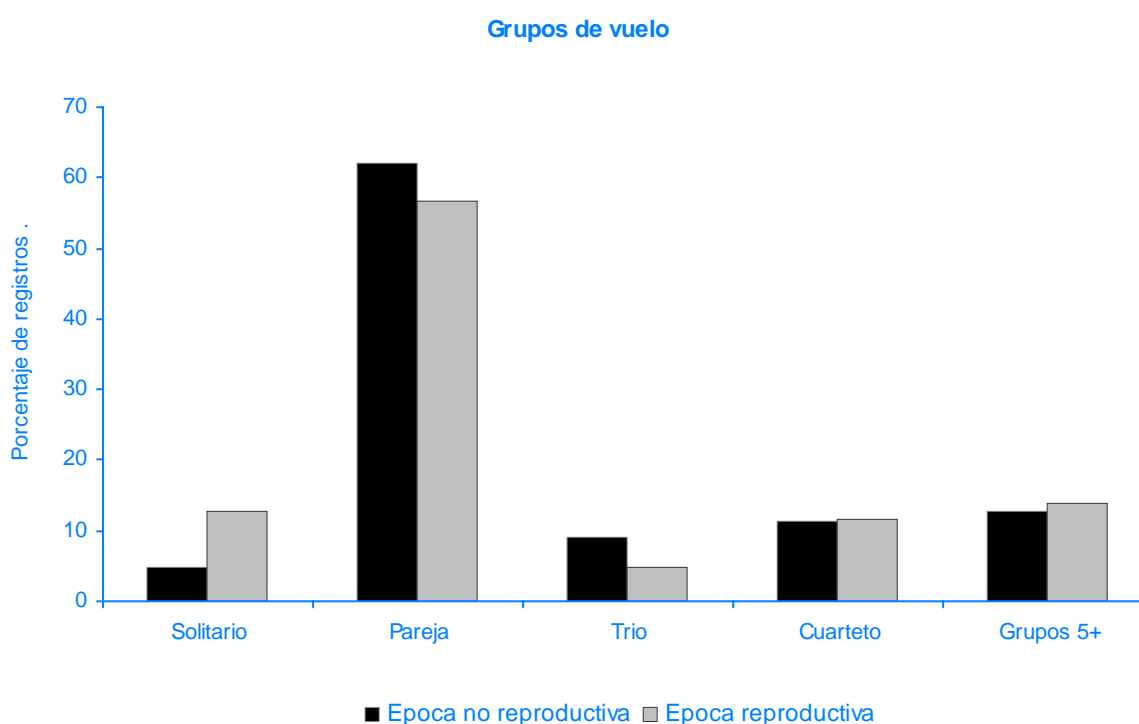


Figura 9. Proporción de grupos de vuelos de *Ara militaris* durante 2005-2006, en la Cañada del Sabino, Oaxaca, México.



Cuadro 3. Frecuencia de grupos de vuelo de *Ara militaris*, durante 2005-2006, en la Cañada del Sabino, Oaxaca, México.

| Meses                  |             | Solitarios | Parejas | Tríos | Cuartetos | Grupos > 5 individuos |
|------------------------|-------------|------------|---------|-------|-----------|-----------------------|
| Meses reproductivos    | abril-mayo  | 19         | 62      | 6     | 11        | 9                     |
|                        | junio-julio | 18         | 71      | 2     | 19        | 22                    |
|                        | agosto      | 12         | 83      | 7     | 12        | 22                    |
|                        | septiembre  | 2          | 13      | 4     | 1         | 0                     |
|                        | octubre     | 1          | 2       | 1     | 4         | 4                     |
| Meses no reproductivos | noviembre   | 0          | 8       | 0     | 2         | 0                     |
|                        | diciembre   | 0          | 8       | 0     | 0         | 0                     |
|                        | enero       | 1          | 7       | 1     | 1         | 1                     |
|                        | febrero     | 5          | 43      | 3     | 8         | 8                     |
|                        | marzo       | 1          | 22      | 9     | 5         | 9                     |

#### 4.4 Dirección de Vuelo.

Se observaron diferencias significativas en la dirección de vuelo de salida por las mañanas con respecto a al regreso por las tardes en el Cañón del Sabino ( $X^2= 551.06190$ , g. l. 7,  $p<0.001$ ). En general las guacamayas vuelan en dirección este y noreste por los mañanas a posibles sitios de forrajeo, cercanos a Quiotepec, Coyulapa, Aguacate y Chirimoya regresando al Cañón del Sabino por las tardes (noroeste) (figura 10 y 11). La frecuencia de la dirección de vuelo observada para la guacamaya verde en los censos de la mañana fue de 74% al 100% hacia el este en los meses de abril, julio, septiembre, noviembre del 2005 y enero del 2006 donde posiblemente realizaban movimientos hacia Quiotepec, Coyulapa y Aguacate/Chirimoya. En agosto las guacamayas salían del sitio de descanso hacia el noroeste (Quiotepec) (67%) al igual que en los meses de febrero y marzo del 2006 (100%). En octubre se registró la dirección de vuelo hacia el suroeste posiblemente a sitios localizados en el Chilar y el Tomellín, con una frecuencia del 37.9%. Por las tardes cuando regresan al Cañón del Sabino, y para los meses de marzo y mayo regresaban del sureste (Quiotepec, Aguacate/Chirimoya y Coyulapa) con una frecuencia de 35.5 % y 55% respectivamente. Y en los meses de abril (53.6%), diciembre (100%) del 2006 y enero del 2007 (92.8%) llegaban por el oeste (sitios cercanos al Cañón del Sabino). Para junio, julio y febrero regresaban al sitio de descanso por el noroeste (Quiotepec) con un registró del 43.3% y 100% (figura 11).

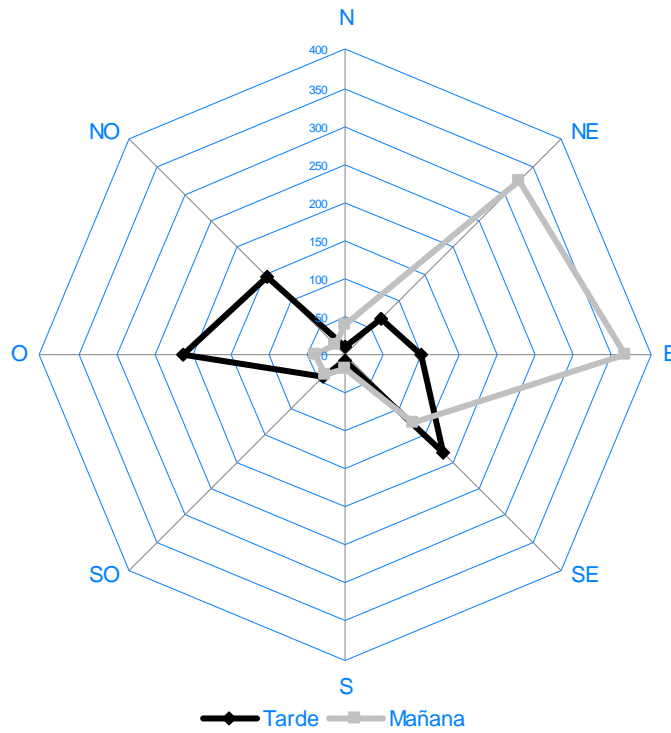


Figura 10. Dirección de vuelo de *Ara militaris* en las mañanas y tardes, en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.

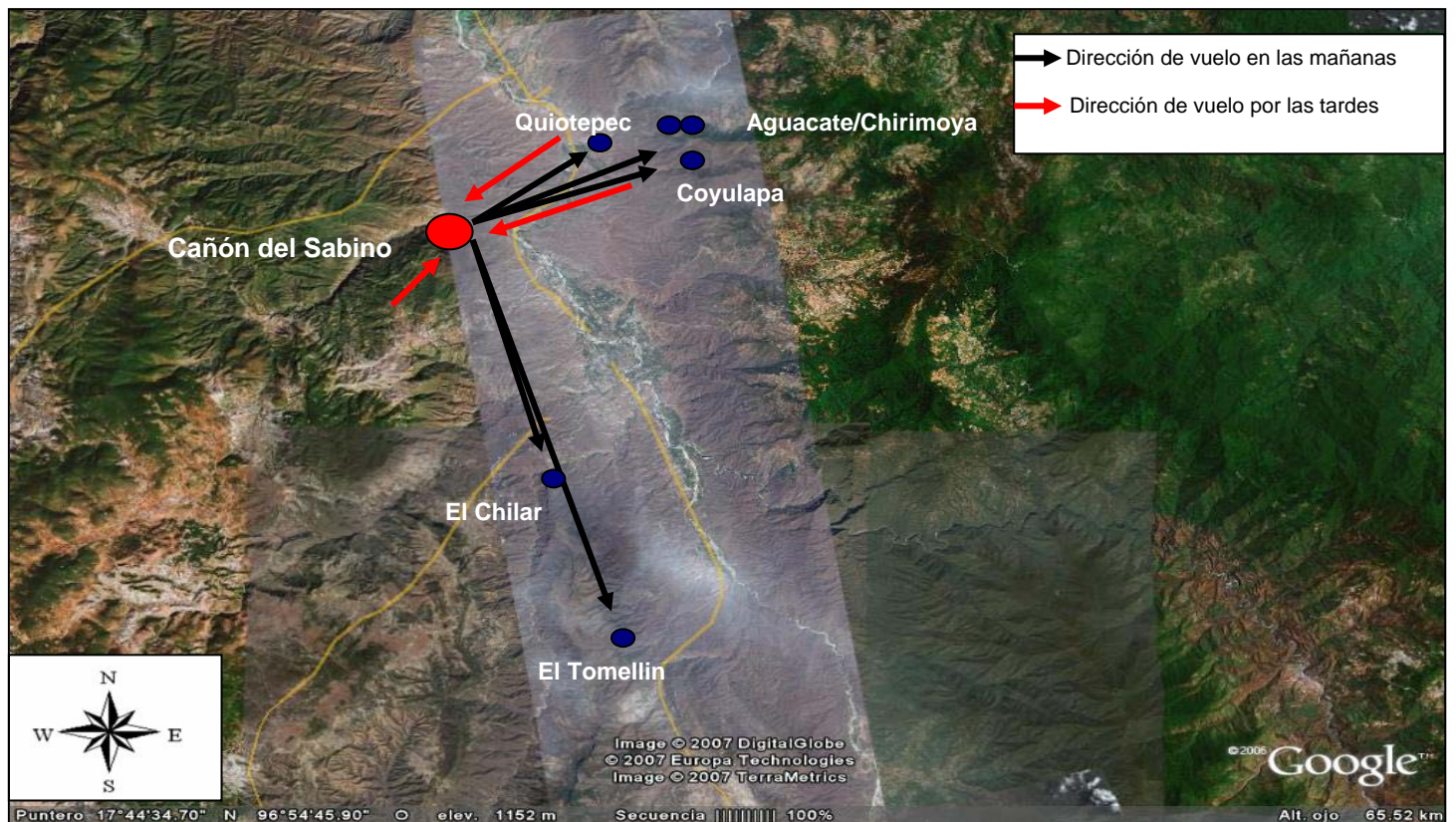


Figura 11. Dirección de vuelo de *Ara militaris*, en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.

## 4.6 Aspectos reproductivos.

### 4.6.1 Nidos potenciales y activos.

En la ladera suroeste se registraron un total de 162 cavidades de las cuales 30 (18.5 %) fueron inspeccionadas por las guacamayas como potenciales para anidación, y sólo 4 (2.4%) cavidades fueron detectadas como nidos (figura 12). En la ladera noroeste se registró un total de 65 cavidades de las cuales 10 (15.3%) fueron inspeccionadas por las guacamayas, y sólo 1 (1.53%) cavidad fue utilizada como nido. Alrededor de 25 (38.4%) cavidades servían como dormitorios, en la ladera noroeste (figura 13). En total se cuantificaron 227 cavidades de las cuales 40 (17.6%) fueron inspeccionadas por la guacamaya, 5 (2.2 %) fueron nidos y 25 (11 %) eran utilizadas como dormitorios. Utilizando un total de 1152 horas de observación.

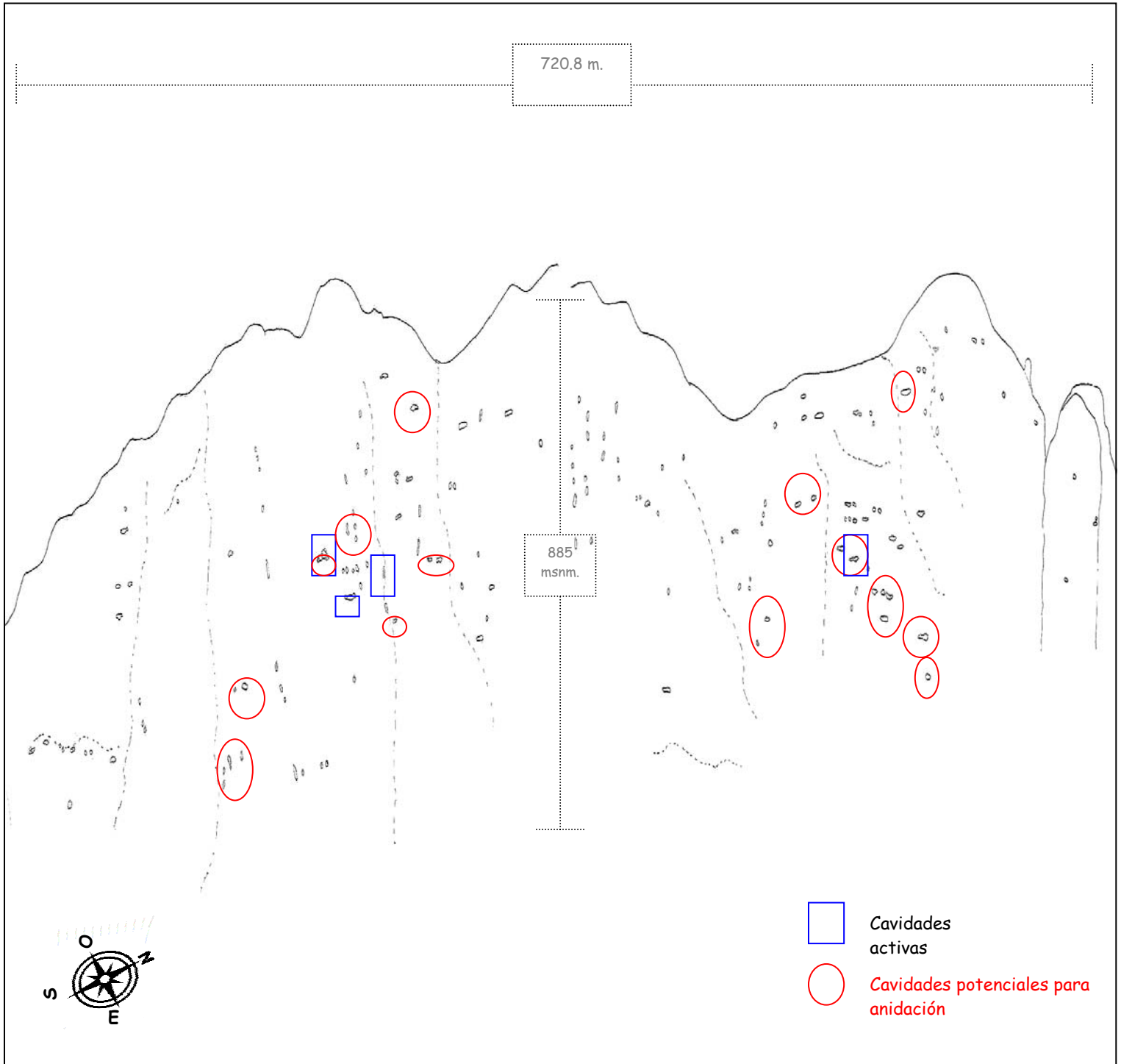


Figura 12. Distribución de cavidades activas y potenciales para anidación de la Guacamaya verde, en la Cañada del Sabino, ladera suroeste.

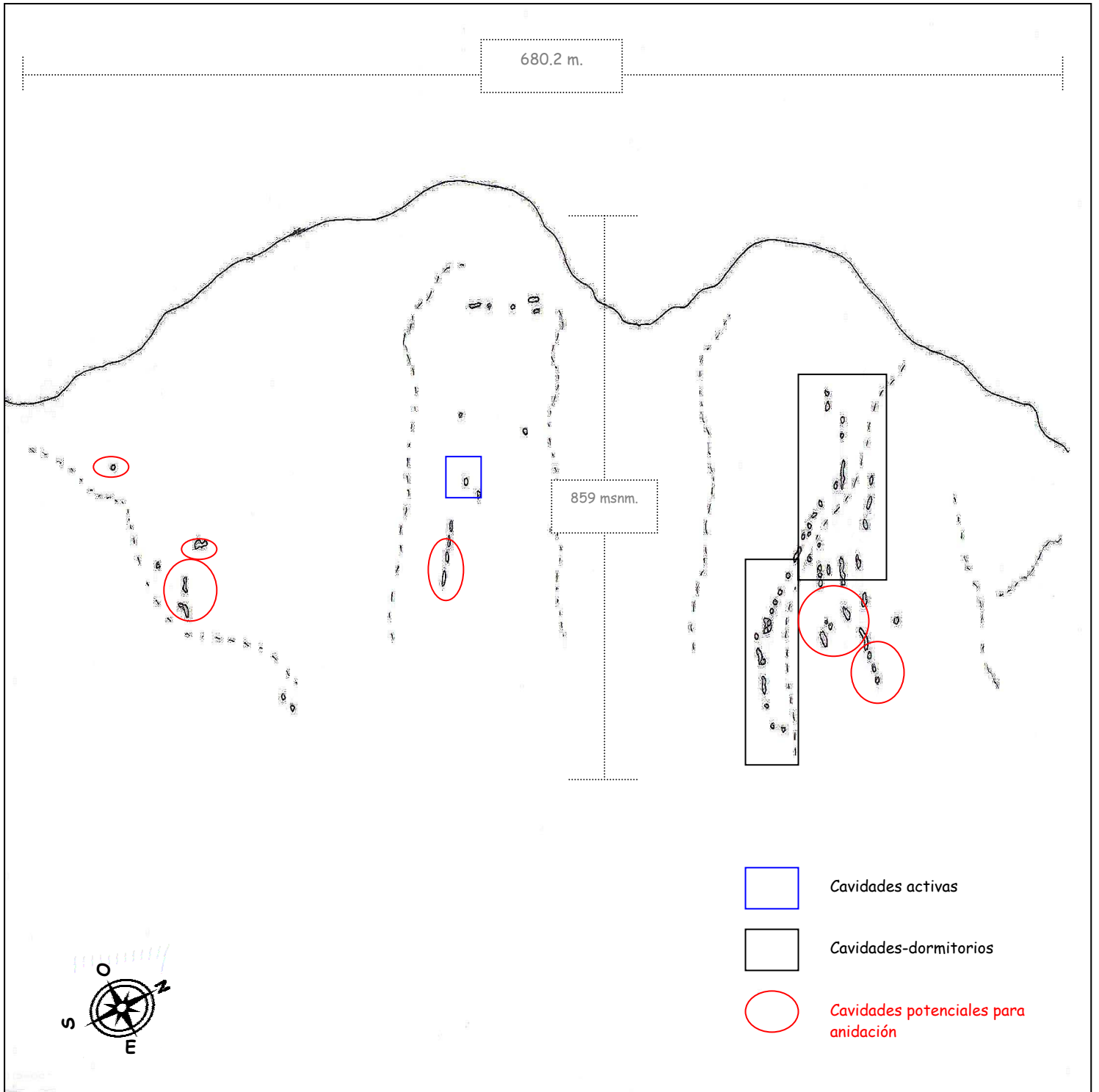


Figura 13. Distribución de cavidades activas, potenciales para anidación y cavidades dormitorios, de la Guacamaya verde, ladera noroeste.

#### 4.6.2 Ciclo reproductivo de *Ara militaris*.

El ciclo reproductivo de *Ara militaris* en el Cañón del Sabino, comienza en marzo cuando empiezan las copulas, la selección de cavidades se da a partir del mes de abril, la incubación en junio, los pichones en el nido en julio y termina el ciclo en octubre con el vuelo de juveniles, aunque en el mes de febrero del 2006 se registraron 3 parejas que estaban seleccionando cavidad y copulando (cuadro 4).

Se observó la elección de cavidades, obteniendo ocho registros en los meses de abril a mayo, y tres registros en el mes de febrero del 2006 (Cuadro 4). Se observó que entraban los dos individuos en una sola ocasión por un promedio de  $5.2 \pm 1.3$  minutos ( $n = 8$ ). En caso de no ser una cavidad seleccionada salían los dos y se metían en otra cavidad cercana, repitiendo este procedimiento hasta que en alguna permanecían entre 1 y 3 horas.

La Cópula se registró en siete ocasiones entre el mes de marzo a septiembre, y tres en el mes de febrero 2006 (cuadro 4). En principio una de las guacamayas comienza a hacer movimientos con la cabeza arriba y abajo y viceversa. Después un individuo alimenta al otro, en promedio  $5 \pm 1$  veces ( $n = 7$ ). En seguida vuelan a otras ramas y se empiezan a acicalar, primero la cabeza y luego la espalda, pasan sus colas por enfrente de la otra para quedar en contra cara; eso lo hacen alrededor de 3 veces y después quedan del mismo lado. Posteriormente juntan sus picos y uno al lado del otro cruzan sus largas plumas de la cola y juntan sus cloacas y comienzan a copular haciendo unos movimientos circulares una sobre la otra, durante  $3.25 \pm 1.5$  veces ( $n = 7$ ). Esto lo repiten 5 y 6 veces, después se separan, se acicalan otra vez primero la cabeza y luego la espalda. Cabe señalar que las copulaciones observadas eran en perchas cercanas a sus nidos, estando las ramas en donde se perchan para copular en una orientación vertical.

La incubación se registró en cuatro nidos en el mes de junio a agosto (Cuadro 4). La incubación es realizada por un individuo (presumiblemente la hembra), mientras el otro sale hacia las zonas de alimentación (presumiblemente el macho), mientras que ambos pasan la noche en el nido. La hembra solamente dejaba los nidos cuando era alimentada por el macho en un promedio de  $2.3 \pm 0.57$  veces al día ( $n = 4$ ). El macho sale del área de anidación en diferentes horas (7:00, 11:00 y 15:00 h.). El macho arribaba al área de anidación, ubicándose en una percha alta y llamando a su pareja; ella sale en promedio  $37.5 \pm 1.91$  minutos ( $n = 4$ ) al día, tiempo que emplea el macho en alimentarla. La hembra permanece dentro del nido el 95.2 % del tiempo. Aunque cabe mencionar que ésta se queda en el nido un mes mas después de la eclosión de los huevos, cuidando a los pollos, por esta razón podría haber pollos a partir de agosto o septiembre (cuadro 4).

La crianza de los pollos se observó sólo en 2 nidos: un nido a principios de julio y el otro al final de agosto en el cual se tuvieron 4 registros (Cuadro 4). La alimentación de pollos se desarrolla por ambos

padres, salen de las cavidades muy temprano alrededor entre las 7:00 y las 9:00 h. hacia los sitios de alimentación, regresando para alimentar a los pollos entre 10:00 y las 12:25 y por las tardes alrededor de las 15:00 h. a 18:00 h. Los padres emiten constantes vocalizaciones bajas tanto en vuelo como perchas. Los machos y las hembras retornan juntos al nido  $2.6 \pm 0.57$  veces al día para alimentar a los pollos ( $n = 4$ ), permaneciendo en toda la visita en promedio de  $15.4 \pm 4.05$  minutos ( $n = 4$ ). Solamente en una ocasión se observó a un pollo esperando a sus padres quienes al llegar al nido sufrieron un ataque de *Buteo jamaicensis*, alrededor de las 15:00 a 16:00 h.

El vuelo de juveniles se registró sólo en octubre, en una pareja con dos volantones (Cuadro 4), aunque no se observó el primer vuelo de éstos, entonces probablemente su primer vuelo fue alrededor de un mes antes (septiembre). El grupo familiar salía del Cañón alrededor de las 7:00-10:00 h., hacia el suroeste a los sitios de alimentación estando los padres siempre presentes. Un individuo adulto salía del dormitorio haciendo llamados y perchaba cerca del nido y a los pocos minutos, salía el otro individuo adulto y dos individuos juveniles hacia sitios de alimentación. Se le volvía observar alrededor de las 1500 h. (venían del este y noreste), perchaban y hacían vuelos en parvada dentro del Cañón, perchando de un lado a otro, vocalizando y haciendo llamados, hasta las 19:00 h., cuando se metieron en una cavidad los cuatro. Se iban del Cañón al rededor de 10 h. diarias.

Cuadro 4. Ciclo reproductivo de *Ara militaris* durante 2005-2006, en el Cañón del Sabino, Oaxaca, México.

| Evento/ Meses          | M | A     | M | J     | J     | A | S     | O | N | D | E | F |       |
|------------------------|---|-------|---|-------|-------|---|-------|---|---|---|---|---|-------|
| Selección de cavidades |   | n = 8 |   |       |       |   |       |   |   |   |   |   | n = 3 |
| Cópula                 |   |       |   |       | n = 7 |   |       |   |   |   |   |   | n = 3 |
| Incubación             |   |       |   | n = 4 |       |   |       |   |   |   |   |   |       |
| Pichones en el nido    |   |       |   | n = 4 |       |   |       |   |   |   |   |   |       |
| Vuelo de juveniles     |   |       |   |       |       |   | n = 2 |   |   |   |   |   |       |
| Total del Ciclo        |   |       |   |       |       |   |       |   |   |   |   |   |       |

## 5.0 Discusión

### 5.1 Distribución en la RBTC.

La distribución histórica de *Ara militaris* en México abarcaba las vertientes del Golfo y del Pacífico (Peterson y Chaliff 1989; Howell y Webb 1995). La colonia presente en el Cañón del Sabino fue reportada por Salazar (2001), siendo una zona nueva de distribución para México. Los estudios hechos por Águilar *et al.* (2003) y Bonilla *et al.* (2003) reportan 5 sitios de distribución dentro de la RBTC. Los datos reportados en el presente estudio corroboran e incrementan las zonas de distribución a 9 sitios. Teniendo la distribución actual de la especie en la zona sur de la RBTC, en la cañada Cuicateca.

De acuerdo a la distribución potencial de la especie en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán dada por el programa BIOCLIM y la corroboración de los sitios hechas en campo, éstas se distribuyen en zonas de cañadas, valles montañosos y cañones de los ríos al sur de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán. La guacamaya verde se restringe naturalmente a valles montañosos, con vegetación de selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia (Forshaw 1989; Howell y Webb 1995; Collar *et al.* 1997). Debido a que la vegetación predominante en la RBTC es la selva baja caducifolia con cactáceas columnares como elemento estructural dominante y matorral xerófilo (Valiente-Banuet *et al.* 2000), este tipo de vegetación no es el preferido por la especie según la literatura (Peterson y Chaliff 1989; Forshaw 1989; Howell y Webb 1995), eligiendo con mayor probabilidad la selva. Este tipo de vegetación es más húmeda, tiene elementos arbóreos más altos y robustos, presenta más hojas durante todo el año en la mayoría de sus componentes florísticos y se localiza geográficamente en cañones y cañadas (Rzedowski 1978). En la RBTC el clima es notoriamente más seco, la vegetación es más baja, los elementos arbóreos son menos robustos que en las áreas conocidas como sitios de distribución de la especie en México. En este sitio es claro que las guacamayas sólo pueden utilizar las cañadas más húmedas con presencia de paredes verticales para anidar.

#### 5.1.2 Requerimientos y Uso de hábitat.

Los requerimientos de hábitat para la guacamaya verde dentro de la RBTC, dependen de las características climáticas y topográficas que presentan los diferentes sitios de distribución, así como de la presencia de las especies de plantas de las que se alimenta.



Esta especie se localiza en la RBTC a alturas de los 600 msnm. a los 1700 msnm., lo cual concuerda con lo reportado por Peterson *et al.* (2004), aunque también se han reportado en sitios a menores alturas (200 msnm a 1900 msnm) (LIEY 2001, Forshaw 1989, Howell y Webb 1995). Realiza movimientos a tierras altas, con altitudes de los 1800 msnm a los 2500 msnm, localizándolas en zonas de pino-encino o zonas de transición (Carreón 1997). Strewé y Navarro (2003) tuvieron registros de *Ara militaris* en Venezuela y Colombia en altitudes de 1700 a 2300 msnm, al igual que en Cajón de Peñas Jalisco donde Carreón (1997) y Loza (1997) las registraron a alturas de los 1100 a 1900 msnm, realizando movimientos a zonas de bosque de encinos hasta los 2200 msnm. Stager (1954) registra la guacamaya verde en la Barranca del Cobre, Chihuahua en una altura de 2000 a 2500 msnm, y Ríos (2002) las reporta a alturas de los 1400 a los 1800 msnm.

*Ara militaris* prefiere zonas con clima seco-húmedo y cálido sub-húmedo (Carreón 1997; Loza 1997; LIEY 2001; Peterson *et al.* 2004), con una precipitación anual de entre 300 y 1800 mm. y una temperatura media anual de entre 16 ° C y 28 ° C (Carreón 1997; Loza 1997; Guacín 1999; LIEY 2001; Peterson *et al.* 2004; Flores y Sierra 2004). Esta fue registrada en la RBTC en sitios con precipitación máxima de 1200 mm. (Peña del Águila) y una mínima de 313 mm., en La Huerta y en sitios con temperaturas mínimas de 16 ° C (Peña del Águila) y máximas de 37 ° C (Cañón del Sabino), lo cual concuerda con lo registrado en la literatura.

La guacamaya verde presenta dietas muy especializadas compuestas por unas pocas especies de plantas (Loza 1997, Contreras-González 2007). Las especies de plantas importantes para la distribución de esta especie en la RBTC son: *Bunchosia montana*, *Celtis caudata*, *Tillandsia makoyana* y *Cyrtocarpa procera*, ya que se ha observado una gran cantidad de individuos alimentarse de estas especies (Contreras-González 2007).

Los diferentes sitios de distribución fueron utilizados de acuerdo a las necesidades de la guacamaya verde. Solamente un sitio fue utilizado para la reproducción, el Cañón del Sabino, corroborándose lo propuesto por Aguilar *et al.* (2003) y Salazar (2001) quienes lo señalan como una zona importante de reproducción de la especie. De los 9 sitios de registró 6 son utilizados para forrajear de los cuales sólo 3 (Quiotepec, Los Compadres y La Huerta) fueron reportados por Aguilar *et al.* (2003). El paraje del Aguacate, la Chirimoya y Coyulapa se reportan en este estudio como zonas nuevas de alimentación. La Huerta y Peña del Águila son utilizados por *Ara militaris* como sitios de descanso.

## 5.2 Variación temporal en la abundancia.

Los datos del trabajo demostraron la variación estacional en el número de las guacamayas registradas en la Cañón del Sabino, con el número más alto de individuos durante los meses de abril a septiembre, y una declinación en el número de guacamayas que utilizan la barranca durante los meses de octubre a febrero. La colonia realiza movimientos al final de octubre a un área próxima localizada cerca de Coyula donde está presente el bosque tropical seco y el bosque de encinos. La localidad de Santa María Tecomavaca provee alimento en la época de sequías y cuando el recurso escasea en esta localidad se mueven a San Juan Coyula donde la disponibilidad de los recursos es mayor, por lo cual estos movimientos están relacionados con los cambios espaciales y temporales en las abundancias de los recursos alimenticios (Contreras-González 2007), así como ocurre en otras aves frugívoras y Psittacidos que presentan movimientos estacionales y éstos se deben a los patrones de disponibilidad de recurso (Levey 1988; Loiselle y Blake 1991; Bonadie y Bacón 2000; Renton 2001; Renton 2002; Marsden y Pilgrim 2003; Karubian *et al.* 2005).

*Ara militaris* ha sido asociada con el selva mediana subperennifolia y los bosques adyacentes de encinares (Forshaw 1989, BirdLife 2003). La colonia estudiada en la Cañada del Sabino habita en condiciones mucho más secas, en la selva tropical caducifolia con cactáceas columnares como vegetación dominante (Valiente-Banuet *et al.* 2000). Una alta abundancia de cactáceas columnares podría compensar la carencia de la materia vegetal durante la estación seca ya que producen las flores y las frutas comestibles durante los meses de abril a junio (Valiente-Banuet *et al.* 2000).

En la selva baja caducifolia en Santa María Tecomavaca se observaron los mayores picos de abundancia de *Ara militaris* en junio y julio, que coinciden con el pico de fructificación de las especies de plantas de el sitio (Contreras-González 2007), como es el caso de *Ara manilata* y *Amazona amazonica* quienes usan al máximo las zonas de dormitorios, teniendo los mayores picos de abundancia durante los periodos de disponibilidad del alimento (Bonadie y Bacón 2000). El habitat seco de la selva en el área del el Cañón del Sabino puede representar un hábitat sub-óptimo para *Ara militaris* en términos de composición de la vegetación y la abundancia estacional del recurso alimenticio, y representa un sitio seguro para la anidar y/o dormir.

El periodo de mayor actividad de *A. militaris* en el Cañón del Sabino fue principalmente en la mañana durante las primeras 2-3 horas después del amanecer (6:00 a 9:00) y durante 3-4 horas antes del atardecer (16:00 a 19:00). Las guacamayas realizan un periodo corto de salida de los dormitorios, lo que representa una ventaja para realizar censos de esta especie (Gnam y Burchsted 1991; Casagrande y

Beissinger 1997; y Cougill y Marsden 2004). Además se sabe que la mayoría de los Psittacidos se alimentan principalmente por la mañana, y en una segunda oportunidad por la tarde (Champán 1989; Gilardi y Munn 1998; Wirminghaus 2000; Burger y Gochfeld 2003; Cameron 2006; Sanz y Rodríguez-Ferraro 2006).

Así como también la actividad de la especie está relacionado con la temperatura (Westcott y Cockburn 1988; Chapman 1989), es decir que la actividad requiere proporciones metabólicas elevadas, que son buenas cuando las temperaturas son relativamente bajas. Por esta razón *Ara militaris* en el Cañón prefiere las mañanas y tardes para desplazarse a zonas de forrajeo (Westcott y Cockburn 1988; Chapman 1989).

Durante la época de reproducción algunos individuos fueron observados realizar en varias ocasiones movimientos a zonas de forrajeo durante el día (Lanning 1991; Loza 1997; Carreón 1997; Burger y Gochfeld 2003), debido a que estas se encuentran anidando en la zona y necesitan proveer de alimento a la hembra y/o a las crías (Lanning 1991; Loza 1997; Carreón 1997; Burger y Gochfeld 2003).

### 5.3 Frecuencia de grupo

Los Psittacidos en general son aves sociales y muchas especies de éstas forman parvadas con pocos a miles de individuos (Forshaw 1989, Emison *et al.* 1994). Los Psittácidos Neotropicales muestran variaciones en el tamaño de la parvada. *Amazona vittata*, *A. ventralis*, y *A. leucocephala* consistentemente se desplazan de los sitios de reproducción a sitios de forrajeo en grupos de dos individuos y solitarios (Gilardi y Munn 1998).

Se observó en este estudio que *Ara militaris* se mueve a lo largo del año más frecuentemente en parejas. Se sabe que en los Psittacidos grandes la primera unidad social son las parejas seguido de los grupos de tres individuos o 5 individuos que probablemente sean parejas con sus juveniles de años anteriores (Munn 1992). La mayoría de las parvadas en este estudio se observaron claramente subestructuradas en parejas y en grupos de 3 a 5 individuos, de acuerdo a lo sugerido por Munn (1992) y Gilardi y Munn (1998) para *A. aranaura* y *A. macao* donde éstas llegan a los lamederos de arcilla en parejas con o sin juveniles dependientes, sugiriendo una relación de grupos de vuelo padres-juveniles. Entonces los grupos mayores de 2 a 5 individuos de *Ara militaris* observados en vuelo en el Cañón, podrían ser que los grupos de dos individuos están compuestos por los padres y el resto de la parvada juveniles de ese año o de años anteriores fungiendo como grupos familiares. Esta interpretación es la más común en el análisis del grupo de los pericos (Gilardi y Munn 1998). Gilardi y Munn (1998) también

señala que se observan parvadas grandes cuando el alimento es abundante. Se registraron grupos mayores de 5 individuos de *Ara militaris* en el Cañón del Sabino siendo muy similares tanto en la época reproductiva como en la no reproductiva, principalmente por la tarde cuando se presentó un aumento significativo en el tamaño de la parvada al acercarse la noche (Snyder *et al.* 1987; Chapman *et al.* 1989; Gnam y Burchsted 1991; Johnson y Gilardi 1996). En la época reproductiva se observan más solitarios debido a que en esa época los machos salen de la zona de reproducción para alimentar a las hembras que están empollando (Loza 1997; Carreón 1997) observándose una gran cantidad de solitarios a diferencia de la época no reproductiva donde se observan en menor número de solitarios ya que la guacamaya verde es más sociable en esta época y se observan parvadas numerosas o grupos familiares (Loza 1997; Carreón 1997).

#### 5.4 Aspectos reproductivos.

En la Cañada del Sabino, la época reproductiva ocurre durante los meses de marzo a septiembre. Sin embargo, sobre la costa Pacífica de México se reporta que *Ara militaris* se reproduce en los meses de octubre a febrero (Carreón 1997; Loza 1997) como otra especie de guacamayas en Suramérica (Forshaw 1997; Brightsmith 2005). Esta variación en la época reproductiva para la guacamaya verde en México central se podía relacionar con las diferencias en la disponibilidad estacional de frutas (Loiselle y Blake 1991; Bonadie y Bacón 2000; Renton 2002; Karubian *et al.* 2005). En bosque seco en la costa del pacífico mexicano, el mayor pico de fructificación en los árboles ocurre en los meses de febrero a marzo (Bullock y Solís-Magallanes 1990; Renton 2001), mientras que en Santa María Tecomavaca, la influencia de cactáceas columnares hace que el pico de fructificación se de entre los meses de junio y julio (Valiente-Banuet *et al.* 1996; Rojas-Martínez *et al.* 1999; Contreras-González 2007). En Durango, se reporta que la guacamaya verde empieza la anidación en marzo; sin embargo Fleming y Baker (1963) reportan que cuando hay más nidos activos es en julio. Las diferencias estacionales en la nidada pueden ser debido a las diferencias en la dieta y la disponibilidad del alimento (Brightsmith 2005).

En muchos Psittacidos la crianza de pollos es durante la primavera-verano lo cual se ha reportado para varias especies en México, entre las que se encuentran especies del género *Amazona* (marzo a agosto; Enkerlin-Horfflich 1995), así como *Rhynchopsitta pachyrhyncha* (mayo a junio; Monterrubio *et al.* 2002). La crianza está correlacionada con la disponibilidad de los recursos alimenticios, lo cual se ha reportado para *Amazona finschii* en la costa del Pacífico mexicano (Renton 2001, Renton y Salinas-Melgoza 2004).

El éxito reproductivo de la guacamaya verde en el Cañón del Sabino es bajo, y pocos volantones fueron observados. El porcentaje de aves que se observó anidando en el Cañón del Sabino (14.9%) es comparable con las estimaciones de Gaucín (1999) en el Sótano del Barro, Querétaro con 8.5% y 23.3%, pero es más baja que la estimación de las guacamayas que anidan en Cajón de Peñas, Jalisco con el 66.6% (Carreón 1997, Loza 1997). En el Cañón del Sabino, *Ara militaris* anida en cavidades cársticas de las paredes, al igual que en Sótano del Barro en Querétaro (Gaucín 1999), mientras que en Cajón de Peñas las guacamayas anidan en las cavidades de los árboles (Carreón 1997, Loza 1997, Forshaw 1989). La vegetación y el clima seco de Santa María Tecomavaca en Oaxaca son también similares al Sótano de Barro en Querétaro, mientras que Cajón de Peñas, Jalisco representa un sitio más húmedo donde el tipo de vegetación es selva mediana. Estas diferencias en el éxito reproductivo entre los lugares podrían deberse a que en el Cañón del Sabino las especies de árboles presentes tienen un DAP de 5 a 35 cm. (Contreras-González 2007), el cual no es el adecuado para que la guacamaya verde anide, ya que ésta necesita árboles grandes para anidar con DAP's de 67 a 205 cm. (Loza 1997), por lo que sus nidos sólo pueden hacerse en paredes verticales. Brightsmith (2005) menciona que la mayoría de los psittacidos anidan en cavidades en los árboles, siendo esta conducta un estado ancestral para anidar y la mayoría de los géneros han desarrollado la capacidad de explorar otros tipos de sustratos para anidar. En sustratos alternativos hay un éxito reproductivo menor que en el sustrato ancestral (Brightsmith 2005), siendo esto similar a lo reportado aquí para *Ara militaris*. Esta búsqueda de sustratos alternativos puede deberse a que en algún momento de su historia evolutiva hubo una mayor competencia por árboles, y una deforestación de árboles adecuados para anidar, así como también a la fácil entrada de depredadores a las cavidades de árboles que de otro sustrato (Beissinger 1996). El uso de este sustrato alternativo puede ser una de las causas asociadas al bajo éxito reproductivo encontrando en esta población de *Ara militaris*, que podría estar relacionado a condiciones sub óptimas en los nidos que generen incrementos en las tasas de mortalidad de los pollos y huevos o a una combinación de varios factores, tales como la depredación por algunos animales que podrían acceder a las cavidades como es el caso de las abejas y los cuervos.

## 5.5 Conservación

La colonia de guacamaya verde en la Cañada del Sabino en Santa María Tecomavaca habita en un área bien conservada, situada en una sección alejada de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán. Los pobladores locales han demostrado interés en la conservación del área y de su fauna, y en poner en

ejecución las actividades provechosas del ecoturismo relacionadas con la colonia en la Cañada del Sabino, proporcionando oportunidades únicas para la conservación de esta especie en peligro de extinción. Las aves como las guacamayas son uno de los atractivos más codiciados por los "buscadores de trofeos fotográficos", además los sitios de anidación son sitios excelentes preferidos por los turistas para observar estas aves (Carreón 1997; Iñigo-Eliás<sub>2</sub> 2000). En Perú, el Brasil y Costa Rica, se ha documentado un cierto éxito en el turismo basado en poblaciones silvestres de guacamayas creciendo a más del 25% por año, donde las comunidades locales aprovechan este beneficio mientras promueven la conservación, siendo el ecoturismo una alternativa viable para la conservación de flora y fauna silvestre (Munn 1992). Nuestros datos del presente estudio demuestran que el tiempo apropiado para la visita de turistas sería durante los meses de abril a agosto, ya que son los meses cuando se registró un mayor número de guacamayas, del amanecer hasta las 10:00 AM. En estos meses es la época de reproducción, por lo cual la gente del lugar debe tomar las medidas adecuadas para que la población de guacamayas no abandone la zona (Carreón 1997; Iñigo-Eliás<sub>2</sub> 2000). Algunas medidas serían: evitar la presencia de grupos numerosos y que generen el menor ruido posible, estar alejados de la zona de anidación por lo menos 200 metros y no permitir perturbaciones en la zona de anidación en el periodo de incubación, ya que las probabilidades de abandono serían más altas (Carreón 1997, Iñigo-Eliás 1999; 2000<sub>1</sub>; 2000<sub>2</sub>).

En los meses de septiembre a enero se observan muy pocas guacamayas en el Cañón del Sabino, limitando grandemente la eficacia del proyecto ecoturístico en este periodo. Para superar esta limitación, el proyecto de ecoturismo debe incorporar otros aspectos de interés de la historia natural, tales como la ecología de plantas, de los mamíferos y de otras especies de aves en el área. Esto puede agregar valor al proyecto que considera que entre el 18 y el 20 % de la flora vascular es endémica al valle de Tehuacán-Cuicatlán (Dávila y Herrera-MacBride 1997), el 10% de las aves y entre 5 a 10% de los anfibios, reptiles y mamíferos (Dávila y Herrera-MacBride 1997).

Aunque en el Cañón del Sabino se conoce muy bien la situación y las medidas para la conservación de *Ara militaris*, se desconoce totalmente para los otros sitios de distribución de la guacamaya verde en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, como es el caso de San Juan Coyula, que es un sitio importante de distribución, y que además este sitio no se encuentra incluido dentro de la RBTC.

Cabe señalar que la importancia del Cañón del Sabino para las guacamayas se debe a su estado de conservación, y a que es un lugar totalmente conservado y representa una opción real para la conservación de la especie.

---

## 6.0 Conclusiones

Las guacamayas verdes utilizan los diferentes sitios de distribución, para alimentarse, descansar o reproducirse. Para la reproducción sólo se registró al Cañón del Sabino y posiblemente los Compadres. Las zonas que utilizan como sitio de alimentación en la zona de distribución son el Cañón del Sabino, Los Compadres, Quiotepec, Coyulapa, La Huerta, el Aguacate y la Chirimoya. Los sitios que utilizan como zonas de descanso son el Cañón del Sabino, Peña del águila, el Chilar y la Huerta

El Método de conteos en dormitorio, facilitó el censo de la guacamaya verde, y puede ser utilizado para especies que utilizan dormitorios comunales. Los censos son mejores por la mañana que en la tarde, para este tipo de metodologías ya que en la mañana los animales se mueven más sincrónicamente y rápidamente lo cual reduce el tiempo total del censo y se evita el error por recuento de individuos volando alrededor del sitio.

La población de la guacamaya verde en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, es una población relativamente grande, y presenta un bajo éxito reproductivo, por lo que es recomendable colocar nidos artificiales en el Cañón del Sabino, ya que es una zona importante de reproducción en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

---

## 7.0 Literatura Citada

Aguilar, R., H., B.; Bonilla, R., C.; Águilar, S., R.; García, R.; Reyes, M., G. y Morales, I., H. 2003. *Estudio y conservación de la guacamaya verde (Ara militaris) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán*. Informe técnico. Instituto Politécnico Nacional. Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional. Centro de investigación y gestión ambiental A.C. Oaxaca, México. 114p.

Arizmendi, A. y Márquez, V L. 2000. *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México*. México. 216-223 p.

Baptista N. J., N. J. Collar., J. H. Haffer., H. M. Horblit., M. de Juana., R. B. Payne., I. Rowley., P. W. Trail y D. A. Turner. 1997. *In Handbook of the birds of the world. Sandgrouse to Cuckoos Vol. 4*. Lynx edicions. Barcelona, España. 679p.

Baker, H. R. 1957. Nest of the Military Macaw in Durango. *Auk* 79: 98.

Bennett, P.M., y Owens, I.P.F. 1997. Variation in extinction risk among birds: chance or evolutionary predisposition?. *Proceedings Royal Society of London B* 264: 401-408.

Bessinger, S. R. 1996. On the limited breeding opportunities hypothesis for avian clutch size. *American Naturalist* 147: 655-658.

BirdLife International. (2003). *BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation*. Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Available: <http://www.birdlife.org> (accesado 28/1/2004)

Brightsmith, J. D. 2005. Parrot nesting in southeastern peru: seasonal patterns and keystone trees. *Wilson Bolletin* 117(3): 296-305.

Bonilla-Ruiz, C., Reyes-Macedo, G., Águilar, R. y García, R. 2003. Situación de la Guacamaya verde en la Cañada Oaxaqueña. *Birdlife* (6):9.



Boussekey, M., Saint-Pie, J. y Morvan, O. 1991. Observations on a population of red fronted macaw *Ara rubrogenys* in the río Caine valley, central Bolivia. *Bird Conservation International*. (1): 335-350.

Bullock S.H. y Solis Magallanes, J.A. (1990) Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22: 22-35.

Bonadie, W. A., and 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.

Burger, J. y M, Gochfield. 2003. Parrot behavior at a Rio Manu (Peru) clay lick: temporal patterns, associations, and antipredator responses. *Acta Ethologica* 6: 23-34.

Carreón, G., G. 1997. *Estimación poblacional, biología reproductiva y ecología de la nidificación de la guacamaya verde (Ara militaris) en una selva estacional del oeste del estado de Jalisco*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 67.

Cameron, M. 2006. Nesting habitat of the glossy black-cockatoo in central New South Wales. *Biological Conservation* 127: 402-410.

Casagrande, D. G., y S. R. Beissinger. 1997. Evaluation of four methods for estimating parrot population size. *The Condor* 99: 445-457.

Catalán, F. 2001. *Distribución espacio-temporal de la sequía en el Valle de Tehuacán - Cuicatlán, Puebla-Oaxaca, México*. Tesis de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 68.

Chapman, C. A., Chapman, L. J., y Lefebvre, L. 1989. Variability in parrot flock size: Possible functions of communal roosts. *The Condor* 91: 842-847.

Cites. 1998. *Apendices I, II and III to the Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora*. U.S. Fish & Wildlife Service. Departament of the Interior. U.S.A. 22p.

Collar, N. J. y Juniper, A. T. *Dimensions and Causes of the parrot Conservation Crisis*. In: Forshaw, J., M. 1992. *New World Parrot. In crisis. Solution from Conservation Biology*. Steven R. Bessinger, S. T., y Shyder, N. F. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAMP). 2005. <http://www.conanp.gob.mx/anp/rb.php> fecha de consulta: 10 de junio del 2005.

Contreras-González, A. M. 2007. *Dieta y Disponibilidad de alimento de Ara militaris en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán*. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 50 p.

Cougill S., y S. J. Marsden. 2004. Variability in roost size in an Amazona parrot: implications for roost monitoring. *Journal of Field Ornithology* 75: 67-73.

Collar, N. J. y Juniper A. T. 1997. *Family Psittacidae (parrots)*. Pp. 280-477 in J. del Hoyo, A. Elliott and J. Sargatal (eds) *Handbook of the birds of the world*, 4. Barcelona: Lynx Edicions.

Dávila, P., y Herrera-MacBride, O. 1997. México: CPD site MA4. *Tehuacán - Cuicatlán region, México*. en *Centers of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-MacBride, J. Villalobos, A. C. Hamilton (editores). WWF Found. IUCN Conservation Press.

Dirzo, R. y García M. C. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology* 6(1): 84-90.

Diario Oficial de la Federación. 1998. *Decreto por el cual se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán - Cuicatlán ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla*. México.

Emisor, W. B., Beardsell, M. C. B., y Temby, I. D. 1994. The biology and status of the Long-billed Corella in Australia. *Proc. West. Found. Vert. Zool.* 5: 211-247.

Fleming, R.L. y Baker, R.H. 1963. *Notes on the birds of Durango, Mexico*. Pubis Mich. St. Univ. Mus. Biol. 2: 275-303

Flores, V. O. y Geréz, P. 1989. *Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo*. INIREB. Xalapa, Veracruz, México. 302 p.

Flores, P. y Sierra, A. 2004. *Iniciativa para la conservación de la Guacamaya verde (Ara militaris) y su habitat en el occidente de Antioquia-Colombia*. Proaves-Colombia.

Forshaw, J., M. 1989. *Parrots of de World*. Lansdowne Press. 3a. ed. Australia. 359-360 p.

Forshaw, J. M. 1997. *New World Parrots in Crisis*. 5 ed. Edited by Beissinger y Snyder. United Status of America. 288 p.

Gaucín N. 1999. *Biología de la conservación de la guacamaya verde (Ara militaris) en el Sótano del Barro, Querétaro*. Informe Final CONABIO septiembre 1997-noviembre 1999. 328 p.

Gardner, L.A. 1971. The occurrence of *Streptoprogne zonaris albicincta* and *Ara militaris* in Chiapas, México. *The Condor* 74(4): 480-481.

Gilardi, J. D., y C. A. Munn. 1998. Patterns of activity, flocking, and habitat use in parrots of the Peruvian Amazon. *The Condor* 100: 641-653.

Gómez, G. J. 2002. *Ecología reproductiva y abundancia relativa de la guacamaya verde (Ara militaris) en Jojotlan Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. 69 p.

Gnam, R. S., y D. A. Burchsted. 1991. Population estimates for the Bahama Parrot on Abaco Island, Bahamás. *Journal of Field Ornithology* 62: 139-146.

Howell, S. N. G., S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford Univesity Press. E.U.A

---

INEGI. 1984. Carta topográfica 1:50,000, E14D16. Tecomavaca. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, DF.

INE-SEMARNAT. 2000. *Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los Psittácidos en México*. Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento sustentable de los Psittácidos de México. México. 77.

Iñigo-Elías, E. 1999. La Guacamaya verde y escarlata en México. *Biodiversitas* (5) 25.

Iñigo-Elias<sub>1</sub>, E. 2000. Estado de Conservación de las Guacamayas verde (*Ara militaris*) y escarlata (*Ara macao*) en México. *Audubon Latín Americana* (3): 1-3.

Iñigo-Elias<sub>2</sub>, E. 2000. *Guacamaya verde (Ara militaris)*. 213-215p. En *Las aves de México en peligro de extinción*. Cevallos, G. y Márquez, V. L. Fondo de Cultura Económica. 430p.

Juniper, T. y Parr, M. 1998. Parrots. *A guide to parrots of the world*. Yale University Press. Londres Inglaterra.

Johnson, M. D., y Gilardi, J. D. 1996. Comunal roosting of the Crested Caracara in southern Guatemala. *Journal Field Ornithological* 67: 44-47.

Karubian, J., J. Fabarra, D. Yunes, J. P. Jorgenson, D. Romo, y T. B. Smith. 2005. Seasonal and spatial variation in macaw abundance in the Ecuadorian Amazon. *The Condor* 107: 617- 626.

LIEY. 2001. Selva pede montaña un ecosistema al borde de la extinción. *Anales de las Yungas*. 253: 32-35.

Lanning, D. V. y J. T. Shiflett. 1983. Nesting ecology of Thick-billed Parrots. *The Condor* 85: 66-73

---

Lanning<sub>1</sub>, D.V. 1991. Distribution and nest site of the monk parakeet in Bolivia. *Wilson Bulletin* 103: 366-372.

Lanning<sub>2</sub>, D.V. 1991. Distribution and breeding biology of the Red-fronted Macaw. *Wilson Bulletin* 103: 357-365.

Levey, D. J. 1988. Spatial and temporal variation in Costa Rica fruit and fruit-eating bird abundance. *Ecological Monographs* 58: 251-269.

Loiselle, A. B. y Blake, J. G. 1991. Temporal variation in birds and fruits along an elevational Gradient in Costa Rica. *Ecology* 72(1): 180-193.

Loza, S., C., A. 1997. *Patrones de abundancia, uso de hábitat y alimentación de la guacamaya verde (Ara militaris) En la Presa Cajón de Peña, Jalisco, México.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 64.

Manning, D. A., Lindenmayer, B. D., Nix, A. H. y Barry, C. S. 2005. A bioclimatic analysis for the highly mobile Superb Parrot of south-eastern Australia. *Emu* 105(3): 193-201.

Martínez-Sánchez, J.C. 1991. *Distribution and Conservation of Macaws in Nicaragua.* In: Proceedings of the First Mesoamerican Workshop on the Conservation and Management of Macaws, Tegucigalpa, Honduras, Center for the Study of Tropical Birds, Inc.

Marsden, S. y A. Fielding. 1999. Habitat association of parrots on the Wallacean islands of Buru, Seram and Sumba. *Journal of Biogeography* 26: 439-446.

Marsden S. J. y J. D. Pilgrim. 2003. Factors influencing the abundance of parrots and hornbills in pristine and disturbed forests on New Britain. *Ibis* 145: 45-53

Monterrubio., T., Enkerlin-Hoeflich., E. y Halmiton., R. 2002. Productivity and nesting success of Thick-Billed parrots. *The Condor* 104: 788-794.

Monterrubio-Rico., T. C. y Enkerlin-Hoeflich., E. 2004. Variación anual en la actividad de anidación y productividad de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*). *Anales del Instituto de Biología*. 75 (2): 341-354.

Munn C A. 1992. *Macaw biology and ecotourism, or "When a Bird in the Brush is worth two in the hand"*. 47-72. In: Beissinger SR and NFR Snyder. 1992. *New World Parrots in Crisis: solutions from conservation biology*. Smithsonian Institution. Washington DC.

Navarro, J.L., M.B. Martella, y E.H. Bucher. 1992. Breeding season and productivity of Monk Parakeets in Cordoba, Argentina. *Wilson Bulletin* 104: 413-424.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*.

Parra T., V. 2004. *Interacciones a tres niveles, herbívoro- planta-polinizador y planta-depredador-polinizador, en un arbusto tropical*. Seminario. Departamento de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de Yucatán, México.

Peterson, R., T. and Chaliff. L., E. 1989. *Guía de Aves de México*. Diana. México, D. F. 473 pp.

Peterson., T, Márquez., C, Jiménez., C. Escalona-Segura., G, Flores-Villela., O, García-López., J, Hernández-Baños., B, Ruiz., A. León-Paniagua., L, Amaro., M, Navarro-Sigüenza., G, Sánchez-Cordero., V, y Willard., D. 2004. A preliminary biological survey of Cerro Piedra Larga, Oaxaca, Mexico: Birds, mammals, reptiles, amphibians, and plants. *Anales del Instituto de Biología* 75(2): 439-466.

Renton, K. 2001. Lilac-crowned Parrot diet and food resource availability: resource tracking by a parrot seed predator. *The Condor* 103: 62-69.

- Renton, K. 2002. Seasonal variation in occurrence of macaws along a rainforest river. *Journal of Field Ornithology* 73: 15-19.
- Renton, K. 2004. Agonistic interactions of nesting and non-breeding macaws. *The Condor* 106: 354-362.
- Renton, K., y Salinas-Melgoza A. 1999. Nesting behavior of the Lilac-crowned Parrot. *Wilson Bulletin* 111: 488-493.
- Reynolds, R., T.; Scott, J., M. y Nussbaum, R., A. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *The Condor* (82): 309-313.
- Ríos, M. C. A. 2002. *Caracterización geográfica de la familia Psittacidae (Aves) utilizando un modelo predictivo*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. México, D. F.
- Rojas-Martínez, A., Valiente-Banuet, A., Arizmendi, Ma. Del C. & Alcántara-Egúren, A. (2000). Seasonal permanence of the nectar-feeding bat *Leptonycteris curasoae* in North America: Does a generalized migration pattern really exist? *Journal of Biogeography* 26: 1065-1077.
- Ridgway., R. 1915. *Ara militaris mexicanus*. Proceedings of the Biological Society of Washington. 28: 106.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México D. F. 432 p.
- Salinas, M., A. 2003. *Dinámica espacio temporal de individuos juveniles del Loro corona lila (Amazona finschi) en el bosque seco de la costa del pacífico*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Maestría en Ciencias Biológicas. México. DF. 59p.
- Salazar, T., J. 2001. Registró de guacamaya verde (*Ara militaris*) en los Cañones del Río Sabino y Río Seco, Santa María Tecomavaca, Oaxaca, México. *Huitzil* 2 (2): 18-20.

Sanz, V. y Rodríguez-Ferraro, A. 2006. Reproductive parameters and productivity of the yellow-shouldered parrot on margarita island, venezuela: a long-term study. *The Condor* 108: 178-192.

Salazar, T. J. 2001. Registró de guacamaya verde en los cañones del Río Seco y Río Sabino, en Santa María Tecomavaca. Oaxaca. *Huitzil*. (2): 18-20.

Sánchez, O., M. A. Pineda, H. Benítez, B. González y H. Berlanga. 1998. *Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la CITES*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Saunders, D. A. 1980. Food and movements of the short-billed form of the White-tailed Black Cockatoo. *Australian Wildlife Research* 7: 257-269.

Saunders, D. A. 1990. Problems of survival in an extensively cultivated landscape: the case of the Carnaby's Cockatoo *Calyptorhynchus funereus latirostris*. *Biological Conservation* 54:277-290.

Seixas, F., H. G. y Mourao, M., G. 2002. Nesting success and hatching survival of the Blue-fronted Amazon (*Amazona aestiva*) in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Journal Field Ornithology* 73(4): 399-409.

SEMARNAT. 2002. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental: Especies nativas de México de flora y fauna silvestres*. Lista de especies en riesgo. Diario oficial. 1-85.

Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Carta Topográfica E14-9 Oaxaca. Escala 1:250 000. México.

Smith G. T., L. A. Moore. 1992. Patterns of movement in the western Long-billed Corella *Cacatua pastinator* in the south-west of western Australia. *Emu* 92: 19-27.

Snyder, N. F. R., King, W. B, y Kepler. C. B. 1982. Biology and conservation of the Bahama Parrot. *Living Bird* 19:91-114.



Sokal, R. y Rohlf, F. J. 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Ed. Blume, Madrid, España. 832p.

Stager, E. K. 1954. Birds of the Barranca de Cobre Region of Southwestern Chihuahua, México. *The Condor* 56: 21-32.

Strewe, R. and C. Navarro. 2003. New distributional records and conservation importance of the San Salvador valley, Sierra Nevada de Santa Marta, Northern Colombia. *Ornitología Colombiana* 1: 29-41.

Téllez-Valdés., O. y Dávila-Aranda., P. 2003. Protected Areas and Climate Change: Case Study of the Cacto in the Tehuacan-Cuicatlan Biosphere Reserve, México. *Conservación Biology* 846-853.

Tejeda-Cruz C., G. Cartas-Heredia, E. Morales, P. González, H. Núñez and M. Altamirano (2000). *AICA 166 La Sepultura*. En: Arizmendi M.C. y L. Márquez-Valdelamar (eds). *Áreas de Importancia para la Conservación de las aves de México*. CIPAMEX AC. 288.

Valiente-Banuet, A.; Casas, A.; Alcántara, A.; Dávila, P.; Flores, H., N.; Arizmendi, M. Del C.; Villaseñor, J., L. y Ortega, R., J. 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán -Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67: 24-74.

Villaseñor, J. L., Dávila, P., Chiang., F. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacan-Cuicatlan. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 135-149.

Waltman J, R. y Beissinger S, R. 1992. Breeding behavior of the Green-rumped Parrotlet. *Wilson Bulletin* 104: 65-84.

Westcott, D. A. y Cockburn, A. 1988. Flock size and vigilance in parrots. *Australian Journal Zoological* 36: 335-349.

Wirminghaus, J. O., Downs, C. T., Symes, C. T., y Perrin, M. R. 2000. Abundance of the Cape parrot in South Africa. *South African Journal of Wildlife Research* 30(1): 43-52.

Zar, H. J. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4 edición. Editorial Prentice Hall. USA, New Jersey. 663 p.