

CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DE LA UBICACIÓN DE NIDOS DEL LORO CORONA LILA (*AMAZONA FINSCHI*) EN LA COSTA DEL PACÍFICO EN MICHOACÁN, MÉXICO

Juan Manuel Ortega-Rodríguez¹ & Tiberio C. Monterrubio-Rico²

¹Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edificio A, Ciudad Universitaria, Morelia 58194, Michoacán, México.

E-mail: jmor59@yahoo.com.mx

²Laboratorio de Manejo de Fauna Silvestre, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edificio B-4, Ciudad Universitaria, Morelia 58194, Michoacán, México.

E-mail: tmonter2002@yahoo.com.mx

Abstract. – Geographic characteristics of the Lilac-crowned Parrot (*Amazona finschi*) nest sites on coastal Michoacán, México. – We analyzed the geographic characteristics of 90 Lilac-crowned Parrot (*Amazona finschi*) nest sites on a topographically complex tropical landscape on the Coahuayana and Aquila municipalities, coastal Michoacán. We evaluated four variables (elevation, slope in degrees, slope orientation, and the topographic position index), using digital elevation models and the geographic information system (GIS) capabilities. Nest sites were located preponderantly on rugged mountainous terrain on steep slopes at 262 m a.s.l \pm 197 (SD), with slope gradient of 22°, on a SW orientation. The results revealed that the species nests on relatively inaccessible areas, where the large stands of tropical semideciduous forests remain. All the topographically accessible areas, such as plains or rolling hills, are now covered by extensive cattle ranching or agriculture. For the long term preservation of the species, it is essential to protect the remaining stands of tropical forest stands on areas where the slope is greater than 6°; ideally all areas on steep slopes should be restored to forest, in order to provide habitat for all native wildlife, as the endemic Lilac-crowned Parrot, avoid soil erosion and promote alternative economic activities on the rugged coastal areas such as recreation and tourism.

Resumen. – Se analizaron las características geográficas de 90 sitios de anidación del Loro corona lila (*Amazona finschi*), sobre un paisaje tropical topográficamente complejo en los municipios de Coahuayana y Aquila, en la costa de Michoacán. Evaluamos cuatro variables (elevación, pendiente en grados, orientación de la pendiente y un índice de posición topográfica), usando modelos digitales de elevación y las capacidades de un sistema de información geográfica (SIG). Los sitios de anidación fueron localizados preponderantemente sobre terreno montañoso, en pendientes escarpadas a 262 m s.n.m. \pm 197 (DE), con un gradiente de pendiente de 22°, con orientación SW. Los resultados revelan que la especie anida sobre áreas relativamente inaccesibles, donde aún se conservan los mayores fragmentos de selva mediana subcaducifolia. Todas las áreas topográficamente accesibles, tales como planicies o colinas, se encuentran actualmente cubiertas por ganadería extensiva o agricultura. Para la preservación a largo plazo de la especie, es esencial proteger los remanentes de bosques tropicales en aquellas áreas donde la pendiente es mayor a 6°; idealmente, todas las áreas sobre laderas escarpadas deben ser restauradas a su condición forestal, a fin de proporcionar hábitat para toda la vida silvestre, como es el caso del Loro corona lila, evitando la erosión del

suelo y promoviendo actividades económicas alternativas, tales como la recreación y el turismo, sobre áreas costeras accidentadas. *Aceptado el 3 de Junio de 2008.*

Key words: *Amazona finschi*, Lilac-crowned Parrot, nest sites, topographic position index, Pacific coast, Michoacán, México.

INTRODUCCIÓN

El Loro corona lila (*Amazona finschi*) es una de las tres especies del género *Amazona* endémicas de México, pero es la única con distribución limitada a la vertiente del Pacífico (Ridgely 1982, Forshaw 1989, Russell & Monson 1998). La distribución conocida abarca desde el suroeste de Sonora en el norte de México, hasta el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca al sur. Habita una amplia variedad de tipos de vegetación que se distribuyen desde el nivel del mar hasta bosques templados de pinocencino a los 2200 m s.n.m. (Howell & Webb 1995, Lammertink *et al.* 1996, Stotz *et al.* 1996, Russell & Monson 1998). Sin embargo, se estima que las condiciones para la reproducción y las mayores abundancias de la especie se encuentran asociadas a los bosques tropical subdeciduo o selva mediana, y al bosque tropical seco o selva baja caducifolia (Ridgely 1982, Forshaw 1989, Renton & Salinas-Melgoza 1999), tipos de vegetación fuertemente asociados y que ocurren en un intervalo altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 1000 m en la región del Pacífico de Michoacán (Madrigal 1997).

Actualmente, la especie ha desaparecido en muchas áreas de su distribución histórica, debido a la elevada tasa de deforestación y a la fuerte presión del tráfico ilegal para el mercado de mascotas (INE-UNAM 2002, Renton & Iñigo-Elías 2003). De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT 2002), que es el instrumento legal mediante el cual se identifica las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, la

especie se encuentra listada como amenazada. Sin embargo, su estado de conservación se ha evaluado y se espera que pronto sea listada como en peligro de extinción (Renton & Iñigo-Elías 2003). A nivel internacional aparece en el libro rojo de la UICN como cercana al estatus de amenazada o “near threatened” (BirdLife International 2006). Además, durante la conferencia de las partes de CITES 2004 en Bangkok, Tailandia, la especie fue transferida del apéndice II al apéndice I de CITES, para contribuir a su conservación mediante el monitoreo riguroso de su comercio internacional (CITES 2004).

La información que se conoce referente a las condiciones y características de los sitios y del hábitat de anidación del Loro corona lila, señalan que los bosques tropicales deciduos son los que presentan las condiciones adecuadas para su anidación (Renton & Salinas-Melgoza 1999, Renton & Iñigo-Elías 2003). El conocimiento actual sobre las características de los sitios de anidación de la especie proviene de estudios realizados en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, (Renton & Salinas-Melgoza 1999, Renton 2001), en la costa de Jalisco, México. La especie en esta reserva se encuentra bajo condiciones óptimas de conservación, ya que Chamela-Cuixmala es una de las pocas áreas protegidas del Pacífico que presenta adecuada vigilancia y condiciones de manejo. Sin embargo, a lo largo de su distribución global, la especie carece de suficientes áreas protegidas y de condiciones adecuadas de manejo y protección. Por el contrario, las tierras bajas tropicales de la vertiente del Pacífico mexicano, que corresponden a la mayor parte del área de dis-

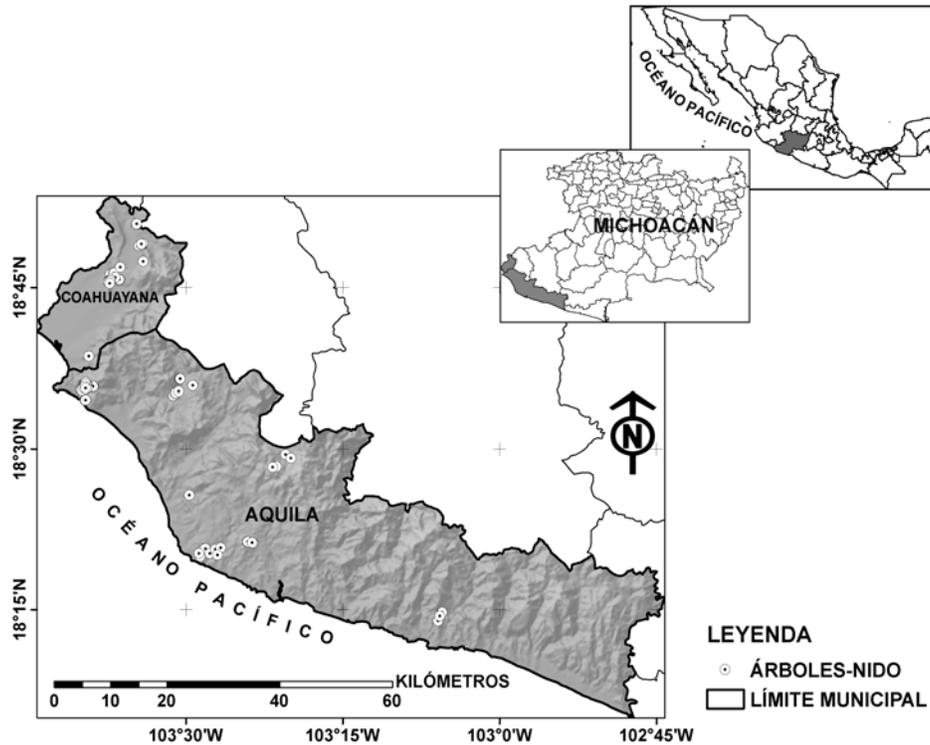


FIG. 1. El estado de Michoacán se sitúa en la región centro-occidente de la República Mexicana y forma parte de la vertiente del Pacífico. El área de estudio se encuentra en la región costera del estado y se conforma de los municipios de Coahuayana, el cual tiene una superficie de 371 km², y el de Aquila con una superficie de 2336 km². Los círculos blancos representan cada árbol de anidación. En algunas localidades por la cercanía de los árboles y la escala del mapa, estos se observan sobrepuestos.

tribución de la especie, presentan una de las tasas más altas de deforestación en el país (Trejo & Dirzo 2000, Mas-Causel *et al.* 2005). Una gran proporción de las planicies costeras del Pacífico se encuentran actualmente cubiertas de pastizales para la ganadería extensiva, plantaciones de frutales, platanares y cítricos, así como agricultura y desarrollos turísticos de alta densidad (INE-UNAM 2002). Los fragmentos remanentes de selvas medianas en el Pacífico central de México (costas de los estados de Michoacán y Guerrero), se desarrollan en un terreno de fisiografía compleja con pendientes muy inclinadas, a lo largo de cañones

inaccesibles, tallados por los ríos que drenan de la Sierra Madre del Sur hacia el océano Pacífico, es decir, las áreas más inaccesibles para el desarrollo de actividades agropecuarias. Sin embargo, la ganadería extensiva que anteriormente se limitaba a planicies y colinas de pendientes suaves, se ha intensificado y expandido desde el año 2002 a pendientes muy inclinadas en municipios de la costa michoacana, tales como Coahuayana y Aquila.

Debido a la situación de alta vulnerabilidad que presenta la especie a lo largo de su área de distribución, su supervivencia no depende únicamente de la protección de algu-

nas poblaciones en el interior de áreas protegidas aisladas, sino del manejo adecuado del hábitat fuera de las áreas protegidas. Por otra parte, se ha identificado la costa de Michoacán como una de las regiones prioritarias para conservar a la especie, por ser de los sitios con las mayores abundancias en el Pacífico (Renton & Iñigo-Elías 2003).

Aunque existe información sobre las preferencias de la especie en lo referente a los árboles nido y al hábitat para anidar, es necesario conocer las condiciones físicas y geográficas actuales de sus localidades en la costa michoacana. Debido a que el cambio de uso de suelo en esta región está influido por las características topográficas, y ante la imposibilidad de proteger a la especie en la planicie costera (que en el caso de Michoacán ha sido transformada completamente), es necesario hacer recomendaciones sobre las condiciones topográficas de terreno en las que no debe permitirse el cambio de uso de suelo, especialmente ante el aumento creciente de la ganadería extensiva sobre laderas con pendientes inclinadas, así como a la implementación de políticas públicas orientadas al desarrollo de la región (Gobierno del Estado de Michoacán 2003), que pudieran influir en un mayor deterioro del hábitat disponible para la especie.

Ante esta situación, nuestro objetivo general consistió en analizar la ubicación de los árboles nido del Loro corona lila en el paisaje tropical de la costa michoacana, en base a características geográficas tales como: elevación, pendiente, orientación de la pendiente (aspecto), así como un índice de posición topográfica.

MÉTODOS

La región de estudio incluyó los municipios de Coahuayana y Aquila, en el Pacífico central en la costa de Michoacán (Fig. 1). La región se caracteriza por la presencia en la porción noroeste de una planicie costera relativamente

pequeña, con un ancho promedio de 3 km. En el resto de la región, la topografía es accidentada, con lomeríos que van desde someros a empinados, con alturas de hasta 250 m, y cadenas montañosas abruptas que se levantan desde el nivel del mar hasta los 800 m, correspondiendo mayormente al Municipio de Aquila. A lo largo de la costa, fluyen 53 ríos que forman cañones y cañadas a lo largo de los cuales se desarrollan bosques tropicales riparios (Madrigal 1997, Antaramián-Harutunian & Correa-Pérez 2003).

La vegetación predominante de la costa de Michoacán es la selva baja caducifolia, también conocida como bosque tropical caducifolio. Esta es una comunidad densa cuya altura oscila entre los 5 y los 15 m, con las copas de los árboles formando un techo de altura uniforme, aunque puede haber un piso adicional de eminencias aisladas. El diámetro de los troncos generalmente no sobrepasa los 50 cm. La característica más importante de esta formación es la pérdida de las hojas durante un período de 5 a 8 meses. Entre sus árboles más comunes destacan *Amphyterigium adstringens* (cuachalalate), *Ceiba parviflora* (pochote), *Cyrtocarpa procerca* (chupandía), *Lysiloma divaricata* y *L. acapulcensis*, (tepehuaje), *Pseudobombax ellipticum* (clavelina), *Cordia eleagnoides* (cueramo o xolocoahuitl) y *Bursera* spp. (copal y papelillo). Esta vegetación predomina en lomeríos y pendientes de sierras con laderas expuestas, o en terrenos planos con poca humedad, desde el nivel del mar hasta altitudes cercanas a 2000 m (Madrigal 1997). En Coahuayana, esta comunidad ocupa una superficie de 35 km², que equivale el 9% de la superficie municipal, mientras que en Aquila, abarca aproximadamente 326 km², que corresponde al 14% del municipio. El otro tipo de vegetación presente en el área es la selva mediana subcaducifolia o bosque tropical subcaducifolio. Es una comunidad densa y cerrada, cuya fisonomía en época de lluvia se asemeja a la del bosque tropical perennifolio.

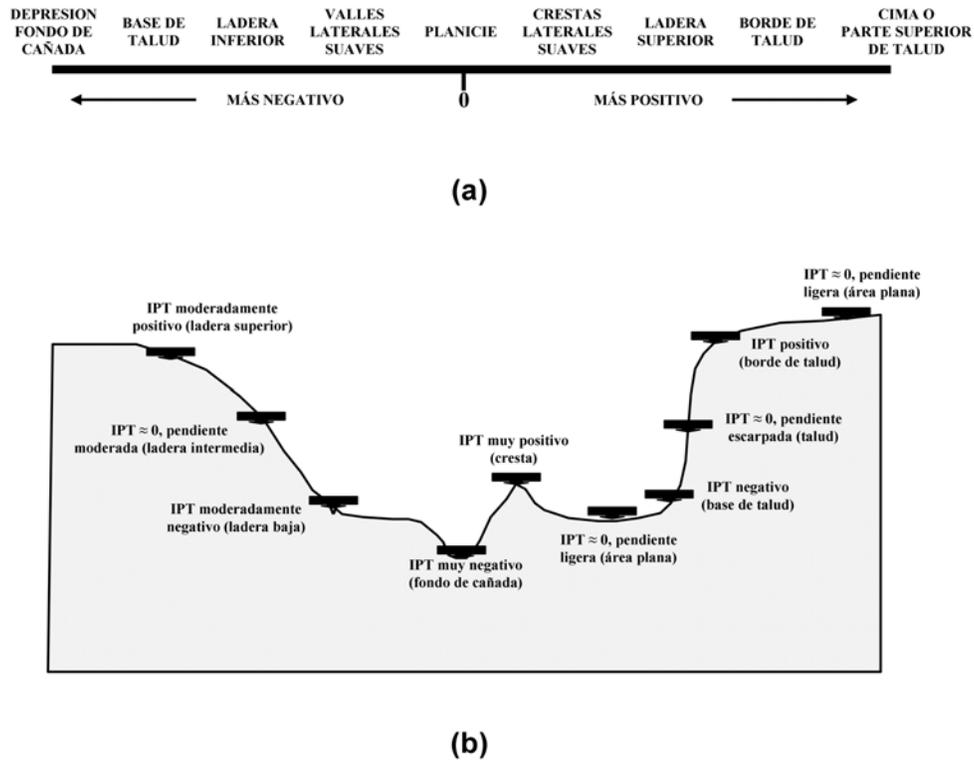


FIG. 2. (a) El diagrama ilustra la manera en que se deben interpretar los valores del IPT obtenidos del procesamiento del modelo digital de elevación del terreno; (b) Combinación del IPT con la pendiente de la ladera para determinar la interpretación de la posición de un sitio en el paisaje.

La altura oscila entre 15 y 40 m con troncos por lo común de diámetros menores a un metro. En la costa de Michoacán, los árboles característicos son: *Brosimum alicastrum* (uje), *Bursera simaruba* (palo mulato), *Enterolobium cyclocarpum* (parota), *Bumelia persimilis* (chicle), *Calophyllum brasiliense* (palo maría), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Cordia alliodora* (cueramo), *Dalbergia granadillo* (granadillo), *Hura polyandra* (habillo), *Licania arborea* (cuirindo), *Sapindus saponaria* (amole), *Sideroxylon capiri* (capiri), *Thouinidium decandrum* (charapo) y varias especies de *Ficus* spp. (amates). Este tipo de vegetación se localiza en forma de manchones

discontinuos, en áreas cercanas al litoral, en cañones y en cañadas, así como a lo largo de ríos y sobre laderas protegidas (Madrigal 1997). En Coahuayana esta comunidad ocupa el 20% del territorio municipal (73 km²), mientras que en Aquila el 15% (345 km²).

Con la finalidad de evaluar las características de los sitios de anidación del Loro corona lila en la región, se seleccionaron localidades dentro de los dos municipios para monitorear a la especie y entrevistar a los habitantes durante el período 2001–2005. Los criterios para la selección de las localidades fueron la presencia del hábitat de la especie (selvas bajas

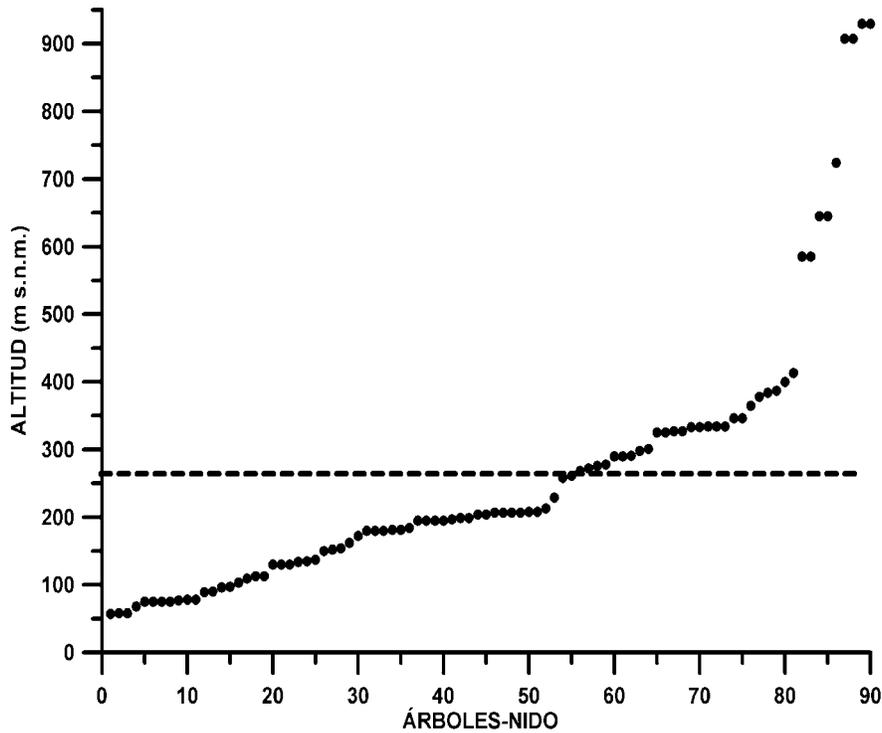


FIG. 3. Ubicación topográfica de los árboles-nido en el gradiente altitudinal. La línea discontinua, perpendicular al eje de las ordenadas, representa la altitud media (262 m s.n.m. \pm 197). Cada punto simboliza uno de los 90 árboles-nido activos localizados durante el trabajo de campo.

y medianas), accesibilidad y seguridad.

Los árboles nido fueron encontrados mediante búsqueda intensiva de Enero a Abril de cada año, considerando que la época de reproducción de la especie se extiende de Febrero a Junio. La mayoría de los nidos en cada localidad se encontraron en Febrero, algunos otros árboles nido fueron incorporados al estudio posteriormente (Marzo o Abril), debido a que correspondían a árboles nido que se encontraban bajo vigilancia de habitantes locales para una posible extracción de polluelos. La mayoría de nuestros ayudantes locales eran antiguos capturadores de loros, quienes proporcionaron servicio de guía y apoyo logístico invaluable en áreas peligrosas por la intensa actividad de narcotráfico

en el medio rural. Los nidos se encontraron siguiendo la pareja en vuelo desde puntos elevados, observándose primero el grupo de árboles y posteriormente buscando en cada árbol las cavidades. Se consideraban nidos activos si se escuchaban u observaban polluelos, cuando los adultos ingresaban a la cavidad por lo menos durante dos días consecutivos o si estos mostraban conducta de alimentación (Renton & Salinas-Melgoza 1999). De cada árbol nido se documentó la especie, altitud sobre el nivel del mar y las coordenadas geográficas, obtenidas mediante un posicionador satelital (receptor GPS), con un nivel de precisión de 5 m.

Los sitios de ubicación de los árboles nido fueron analizados mediante un sistema de

información geográfica (SIG). El insumo principal fue un modelo digital de elevación (MDE) a escala 1:50 000 y con resolución de un segundo de arco (≈ 30 m), obtenido del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM: <http://mapserver.inegi.gob.mx/DescargaMDEWeb/?c=619>, descargados el 15 de Marzo del 2007). A partir de este se obtuvieron las variables físicas ambientales de altitud en metros sobre el nivel del mar, pendiente del terreno (en grados) y aspecto, además de un índice de posición topográfica (IPT). Este consiste en la diferencia entre la elevación de una celda y la elevación promedio de las celdas más cercanas (Guisan *et al.* 1999, Jones *et al.* 2000). Los valores positivos indican que la celda está situada en una posición altitudinal superior a la de las celdas que la rodean, mientras que valores negativos indicarán que esta se encuentra en una posición altitudinal inferior (Fig. 2a). La combinación de IPT y la pendiente del sitio en que se encuentra el árbol de anidación nos permitió situarlos en el contexto general del paisaje (Fig. 2b). Mediante una sencilla regla de decisión se definieron cuatro categorías de posición de los nidos a lo largo de la pendiente, las cuales se determinaron como sigue: a) “Fondo de cañada” ($\text{IPT} \leq -5$, $\text{Pendiente} \leq 3^\circ$), b) “Laderas suaves” ($-5 < \text{IPT} \leq 5$, $3^\circ \geq \text{Pendiente} \leq 6^\circ$), c) “Laderas escarpadas” ($-10 < \text{IPT} \leq 10$, $\text{Pendiente} \geq 6^\circ$ y $\text{Pendiente} \geq 12$, y d) “Superficie cumbre” ($\text{IPT} \geq 10$). El proceso para obtener el IPT y su posterior clasificación, se efectuó mediante la extensión para ArcView 3.x (tpi_jen.avx) desarrollada por Jenness 2006. El aspecto se analizó estadísticamente mediante la prueba de Rayleigh (Z) para datos circulares, a fin de determinar la significación estadística del patrón observado (Davies 1986). Para probar si la ubicación observada de los árboles nido muestra una distribución no atribuible al azar, las variables de pendiente e IPT se analizaron estadísticamente mediante una prueba de χ^2 (Clark & Hosking 1986). Los datos estadísticos

descriptivos se presentan con valores promedio, intervalo y desviación estándar (DE).

RESULTADOS

Se localizaron 90 árboles nido activos en la región estudiada: 35 en el municipio de Coahuayana y 55 en el de Aquila (Fig. 1). Con respecto a las especies de los árboles nido, 39 se encontraron en *Astronium graveolens* (“culebro”), 17 en *Brosimum allicastrum* (“mojo o uje”), 10 en *Enterolobium cyclocarpum* (“parota”), 4 en *Celaenodendron mexicanum* (“guayabillo”) y 4 en *Cordia* sp. (posiblemente *C. allidora*, “cueramo o Xolocoahuit”). Los nidos restantes incluyen cuatro árboles muertos desconocidos, tres en *Caesalpinia* sp. (posiblemente *C. eryostachis*, “iguanero”), dos nidos en *Cedrela mexicana* (“cedro”), *Tabebuia rosea* (“rosamorada”), y “palma de cayaco” *Orbignya guacoyule* respectivamente. Por último se encontró un nido en cada una de las siguientes especies: *Roseodendron donnellsmithii* (“primavera”), *Astianthus viminalis* (“ahuejote”), y en *Lysiloma* sp. (“Tepemezquite”).

Los nidos se localizaron en el intervalo altitudinal de los 57 a los 929 m s.n.m., con una elevación promedio de $262 \pm 197,2$ m s.n.m. Sin embargo, la mayoría de los nidos (61%) se encontró por debajo de la elevación promedio y solo el 10% de ellos ($N = 9$), se encontraron en elevaciones que van de los 600 a los 929 m s.n.m. (Fig. 3).

En lo referente a la inclinación del terreno, los nidos se encontraron en posiciones que van desde sitios planos, hasta localidades con pendientes consideradas como muy inclinadas. El intervalo de los valores de inclinación en que se encontraron los nidos va desde 0° hasta los 22° , presentándose una pendiente promedio de $9 \pm 5,6^\circ$. El análisis mostró que el 32% de los sitios de anidación se presentan en pendientes que van de planas (0° a 3°), a ligeras ($\geq 3^\circ$ a 6°), mientras que el 68% restante se localizaron sobre terrenos con incli-

TABLA 1. Distribución de los sitios de anidación en las clases de pendiente.

Categoría de inclinación	Escala en grados de inclinación	No. de nidos	Porcentaje
Plano	($\leq 3^\circ$)	16	17,7
Pendiente ligera	($\geq 3^\circ$ y $\leq 6^\circ$)	13	14,4
Pendiente moderada	($\geq 6^\circ$ y $\leq 12^\circ$)	36	40,0
Pendiente inclinada	($\geq 12^\circ$ y $\leq 22^\circ$)	25	27,7

naciones que van de moderadas (6° a 12°), hasta escarpadas ($\geq 12^\circ$ a 22°) (Tabla 1, Fig. 4). La conclusión anterior fue respaldada por el análisis estadístico ($\chi^2 = 14,6$, $gl = 1$, $P <$

$0,001$), que indica que las diferencias entre las clases de pendiente no son fortuitas.

Para la orientación de las laderas donde crecen los árboles de anidación, se observó un vector medio $\mu = 244,5^\circ \pm 96^\circ$, que corresponde a una orientación preferente hacia el cuadrante WSW (Fig. 5), con un parámetro de concentración $k = 0,509$ que revela una tendencia direccional en la ubicación de los árboles. La prueba de Rayleigh arrojó un valor de $Z = 5,47$ ($P = 0,004$), que nos indica que la distribución de los árboles nido se aleja de la homogeneidad, confirmando la preferencia en la orientación.

Se obtuvieron valores de IPT, en el intervalo de -77 hasta $+79$ (Fig. 6). Estos fueron reclasificados usando los criterios expresados en la metodología, obteniéndose así una per-

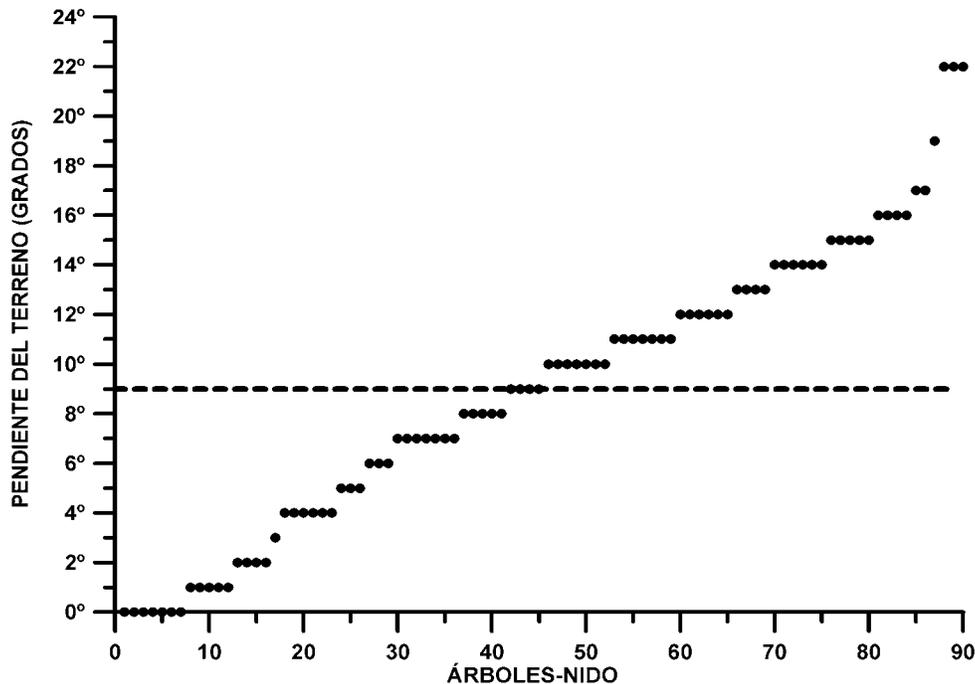


FIG. 4. Distribución de los árboles-nido en el gradiente de pendiente del terreno. La línea punteada representa el valor promedio de la pendiente ($9 \pm 5,6^\circ$), sobre el eje de las ordenadas. Cada árbol-nido se representa con un punto en el espacio cartesiano.

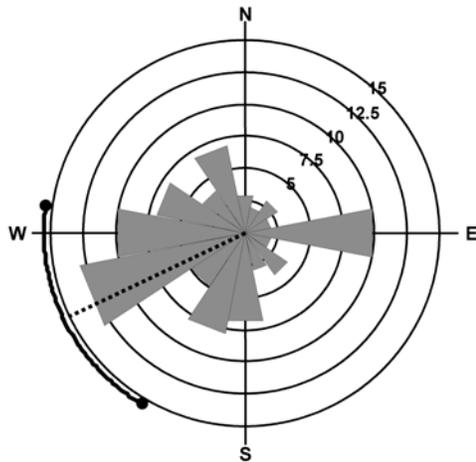


FIG. 5. Distribución de los valores de orientación de la ladera, obtenidos para los 90 árboles-nido. Se agrupan en 16 clases, con un ancho de clase de 22,5 grados. El vector medio ($\mu = 244,5 \pm 96^\circ$) es la línea punteada que parte del centro del diagrama hacia la periferia. La línea continua perpendicular al vector medio, representa el intervalo de confianza de 95%. La escala de valores representa la frecuencia nidos por clase. Se aprecia la tendencia de los valores a concentrarse en el cuadrante W-S-W ($k = 0,509$), con $Z = 5,47$ ($P = 0,004$), indicando que la distribución de los valores no es homogénea.

spectiva de la posición de los sitios de anidación en el marco general del paisaje del área de estudio. En este contexto, se visualiza una mayor tendencia de anidación de la especie en árboles ubicados en sitios sobre laderas escarpadas o pendientes muy inclinadas (59%), que en laderas con pendientes suaves (14%). Hacia la cima de las montañas se presenta una proporción de 21% de los nidos y solo un 5% en el fondo de cañadas (Tabla 2). El análisis estadístico mostró ser altamente significativo ($\chi^2 = 59,9$, $gl = 1$, $P < 0,001$).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este análisis complementan y expanden el conocimiento sobre

las condiciones en las que el Loro corona lila anida. En el estudio de Renton & Salinas Melgoza (1999), se reporta anidación de la especie en la Reserva de Chamela, en árboles de las mayores dimensiones de la localidad, característicos de selva mediana, como *Celaenodendron mexicanum* y *Astronium graveolens*, (Pennington & Sarhukan 2005), los cuales son elementos característicos de vegetación riparia y de planicies húmedas o sitios microclimáticamente más húmedos, mientras que la vegetación dominante en los lomeríos es la selva baja caducifolia, ejemplificándose en ese estudio la importancia de las condiciones topográficas específicas en la presencia de los árboles nido. Con respecto a la elevación, se reportó a la especie anidando a baja elevación en la reserva, a partir de los 25 m s.n.m.

En contraste, este estudio resalta que, en la costa michoacana ya no es posible encontrar fragmentos de selva mediana subcaducifolia o subperenifolia de extensión mayor a una hectárea en condiciones de planicie costera. De los dos municipios incluidos en este estudio, solo el de Coahuayana (39% de los nidos), presenta una planicie costera de alrededor de 75 km², la cual alguna vez estuvo cubierta en su totalidad de selva mediana subcaducifolia o subperenifolia, pero que actualmente presenta sistemas agropecuarios y cultivos extensivos de plátanos y cítricos. Residentes locales (mayores de 50 años) reportan que la especie anidaba históricamente a baja elevación y en condiciones de planicie costera, antes del cambio de uso de suelo.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran una mayor tendencia de anidación de la especie en árboles ubicados en sitios con laderas escarpadas (59%) y en cimas de montañas (21%), mientras que en laderas de pendientes suaves encontramos solo el 14% de los nidos. Esto determina una predominancia a la ubicación de los nidos en sitios de difícil

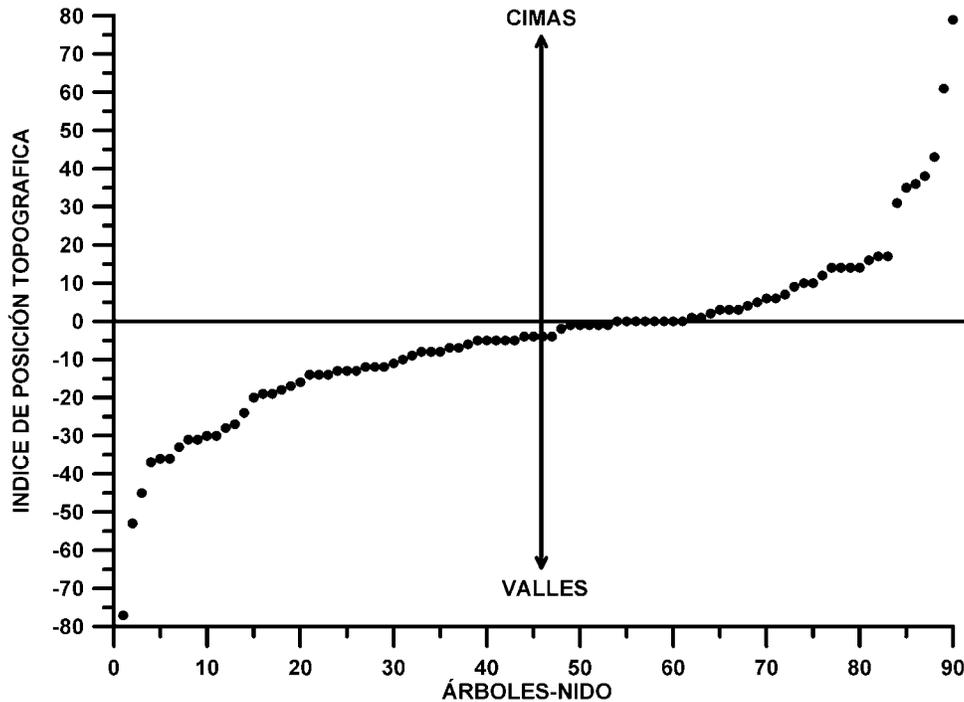


FIG. 6. Posición de los nidos respecto al valor del IPT derivado del modelo digital de elevación. La línea continua perpendicular al eje de las ordenadas, con valor IPT = 0, define las áreas planas de terreno. La línea perpendicular a la anterior, terminada en flechas, sugiere el cambio en la posición de los árboles-nido: valores fuertemente positivos indican la ubicación de un árbol hacia la cima de las montañas, mientras que valores fuertemente negativos se asocian a sitios ubicados en el fondo de cañadas o valles. Es importante señalar que los valores de IPT son fuertemente dependientes de la escala usada en el análisis.

acceso, lo que consideramos los protege de las tendencias de cambio de uso de suelo. Tales sitios se corresponden con áreas donde aún se conservan manchones intactos de selva mediana. Es claro que el cambio de uso del suelo en la región, especialmente hacia la agricultura y la ganadería extensiva, ha transformado la distribución de los bosques tropicales, lo que ha influido en los sitios donde se ubican los nidos del Loro corona lila.

Es difícil determinar si ha existido un cambio en la conducta de anidación de la especie, ya que no se cuenta con registros de anidación antes de la transformación de las

planicies costeras, sin embargo, en otros estudios desarrollados en la planicie costera del Golfo de México (Enkerlin-Hoeflich 1995), se documenta la anidación de tres especies de loros del género *Amazona* en zonas planas de ganadería y con severa deforestación. El caso del Loro corona lila parece ser diferente, ya que durante seis años de trabajo de campo casi no se han localizado nidos rodeados de pastizales o ganadería extensiva, y los pocos que se presentan en esas condiciones se encuentran muy cercanos a la vegetación primaria, por lo que es posible que esta especie sea muy sensible a la deforestación (Monterrubio-Rico en prep.). Presentamos la hipóte-

TABLA 2. Distribución de los 90 sitios de anidación en el paisaje de la región estudiada, de acuerdo a las categorías definidas por la combinación del índice de posición topográfica y la pendiente de las laderas.

No. de nidos	Clase en el índice %	Topografía	Topografía
5	5,6	Fondo de cañada- planicie	Pie de monte
13	14,4	Pendiente suave	Ladera suave
53	58,9	Pendiente escarpada	Ladera escarpada
19	21,1	Superficie cumbral	Cumbral

sis de que la especie anida actualmente bajo las condiciones topográficas en las que se encuentran árboles con las dimensiones requeridas, a mayores elevaciones sobre el nivel del mar, en pendientes escarpadas y de difícil acceso, donde además prevalece la vegetación primaria.

Por otra parte, existen condiciones topográficas que favorecen el crecimiento de los árboles de grandes dimensiones, en el trópico estacional la retención de humedad durante los periodos de sequía es importante, por lo que variables como orientación, pendiente y geoforma de los sitios de anidación de las especies deben ser analizadas a mayor profundidad. Por ejemplo, la orientación de la ladera, que es una variable de un valor intuitivo importante para el hábitat de la especie, está relacionada con la cantidad de insolación que recibe, lo cual a su vez repercute en la cantidad de humedad relativa que conserva, lo que finalmente influye en el potencial de crecimiento de los árboles de anidación del Loro corona lila. Aún cuando se sabe que para el hemisferio norte, las laderas que miran hacia el sur presentan condiciones más cálidas y xéricas, la ubicación de los árboles de anidación, tal como lo muestra el IPT, indica que la mayor parte de ellos crecen en laderas de

cañadas protegidas, en las cuales se preserva mayor contenido de humedad para su desarrollo.

Para conservar a la especie a largo plazo no basta con proteger selvas con la presencia de los árboles nido, sino que también es importante considerar las condiciones topográficas que favorezcan la presencia y rápido crecimiento de los árboles más grandes.

En la costa de Michoacán es urgente detener el cambio de uso de suelo en pendientes mayores a 6°, frenar el desarrollo de la actividad de ganadería extensiva en esas pendientes, las cuales son además más susceptibles de ser erosionadas. Proteger la vegetación primaria, o por lo menos las especies de árboles utilizados en colinas con orientación SW puede ser una estrategia de conservación útil, ya que la especie parece anidar con mayor frecuencia en esas orientaciones. Este último aspecto se debe estudiar con mayor detalle, pues es posible que existan diversas explicaciones para la preferencia a la selección de árboles en laderas con cierta orientación. Destacan las explicaciones de tipo termorregulatorio y las asociadas con características de la arquitectura del árbol, condiciones que han sido estudiadas en otras especies (Lawrence 1966, Korol & Hutto 1984, Ferguson & Siegfried 1989). También se ha encontrado relación entre la orientación de los nidos y la productividad de ciertas especies (Ontiveros & Pleguezuelos 2003), lo cual es una situación muy importante que merece ser estudiada en el Loro corona lila, debido a que podría aportar valiosa información para su conservación.

Se debe de proteger toda la vegetación primaria a lo largo de ríos y arroyos, así como cañadas. Como parte de una política pública ambiental, las autoridades de SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y de Recursos Naturales) y CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) deben destinar recursos mediante PRODERS (Programas de desarrollo rural

sustentable), para promover en estos municipios programas de restauración vinculados a pago de servicios ambientales, captura de carbono y promover actividades recreativas alternativas. Es importante restaurar y ampliar los fragmentos remanentes de selva mediana a nivel del mar en planicies costeras, estableciendo reservas comunitarias donde se reforeste con especies tanto de importancia comercial como de importancia ecológica para la anidación de la especie, asegurando que estas sean incluidas en el catálogo de especies para reforestación del Programa Proárbol, del gobierno federal de México. En el caso de desarrollos turísticos, será importante impedir el cambio de usos de suelo sobre vegetación primaria, crear incentivos a nivel municipal para el desarrollo de zonas de vegetación secundaria o ya desmontada, evitando así una mayor deforestación sobre vegetación primaria.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no podría haber sido posible sin la colaboración de muchas personas y sin el apoyo financiero de diferentes instituciones. Agradecemos al CONACYT por su apoyo al proyecto de instalación clave 135702V, al Fondo Sectorial de Investigación Ambiental SEMARNAT-CONACYT por el proyecto clave 2002-C01-00021, a la Coordinación de la Investigación Científica por su apoyo al proyecto clave 8.6, y a la Facultad de Biología, ambas dependencias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Agradecemos a la Dirección General de Vida Silvestre en SEMARNAT por otorgar los permisos de investigación. Deseamos externar nuestro más profundo agradecimiento a Edna Andrea López Cordova, Beneiza Fabían Turja, R. Cancino-Murillo, L. Téllez-García, B. Santiago-Valencia, A. Huerta-Heredia y a M. A. de Labra-Hernández, quienes han colaborado intensivamente en campo.

REFERENCIAS

- Antaramián-Harutunian, A., & G. Correa-Pérez. 2003. Fisiografía. Pp. 42–46 in Correa-Pérez, G. (ed.). Atlas geográfico de Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Secretaría de Educación de Michoacán, El Colegio de Michoacán, Michoacán, México.
- BirdLife Internacional 2006. *Amazona finschi*. In IUCN 2006. 2006 IUCN Red list of threatened species. Available at: <http://www.iucnredlist.org>. Descargada el 29 Marzo de 2007.
- CITES. 2004. Examen de las propuestas de enmienda a los apéndices I y II. Prop. 13. Transferir a *Amazona finschi* (México) del apéndice II al apéndice I. Bangkok, Tailandia, 214 de Octubre 2004. CoP13 Inf. 3. Available at: <http://www.cites.org/esp/cop/13/prop/S13-P14.pdf>.
- Clark, W. A. V., & P. L. Hosking. 1986. Statistical methods for geographers. John Wiley & Sons, New York, New York.
- Davies, J. C. 1986. Statistics and data analysis in geology. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, New York.
- Enkerlin-Hoeflich, E. C. 1995. Comparative ecology and reproductive biology of three species of Amazon parrots in northeastern México. Ph.D. diss., Texas A & M Univ., College Station, Texas.
- Ferguson, J. W. H., & W. R. Siegfried. 1989. Environmental factors influencing nestsite preference in Whitebrowed Sparrowweavers (*Plocepasser mahali*). Condor 91: 100–107.
- Forshaw, J. M. 1989. Parrots of the world. 3rd ed, Silvio Mattachione & Co., Pickering, Ontario.
- Gobierno del Estado de Michoacán. 2003. Plan estatal de desarrollo Michoacán 2003–2008. Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán CXXX (27): 192.
- Guisan, A., S. B. Weiss, & A. D. Weiss. 1999. GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. Plant Ecol. 143: 107–122.
- Howell, S. N. G., & S. Webb. 1995. A guide to the birds of México and northern Central America. Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
- INE–UNAM. 2002. Análisis del cambio de uso del suelo. Convenio INE–Igg 312.A.–00215, Insti-

- tuto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca–Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Jenness, J. 2006. Topographic position index (tpi_jen.avx) extension for ArcView 3.x. Jenness Enterprises. Available at: <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>. Descargada 22 de Marzo de 2006.
- Jones, K. B., D. T. Heggem, T. G. Wade, A. C. Neale, D. W. Ebert, M. S. Nash, M. H. Mehaffey, K. A. Hermann, A. R. Selle, S. Augustine, I. A. Goodman, J. Pedersen, D. Bolgrien, J. M. Viger, D. Chiang, C. J. Lin, Y. Zhong, J. Baker, & R. D. Van Remortel. 2000. Assessing landscape conditions relative to water resources in the western United States: A strategic approach. *Environ. Monit. Assess.* 64: 227–245.
- Korol, J. J., & R. L. Hutto. 1984. Factors affecting nest site location in Gila Woodpeckers. *Condor* 86: 73–78.
- Lammertink, J. M., J. A. Rojas-Tome, F. M. Casillas-Orona, & R. L. Otto. 1996. Status and conservation of oldgrowth forests and endemic birds in the pineoak zone of the Sierra Madre Occidental, Mexico. Institute for Systematics and Population Biology (Zoological Museum), Univ. of Amsterdam, Amsterdam.
- Lawrence, L. D. 1966. A comparative life-history study of four species of woodpeckers. *Ornithol. Monogr.* 5: 11–56.
- Madrigal, S. X. 1997. Ubicación fisiográfica de la vegetación en Michoacán, México. *Cienc. Nicolaíta* 15: 83–96.
- Mas-Causel, J. F., Velásquez-Montes A., & T. Fernández-Vargas. 2005. Monitoreo de los cambios de cobertura del suelo en Michoacán. Pp. 204–206 in *La biodiversidad en Michoacán*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del estado de Michoacán, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Ontiveros, D., & J. M. Pleguezuelos. 2003. Physical, environmental and human factors influencing productivity in Bonellis eagle *Hieraaetus fasciatus* in Granada (SE Spain). *Biodivers. Conserv.* 12: 1193–1203.
- Pennington, T. D., & J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. 3ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México & Fondo de Cultura Económica, México DF. México.
- Renton, K. 2001. Lilac-crowned Parrot diet and food resource availability: Resource tracking by a parrot seed predator. *Condor* 103: 62–69.
- Renton, K., & E. E. Iñigo-Eliás. 2003. Evaluación del estado actual de las poblaciones de Loro corona lila (*Amazona finschi*) en México. Informe final, Proyecto AS001, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, México DF, México.
- Renton, K., & A. Salinas-Melgoza. 1999. Nesting behavior of the Lilac-crowned Parrot. *Wilson Bull.* 111: 488–493.
- Ridgely, R. S. 1982. The current distribution and status of mainland Neotropical parrots. Pp. 233–384 in Pasquier, R. F. (ed.). *Conservation of new world parrots*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Russell, S. M., & G. Monson. 1998. *The birds of Sonora*. Univ. of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- SEMARNAT. 2002. 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. *Diario Oficial de la Federación* (segunda sección), DLXXXII (4): 11–53.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III, & D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds. Ecology and conservation*. Univ. of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Trejo, I., & R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biol. Conserv.* 94: 133–142.

