

Variación anual en la actividad de anidación y productividad de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*)

TIBERIO CÉSAR MONTERRUBIO-RICO*
ERNESTO ENKERLIN-HOEFELICH**

Resumen. Se estudió la variación anual en actividad reproductiva y los niveles de productividad y éxito de anidación de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) en un periodo de cinco años (1997 a 2001) en cinco áreas de anidación en la Sierra Madre Occidental en México. Se corroboró que las dos principales áreas de anidación históricas continúan siendo las más importantes para la reproducción de la especie. Se observaron 491 parejas y se evaluó el desempeño reproductivo en 162 nidos accesibles. Una pareja de cotorra serrana occidental pone 2.7 huevos por nidada con un desempeño reproductivo de 1.6 volantones por nidada. El éxito de anidación general fue de 80% y no se registraron diferencias en productividad y éxito de anidación entre localidades con diferentes condiciones de conservación y bajo diferentes niveles de intensidad en explotación forestal. Sin embargo, las áreas mejor conservadas presentaron elevadas concentraciones de nidos. Se observó que algunos años la actividad de anidación puede descender drásticamente a nivel regional afectando diferentes localidades.

Palabras clave: cotorra serrana occidental, actividad de anidación, bosques templados

Abstract. We studied annual variation in reproductive activity and productivity of the Thick-billed Parrot (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) during a five year period (1997-2001), in five nesting areas at the Sierra Madre Occidental in Mexico. Two breeding areas continue to be the breeding strongholds for the species. We documented 491 nesting pairs and determined the outcome of 162 accessible nests. A nesting pair laid in average 2.7 eggs, and produced 1.6 fledlings per egg-laying pair. Overall nest success was 80% and not significative differences were observed in nesting success and productivity among areas with different conservation conditions and forestry management regimes. However, the best

*Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ciudad Universitaria. 58000 Morelia, Mich. tiberio@zeus.umich.mx.

** Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, N.L.

preserved nesting areas concentrated a high number of nests. Some years the species breeding activity declines drastically at regional scale affecting several nesting areas.

Keywords: Thick-billed Parrot, breeding activity, temperate forests.

Introducción

La cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) está clasificada como en peligro de extinción y se considera prioritaria para la investigación por las autoridades Mexicanas (NOM-059-ECOL-2001) e internacionales como Birdlife International y la UICN (Stotz *et al.* 1996, Juniper & Parr 1998). Es una de las dos especies pertenecientes al género *Rhynchopsitta* . Por lo general, la mayoría de las especies de psitácidos habitan en ambientes tropicales a baja elevación, son sedentarias o presentan movimientos de corta distancia y la mayoría son territoriales en torno al sitio y al área que rodea el nido (Forshaw 1989, Gildardi & Munn 1998). A diferencia de la mayoría de psitácidos, la cotorra serrana occidental habita en bosques templados de coníferas y anida en cavidades de grandes árboles en decaimiento o muertos, a elevaciones superiores a los 2000 metros, presenta una conducta nómada invernal en busca de su especializada dieta consistente en semillas de pino, y son sociales en todas las épocas del año (Snyder *et al.* 1999, Monterrubio *et al.* 2002). La distribución histórica de la especie abarcaba porciones de las montañas del Sureste de Arizona y del Suroeste de Nuevo México, actualmente sólo habita en los bosques de coníferas de la Sierra Madre Occidental, desde Michoacán, Jalisco y Nayarit al sur durante el invierno, hasta Chihuahua al norte, donde anida.

Aunque miles de loros y pericos neotropicales se extraen del medio silvestre para satisfacer los mercados de mascotas, existe poco conocimiento sobre la biología reproductiva, requerimientos de anidación y parámetros demográficos de las especies en vida libre (Beissinger & Bucher 1992).

Actualmente existen pocos programas de monitoreo reproductivo para las especies prioritarias a nivel regional o nacional, y se han desarrollado pocos estudios de largo plazo para monitorear tendencias numéricas, conocer los parámetros reproductivos y requerimientos para la reproducción de las distintas especies. En el caso de la cotorra serrana occidental, existe el consenso de que ha experimentado un declive dramático en su rango de distribución en las últimas décadas (Snyder *et al.* 1999, Lanning & Shiflett 1983).

La explotación forestal intensiva a gran escala de pinos y coníferas de gran tamaño, y la remoción del arbolado muerto en pie, han afectado la disponibilidad de alimento y de sitios de anidación para la cotorra serrana occidental; considerándose estos factores como influyentes en el declive de la especie y además como determinantes en la extinción de otra especie con la que compartía el hábitat y que presentaba

requerimientos similares, el carpintero imperial *Campephilus imperialis* (Snyder *et al.* 1999, Lammertink *et al.* 1996, Lanning & Shiflett 1983).

Para preservar la especie, es necesario incrementar el conocimiento sobre los niveles de desempeño reproductivo y evaluar el efecto del manejo actual de los bosques sobre las variables reproductivas de la especie. Por lo tanto, los objetivos planteados fueron los siguientes: 1) monitorear la actividad reproductiva en las principales áreas de anidación registradas por Lanning & Shiflett en 1983, verificando áreas potenciales de reproducción; 2) evaluar la actividad reproductiva, determinar niveles de productividad y documentar el éxito de anidación en cada área, y por último 3) comparar estos parámetros entre áreas que presentan diferentes condiciones de conservación.

Áreas de estudio

Las áreas de estudio se encuentran en los bosques de coníferas de la Sierra Madre Occidental, en el estado de Chihuahua. El paisaje consiste principalmente de bosques de coníferas manejados de manera intensiva con tala selectiva a elevaciones entre 2200 y 2850 m. Las especies arbóreas más comunes son *Pinus ayacahuite*, *P. durangensis*, *P. arizonica*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzi* y *P. teocote*. En exposiciones norte de las mayores elevaciones se encuentran *Pseudotsuga menziesii*, *Abies concolor* y *Populus tremuloides* formando ocasionalmente rodales puros. Otras especies comunes en estos bosques pertenecen a los géneros *Quercus*, *Arbutus*, *Fraxinus*, *Prunus* y *Juniperus* (Lanning & Shiflett 1983, Lammertink *et al.* 1996, Fule & Covington 1997). La identificación de las coníferas en las áreas de anidación, especialmente los pinos siguió a Perry (1991). Durante el periodo de 1995-1997, la mayoría de las áreas de anidación registradas en la literatura, especialmente las del estado de Chihuahua, fueron inspeccionadas para verificar el estatus de actividad (Lanning & Shiflett 1983).

También se verificaron áreas descritas recientemente como potenciales para anidación de la especie (Lammertink *et al.* 1996) en Sierra Tabaco, estado de Sonora (Pico de Guacamayas, 30° 01' N: 108° 45' O) y en la porción central occidental de Durango (Las Bufas, 24° 21' N: 106° 09' O). Con base en accesibilidad y logística, cinco áreas fueron monitoreadas (Fig. 1). (1) Mesa de Guacamayas (30°33'N: 108°36'O): un bosque de mesa a 50 km de la frontera con Estados Unidos de aproximadamente 160 ha, y la zona de anidación más norteña conocida para la especie. Los fragmentos de bosque remanentes sufrieron graves incendios en 1994 y ocurre tala selectiva en niveles moderados; algunos rodales de árboles grandes de *Pseudotsuga menziesii* y *Pinus ayacahuite* todavía permanecen. (2) Madera (29°19'N: 108°11'O): área estudiada en 1983 por Lanning & Shiflett, es la única zona de anidación donde los nidos se encuentran en grandes álamos (*Populus tremuloides*), la zona de anidación es de 200 ha. La explotación intensiva de coníferas ha ocurrido de forma regular en las últimas décadas y los bosques mejor conservados consisten de rodales de *Populus tremuloides*

y en menor medida *Abies concolor*. Esta zona también presenta abundante actividad de anidación del trogón orejón (*Euptilotis neoxenus*). (3) Cebadillas de Bisaloachi, también conocida como Cebadillas de Yahuirachi (28°37'N:108°14'O): es la principal zona de anidación descrita en el único trabajo histórico realizado sobre biología reproductiva y ecología de anidación de *R. pachyrhyncha* (Lanning & Shiflett 1983). El área donde se concentran los nidos es de aproximadamente 2112 ha; sufrió tala selectiva moderada antes de 1979; desde entonces no ha sufrido tala intensiva y la explotación ocurre de forma esporádica e ilegal debido a la existencia de un conflicto de límites entre comunidades. Los bosques en esta zona están dominados por grandes rodales de *Pinus durangensis*, *Pinus ayacahuite*, *Pseudotsuga menziessi*, *Pinus arizonica* y en menor medida *Pinus leiophylla* y *Pinus lumholtzi*. En una de las cañadas se encuentra un pequeño bosque relicto con *Picea chihuahuana*, una conífera endémica y en peligro de extinción (*Diario Oficial de la Federación* 2002). Esta cañada de aproximadamente 30 ha es el único fragmento de bosque donde no ha existido ningún tipo de tala y por lo tanto el único lugar considerado prístino donde anida la cotorra serrana occidental. (5) Vallecillo (28°30'N:108°04'O): es un bosque severamente degradado de 300 ha de superficie con una larga historia de extracción forestal intensiva y de incendios, los nidos en esta localidad se encontraron en *Pinus ayacahuite* (el pino con menor demanda comercial) y en unos pocos árboles muertos. (6) San Juanito (28°07'N:107°57'O): área de bosques jóvenes, con enormes extensiones dominadas por pinos con diámetros inferiores a 20 cm DAP (diámetro a la altura del pecho). Los nidos encontrados en esta área formaban parte de manchones de bosque en cañadas inaccesibles y en picos escarpados como el cerro Rumurachi (2875 msnm), que en conjunto totalizaron 800 ha. El área presenta extracción intensiva y masiva de productos forestales. Esta zona presenta una elevada densidad de asentamientos humanos y de caminos para la extracción de madera.

Materiales y métodos

Monitoreo de nidos y medidas de productividad

Los nidos se localizaron mediante búsqueda intensiva en la etapa de cortejo, siguiendo las vocalizaciones de las parejas (Monterrubio-Rico 2000). Durante esta etapa (principios de junio), la actividad incluye la inspección de cavidades, fuertes vocalizaciones y frecuente vuelo rasante de pequeñas parvadas sobre el dosel. Muchas cavidades se encontraron en árboles inaccesibles para un monitoreo intensivo, por tratarse de árboles muertos, muy deteriorados.

Se definió como nido cualquier cavidad donde se registró postura de huevos en árboles accesibles, y en los inaccesibles, aquellas cavidades donde se mantuvo la actividad de las parejas durante el periodo de incubación y eclosión, observándose también conducta de alimentación a crías; durante esta etapa las crías responden a vocalizaciones de los adultos fuera del nido. Todas las cavidades - nido en cualquier temporada de anidación fueron re-examinadas en temporadas subsecuentes. Para

determinar el contenido de la cavidad y su suerte se utilizó equipo de alpinismo. Las cavidades se revisaron semanalmente mediante observación directa y monitoreo del contenido del nido hasta que los juveniles volaron o que la nidada fracasó. Las variables registradas fueron el tamaño de postura inicial, número de eclosiones y número de pollos que volaron. Los nidos considerados exitosos fueron aquellos que produjeron al menos un volantón.

Debido a lo reducido del tamaño de muestra en nidos accesibles en algunas localidades y en algunos años, no se pudo analizar la interacción años x localidad para los parámetros de productividad. Por lo tanto, el análisis sobre las variables relacionadas a la productividad se enfoca a evaluar diferencias en productividad entre cuatro localidades, las que de manera simultánea fueron monitoreadas el mismo número de años, combinando los datos del periodo (1998–2001), más que a diferencias en productividad anual entre localidades. Sin embargo, se presentan los datos anuales obtenidos en cada localidad desde 1997 en forma de apéndice. Un análisis detallado sobre la variación anual en productividad de la especie se presenta en Monterrubio *et al.* (2002).

Resultados

Distribución del rango reproductivo

El rango reproductivo actual se encuentra entre los 30° 39" latitud norte en la región noroeste del estado de Chihuahua en la localidad conocida como "Mesa de las Guacamayas", y los 25° 57" latitud norte en Durango en una localidad conocida como "Arroyo de Piedras". En la década de los ochenta se registraron nidos activos para las localidades de Mohinora, Vacas, Camellones y Nevado en el noroeste de Durango (Lanning & Shiflett 1983). Estas áreas fueron visitadas nuevamente entre 1995 y 1998 con la ayuda de Jim Shiflett (autor del estudio de los ochentas) y no se observó anidación o actividad reproductiva en ninguna de estas áreas, los bosques remanentes en esas localidades mostraron evidencia de un manejo extractivo intensivo, algunas partes estaban severamente deforestadas y quemadas. Sin embargo, algunos manchones de bosque permanecen relativamente en buen estado en la zona de anidación histórica conocida como Cocono (N 25° 57' y O 106° 21') al noroeste de Durango. La anidación en esta zona fue confirmada en 1998, cuando se encontraron tres nidos activos que produjeron pollos y se observó una parvada de al menos 35 cotorras serranas. Durante 1997 y 1998, se verificaron las áreas potenciales de "Las Bufas" (24° 21" N:106° 09" O) y una localidad en Sonora conocida como Pico de Guacamayas (30° 01" N:108° 45" O) respectivamente. En ninguna de las dos localidades se verificó anidación de la especie, sin embargo se observaron parvadas de cotorra serrana occidental alimentándose en dichas áreas y los lugareños reportaron visitas frecuentes de parvadas en la primavera y ocasionalmente en invierno (Monterrubio 2000).

Resultados generales del monitoreo

Durante el periodo 1997-2001 se observaron 491 parejas de cotorra serrana en cinco distintas localidades. Del total de parejas activas, 412 (84%) alcanzaron la etapa de incubación. En 162 parejas anidantes se documentó con precisión la suerte de la nidada y el desempeño reproductivo, ya que se encontraron en árboles accesibles que pudieron ser escalados y el interior de la cavidad revisado. Las otras 250 parejas anidantes se encontraron en árboles difíciles de escalar. El área que concentró la mayor actividad reproductiva (1997 a 2001) fue Cebadillas de Bisaloachi, en esta zona se observaron 218 parejas activas (44%) y 195 nidos confirmados (47%). Los nidos se encontraron entre 2520 y 2700 m snm. La segunda concentración más alta de parejas activas y de nidos fue en Madera, con 160 parejas observadas y 133 nidos confirmados (32% ambos), el rango general de elevación de los nidos encontrados fue entre 2480 y 2760 m snm. En las otras tres áreas, la actividad y número de nidos no fue superior a 8% para cada una de ellas (Apéndice 1).

Variación anual de la actividad reproductiva regional 1997-2001

En el periodo 1997 - 2001, se monitoreó de manera simultánea la actividad reproductiva en cuatro áreas y en Madera desde 1998. En todas ellas se observó que la variación anual en el número de parejas activas, era independiente de la localidad, ($\chi^2_{16} = 100.9, P = 0.0001$). Por lo general Cebadillas de Bisaloachi fue el área que concentró la mayor actividad en número de parejas y nidos con excepción del año 2001. En ese año se observó mayor actividad de anidación en Madera, con 98 parejas y 73 nidos confirmados, siendo esta la mayor concentración anual observada para un área específica. La mayoría de las áreas presentaron fluctuaciones a lo largo del periodo de cinco años, sin embargo en el año 2000 se observó un descenso drástico de la actividad en cuatro áreas. El área que presentó la mayor disminución de actividad fue Cebadillas donde alcanzó 50% de disminución con respecto a 1999. Solamente Mesa de Guacamayas mostró una tendencia diferente a la de las demás localidades para ese año (Apéndice 1).

Éxitos de anidación y productividad en nidos accesibles

En los 162 nidos accesibles estudiados de 1997 a 2001, se observaron 446 huevos que produjeron 352 pollos (79%), y se produjeron 270 volantones (76% de pollos eclosionados). De manera general 80% de los nidos accesibles y 60% de los huevos produjeron volantones. Las nidadas promediaron 2.7 huevos, eclosionaron 2.1 pollos y produjeron en promedio 1.6 volantones por nido (Apéndice 2).

Comparación entre localidades

Con la intención de utilizar un diseño balanceado en la comparación entre áreas, solo los datos provenientes de cuatro áreas estudiadas simultáneamente el mismo número de años (1998-2001) fueron utilizados. Aunque en los niveles de éxito de anidación se encontraron diferencias, mínimos en Madera y Cebadillas de Bisaloachi

de 70% y máximos de 90% en Mesa de Guacamayas, estas diferencias no resultaron significativas ($\chi^2_3 = 3.39$, $P = 0.33$). Un parámetro que mostró diferencias significativas, fue el tamaño promedio de nidada. En Cebadillas de Bisaloachi se observó 2.5 huevos/nido, y en San Juanito se registraron 3.2 huevos/nido (Kruskal -Wallis = 8.49, G.L.= 3, $P = 0.03$).

En cuanto al número promedio de eclosiones por nido, los niveles más bajos se observaron en Cebadillas con 2.0 y los más altos en San Juanito con 2.4 (Cuadro 1), estas diferencias no resultaron significativas (Kruskal -Wallis = 2.61, G.L.= 3, $P = 0.45$). En cuanto al número promedio de volantones producidos por nido entre localidades, existieron diferencias de 1.4 en Cebadillas de Bisaloachi a 2.0 en Mesa de Guacamayas y San Juanito, pero no estadísticamente significativas (Kruskal -Wallis = 4.45, G.L.= 3, $P = 0.21$). El porcentaje de eclosiones para este periodo fue de 79% (262 huevos eclosionados de 331 observados), el nivel más bajo se observó en San Juanito con 75%; y el más alto en Mesa de Guacamayas con 83%, los porcentajes de éxito de eclosión no fueron significativos ($\chi^2_3 = 0.93$, $P = 0.81$) (Cuadro 1).

El porcentaje de éxito de volantones entre localidades tampoco mostró diferencias significativas ($\chi^2_3 = 5.16$, $P = 0.16$). En Mesa de Guacamayas se observó el porcentaje más alto con 88% de los pollos alcanzando el estadio de volantón. Por el contrario, el porcentaje más bajo se observó en Cebadillas de Bisaloachi donde 69% de los pollos volaron exitosamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros de desempeño reproductivo en nidos accesibles 1998-2001 por localidad

<i>Parámetros</i>	<i>Mesa de Guacamayas</i>	<i>Madera</i>	<i>Cebadillas</i>	<i>San Juanito</i>
Nidos accesibles	(n = 11)	(n = 48)	(n = 41)	(n = 20)
Éxito de anidación (%)	90	70	70	85
Número de huevos estudiados	30	130	106	65
Tamaño promedio de puesta	2.7 ± 0.9	2.7 ± 0.8	2.5 ± 0.7	3.2 ± 0.9
Porcentaje de eclosiones (%)	83	80	79	75
Promedio de pollos por nido	2.2 ± 0.7	2.1 ± 1.0	2.0 ± 0.9	2.4 ± 1.0
Porcentaje de volantones producidos (%)	88	73	69	81
Promedio de volantones exitosos por nido	2.0 ± 1.0	1.5 ± 1.1	1.4 ± 1.1	2.0 ± 1.1
Volantones producidos por huevo (%)	73	58	54	61

Discusión y conclusiones

En 1983, Lanning & Shiflett publicaron el primer estudio sobre la ecología de la cotorra serrana occidental en el medio silvestre, y es alentador que las dos principales áreas de anidación conocidas (Cebadillas de Bisaloachi y Madera) continúan siendo las dos áreas más importantes para la reproducción de la especie. En el estudio publicado en 1983 ambas áreas concentraron 32 y 23% de los nidos estudiados respectivamente. En la actualidad las mismas áreas presentan concentraciones más elevadas con 44 y 32% de los nidos encontrados. La cotorra serrana occidental requiere de características específicas de los árboles para anidar, que sólo se presentan en bosques maduros o de viejo crecimiento. La más importante es la disponibilidad de árboles vivos o muertos con diámetros de 60 cm y superiores (Monterrubio & Enkerlin 2004). Actualmente no quedan fragmentos grandes de bosques en condiciones de viejo crecimiento a lo largo de la Sierra Madre Occidental, y este factor incidió de manera determinante en la extinción del carpintero imperial (Lammertink *et al.* 1996). Las dos áreas de anidación principales de Cebadillas y Madera no presentan las condiciones prístinas de un bosque de viejo crecimiento, pero son áreas que poseen altas densidades de árboles con dimensiones adecuadas para la anidación, especialmente en especies de árboles con baja importancia comercial como *Pseudotsuga menziessi*, *Pinus ayacahuite* y en Madera de *Populus tremuloides* así como arbolado muerto en pie.

Las demás áreas del noroeste de Durango descritas en los años ochenta (Mohinora, Vacas, Camellones y Nevado) ya no presentan condiciones para la anidación de la especie, las áreas ahora son grandes extensiones de bosque de pinos jóvenes con diámetros menores a 40 cm. No se descarta que en cañadas aisladas existan todavía parejas anidando de manera dispersa, sin embargo no se logró corroborar anidación en ninguna de esas áreas. Es posible que el incremento en la anidación en Cebadillas y Madera sea resultado de una menor disponibilidad de sitios para anidar a escala regional.

Una característica que presentaron todas las áreas de anidación y que coincide con lo registrado históricamente, fue la alta elevación a la cual se encontraron los nidos. En todas las áreas los nidos estaban a más de 2200 m, encontrándose el de menor elevación en Mesa de Guacamayas a los 2210 metros. El rango de elevación para la anidación de la especie continúa siendo en los bosques a las mayores altitudes existentes en la sierra.

Las razones por las cuales la especie anida a tan altas elevaciones todavía se desconocen, pero no están relacionadas directamente con la disponibilidad de sitios de anidación a elevaciones inferiores a los 2000 metros, ya que existe disponibilidad de sitios en bosques de coníferas a esas elevaciones (Snyder *et al.* 1999). Por lo general se han considerado tres hipótesis: 1) la distribución en altas elevaciones de especies de pinos que producen abundantes semillas (*P. ayacahuite*, *P. durangensis*, *P. arizonica* y *P. engelmannii*) (Perry 1991, Cruz-Nieto 1998, Snyder *et al.* 1999); 2) menor depredación de nidos a alta elevación. La influencia de la depredación de

nidos y la disponibilidad de alimento inciden de manera importante en los rasgos de historia de vida de las aves (Martin 1995). La depredación de nidos de la cotorra serrana occidental es considerablemente menor que la reportada para la mayoría de psitácidos que anidan en hábitats tropicales (Skutch 1985, Monterrubio *et al.* 2002), y 3) menor competencia por cavidades para anidar en bosques de altas elevaciones. Se estima que las densidades de cavidades en los bosques templados es mayor que la que ocurre en ambientes tropicales (Gibbs *et al.* 1993).

Variación en la actividad reproductiva

Para el periodo 1997-2001, todas las áreas de anidación mostraron fluctuaciones anuales en la actividad; en el año 2000 se observó un descenso drástico en el número de parejas y nidos. Esta reducción fue de hasta 50%, tanto en el número de parejas que intentaron anidar como en el número de nidos en la mayoría de las zonas de anidación, observándose de manera más marcada en las dos principales áreas de anidación. En ese año, solamente en Mesa de Guacamayas se observó una tendencia diferente a la del resto de las localidades. El descenso en la actividad de anidación podría deberse a una disminución en la disponibilidad de alimento como se ha discutido. Los ciclos de producción de semillas de las especies de pinos que conforman la dieta de la cotorra serrana occidental, presentan fluctuaciones en periodos de tres a cuatro años, existiendo la posibilidad de que en algunos años coincidan varias especies de pinos en fracasar en la producción de semillas, ocurriendo este fenómeno sobre grandes extensiones y afectando varias localidades de anidación que se encuentran en una misma región. Esto ayuda a explicar el declive de la actividad de anidación en el año 2000, observándose una tendencia distinta en Mesa de Guacamayas, la única área apartada geográficamente del resto de las áreas. Si la disponibilidad de alimento es baja en torno a las áreas de anidación, las parejas pueden moverse en busca de otras áreas disponibles. Si no encuentran áreas alternativas para anidar, entonces un porcentaje elevado de la población no se reproduce en los años con baja disponibilidad de alimento, y la anidación sólo ocurre en las pocas áreas remanentes con disponibilidad de sitios.

Desempeño reproductivo

La mayoría de los parámetros reproductivos analizados son similares a los registrados por Lanning & Shiflett (1983). La época de anidación no ha cambiado, tampoco los parámetros reproductivos. El tamaño promedio de nidada resultó ligeramente menor en este estudio, con 2.7 huevos/nido mientras que se documentó 2.9 en el pasado. El número promedio de huevos por nido es en general ligeramente menor que el observado en otros psitácidos neotropicales de un tamaño y peso similar (Enkerlin-Hoefflich 1995). El tamaño promedio observado en *Amazona leucocephala* es 3.6 (Gnam & Rockwell 1992); en *Amazona vittata* es 3.0 y en *Amazona ventralis* es de 2.8 (Snyder *et al.* 1987). Respecto al éxito de anidación, se han documentado en psitácidos neotropicales rangos desde 42% en *Amazona leucocephala bahamensis* (Gnam & Rockwell 1992) a 82% en *Amazona ventralis* (Snyder *et al.* 1987). En especies grandes de

guacamayas como *Ara chloroptera* se documentó un 66% de éxito (Munn 1992). En la cotorra serrana occidental las pérdidas totales fueron poco frecuentes y las tasas de éxito de anidación general de 80%, y local con rangos de 70 a 90%, son entre las más altas documentadas en la mayoría de especies de psitácidos. Las tasas de éxito de anidación documentadas en las áreas de anidación de *R. pachyrhyncha* fueron similares a las tasas observadas en especies excavadoras anidantes de cavidades en bosques similares de Arizona, con varias especies de carpinteros presentando tasas de éxito de anidación de 69 a 100 % (Martin & Li 1992). Respecto a las diferencias entre localidades, con excepción del tamaño promedio de nidada, ninguno de los parámetros estudiados mostró diferencias estadísticamente significativas a pesar de que las localidades mostraron diferencias en cuanto al grado de deterioro de sus bosques. Por lo tanto, las parejas que logran anidar presentan niveles de productividad relativamente constantes y similares entre áreas, a diferencia de lo observado en sus niveles anuales de productividad, existiendo diferencias anuales de productividad importantes en la especie (Monterrubio *et al.* 2002). La especie no presenta diferencias estadísticamente significativas en los principales parámetros reproductivos como resultado de las distintas condiciones de conservación a nivel local de las áreas de anidación. Sin embargo, las condiciones locales de disponibilidad de sitios de anidación dan como resultado diferencias contrastantes en cuanto al número de parejas que anidan localmente cada año, entre áreas con diferente disponibilidad de sitios para anidar, teniendo esto un efecto demográfico importante en el número de parejas anidantes a nivel local y en el reclutamiento de juveniles en las poblaciones locales. Al existir pocas áreas que puedan sustentar altas densidades de parejas anidantes, la especie es más vulnerable a las fluctuaciones anuales en la disponibilidad de alimento, afectando la productividad local (Monterrubio *et al.* 2002) y reduciendo el número de parejas anidando a nivel regional en años con poca producción de semillas de pino, cuya disponibilidad es cíclica (Perry 1991) y algunas veces impredecible (Benkman 1993). Snyder *et al.* (1994) argumentaron los efectos de la disminución en la disponibilidad de alimento en la reproducción y sobrevivencia de parejas de cotorra serrana occidental reintroducidas en bosques de Arizona. Es también previsible que las fluctuaciones se presenten con mayor frecuencia y severidad en paisajes dominados por bosques jóvenes o en áreas bajo explotación forestal intensiva (Benkman 1993) y pueden ayudar a explicar la contracción en el rango de distribución del hábitat de anidación, así como la disminución del tamaño de las poblaciones de la cotorra serrana occidental.

Las prácticas forestales en México incluyen el corte de los pinos, cuando éstos sobrepasan 40 cm DAP, y la remoción del arbolado muerto en pie; en algunas áreas esta remoción es total, existiendo también la supresión de pequeños incendios, los cuales incrementan el riesgo de fuegos catastróficos (Fule & Covington 1997). Todavía se desconoce el grado al cual la reducción en edad de los bosques afecta la disponibilidad de alimento; sin embargo, la reducción en la disponibilidad de sitios de anidación puede reducir la anidación en áreas con alimento cuando éste es escaso en las áreas de anidación con disponibilidad de sitios para anidar. Para proteger a la

especie es importante designar oficialmente como áreas naturales protegidas o como refugios de flora y fauna los dos principales sitios de anidación; implementar la leyes forestales que requieren la retención de un mínimo de arbolado muerto, preferentemente de 60 a 80 cm DAP, por hectárea, y continuar con la prohibición del aprovechamiento de *Pseudotsuga mensiezi* en bosques a elevaciones superiores a 2000 m. Actualmente las dos principales áreas de anidación se encuentran en el proceso de ser declaradas áreas naturales protegidas mediante la implementación de un decreto antiguo para la región de Cebadillas que declaraba a la zona como una Reserva Forestal Federal. El área de anidación de Madera está en el proceso de ser declarada Área Natural Protegida. Aunque la protección de la zonas de anidación es un primer paso, es importante que se den acciones de conservación a nivel paisaje, mediante un cambio en los manejos forestales, la restauración de sitios de anidación históricos y el incremento de los fragmentos de bosque de viejo crecimiento a lo largo de la Sierra Madre Occidental.

Agradecimientos. Esta investigación no hubiera sido posible sin el apoyo y colaboración de múltiples personas e instituciones. De manera particular apreciamos la ayuda y asesoría del Dr. Noel Snyder a lo largo de los años de trabajo de campo. Deseamos expresar nuestro agradecimiento a Jim Shiflett, Miguel Ángel Cruz Nieto, Javier Cruz Nieto, Diana Venegas Holguín, Claudia Macías Caballero y Gabriela Ortiz Maciel. El apoyo financiero ha sido proporcionado por muchas organizaciones a lo largo de los años del proyecto. Agradecemos a CONABIO, al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, al American Zoo and Aquarium Association, al Sacramento Zoo, a National Fish and Wildlife Foundation, al Arizona Game and Fish Department, a USFWS/SEMARNAT en su programa de Conservación de la Biodiversidad y a Wildlife Preservation Trust. Sinceramente agradecemos el aporte financiero y administrativo proporcionado por el Centro de Calidad Ambiental del Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey (ITESM); a CONACyT el apoyo de beca doctoral a Tiberio Monterrubio (92981) y el del Fondo Sectorial Ambiental SEMARNAT-CONACyT que nos permite continuar con la investigación sobre especies prioritarias de psitácidos. Por último, a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y a la Coordinación de Investigación Científica su contribución económica y las facilidades para continuar el trabajo de campo, y a dos revisores anónimos cuyas sugerencias contribuyeron a mejorar el manuscrito.

Literatura citada

- BEISSINGER, S. R., & H. E. BUCHER. 1992. Sustainable harvesting of parrots for conservation. *In: S.R. Beissinger & N. F. R. Snyder (eds.). New World parrots in crisis.* Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., pp. 73-115.
- BENKMAN, C. 1993. Logging, conifers, and the conservation of crossbills. *Conservation Biology* 7:473-479.
- CRUZ-NIETO, M. A. 1998. *Caracterización de las áreas de anidación y biología de nidos de la cotorra Serrana Occidental (Rhyncopsitta pachyrhyncha): implicaciones de manejo de los bosques*

- templados de México*. Tesis de maestría, Centro de Calidad Ambiental. Instituto Tecnológico de Monterrey, Nuevo León.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 2002. NOM-059-ECOL-2001. *Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestre - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo*, 6 de marzo 2002.
- ENKERLIN-HOEFLICH, E. C. 1995. *Comparative ecology and reproductive biology of three species of Amazona parrots in northeastern Mexico*. Ph. D. Dissertation. Texas A&M University, College Station.
- FORSHAW, J. M. 1989. *Parrots of the world*. Lansdowne, Australia.
- FULE, P. Z. & W. W. COVINGTON. 1997. Fire regimes and forest structure in the Sierra Madre Occidental, Durango, Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 41:43-79.
- GILDARDI, D. J. & C. A. MUNN. 1998. Patterns of activity, flocking, and habitat use in parrots of the Peruvian Amazon. *The Condor* 100:641-653.
- GIBBS, J. P., M. L. HUNTER JR. & S. M. MELVIN. 1993. Snag availability and communities of cavity nesting birds in tropical versus temperate forests. *Biotropica* 25 :236-241.
- GNAM, R. & R. F. ROCKWELL. 1992. Reproductive potential and output of the Bahama Parrot *Amazona leucocephala bahamensis*. *Ibis* 133:400-405.
- JUNIPER, P. & M. PARR. 1998. *Parrots: a guide to parrots of the world*. Yale University Press, New Heaven.
- LAMMERTINK, J. M., J. A. ROJAS-TOME, F. M. CASILLAS-ORONA & R. L. OTTO. 1996. *Status and conservation of old-growth forests and endemic birds in the pine-oak zone of the Sierra Madre Occidental, Mexico*. Institute for Systematics and Population Biology (Zoological Museum) University of Amsterdam.
- LANNING, D. V. & J. T. SHIFLETT. 1983. Nesting ecology of Thick-billed Parrots. *The Condor* 85:66-73.
- MARTIN, T. E. 1995. Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food. *Ecological Monographs* 65:101-127.
- MARTIN, T. E. & L. PINGGJUN. 1992. Life history traits of open vs. cavity nesting birds. *Ecology* 73:579-592.
- MONTERRUBIO-RICO, T. & E. ENKERLIN-HOEFLICH. 2004. Present use and characteristics of Thick-billed Parrot nest sites in Northwestern Mexico. *The Journal of Field Ornithology* 75: 96 – 103.
- MONTERRUBIO, T., E. ENKERLIN-HOEFLICH & R.B. HAMILTON. 2002. Productivity and nesting success of Thick-billed Parrots. *The Condor* 104:788-794.
- MONTERRUBIO-RICO, T. C. 2000. *Evaluating productivity, nesting success and conservation of Thick-billed Parrots*. Ph.D. dissertation, Louisiana State University, Baton Rouge.
- MUNN, C. A. 1992. Macaw biology and ecotourism, or "When a bird in the bush is worth two in the Hand". In: S. R. Beissinger & N. F. R. Snyder (eds.) *New World parrots in crisis*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., pp. 47-72
- PERRY, J.P. JR. 1991. *The pines of Mexico and Central America*. Timber Press, Oregon.
- SKUTCH, A. F. 1985. Clutch size, nesting success, and predation on nests of neotropical birds, reviewed. *Ornithological Monographs* 36:575-594.
- STOTZ, D. F., J. W. FITZPATRICK, T. A. PARKER III & D.K. MOSKOVITS. 1996. *Neotropical birds. ecology and conservation*. University of Chicago Press, Illinois.
- SNYDER, N. F. R., E. C. ENKERLIN-HOEFLICH & M.A. CRUZ-NIETO. 1999. Account # 411: Thick-billed Parrot, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. In: F. B. Gill & A. Poole (eds.) *The birds of North*

America. The American Ornithologists' Union and The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Pennsylvania.

SNYDER, N. F. R., S. E. KOENIG, J. KOSCHMAN, H. A. SNYDER & T. B. JOHNSON. 1994. Thick-billed Parrot releases in Arizona. *The Condor* 96:845-862.

SNYDER, N. F. R., J. W. WILEY & C. B. KEPLER. 1987. *The Parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican Parrot*. Western Foundation of Vertebrate Zoology, Los Angeles, California.

Recibido: 28.X.2003.

Aceptado: 15.XII.2003.

Apéndice 1. Actividad anual de *Rhynchopsitta pachyrhyncha* por localidad. Los nidos accesibles proporcionaron datos sobre productividad.

Años	Mesa de Guacamayas	Madera	Cebadillas de Bisaloachi	Vallecillo	San Juanito
2001					
Nidos accesibles	3	31	9	0	6
Nidos inaccesibles	3	42	21	2	6
Parejas no anidantes	8	25	17	7	9
2000					
Nidos accesibles	2	8	2	0	3
Nidos inaccesibles	5	8	16	3	0
Parejas no anidantes	0	0	0	0	0
1999					
Nidos accesibles	2	5	11	0	5
Nidos inaccesibles	1	19	25	3	1
Parejas no anidantes	0	2	3	2	0
1998					
Nidos accesibles	4	4	19	4	6
Nidos inaccesibles	3	16	39	1	0
Parejas no anidantes	0	0	2	1	0
1997					
Nidos accesibles	7	ND	21	7	3
Nidos inaccesibles	2		31	1	1
Parejas no anidantes	0		2	2	0
Total por localidad (1997-2001)					
Nidos accesibles	18	48	62	11	23
Nidos inaccesibles	14	85	132	10	8
Parejas no anidantes	8	27	24	12	9

Apéndice 2. Productividad anual de *Rhynchopsitta pachyrhyncha* por localidad, valores promedio en paréntesis.

Años	Mesa de Guacamayas	Madera	Cebadillas de Bisaloachi	Vallecillo	San Juanito
2001					
Núm. nidos	3	31	9	0	6
Huevos	7 (2.3)	88 (2.8)	23 (2.5)	0	21 (3.5)
Pollos	6 (2.0)	66 (2.1)	21 (2.3)	0	16 (2.6)
Volantones	4 (1.3)	51 (1.5)	19 (2.1)	0	16 (2.6)
2000					
Núm. nidos	2	8	2	0	3
Huevos	5 (2.5)	16 (2)	6 (3)	0	8 (2.6)
Pollos	4 (2)	13 (1.6)	6 (3)	0	5 (1.6)
Volantones	4 (2)	5 (.6)	2 (1)	0	5 (1.6)
1999					
Núm. nidos	2	5	11	0	5
Huevos	5 (2.5)	15 (3)	30 (2.7)	0	16 (3.2)
Pollos	4 (2)	15 (3)	18 (1.6)	0	12 (2.4)
Volantones	4 (2)	13 (2.6)	6 (.5)	0	7 (1.4)
1998					
Núm. nidos	4	4	19	4	6
Huevos	14 (3.5)	11 (2.8)	47 (2.5)	12 (3)	20 (3.3)
Pollos	11 (2.8)	10 (2.5)	39 (2.0)	11 (2.7)	16 (2.6)
Volantones	10 (2.5)	7 (1.8)	32 (1.7)	11 (2.7)	12 (2.0)
1997					
Núm. nidos	7		21	7	3
Huevos	19 (2.7)	ND	54 (2.6)	20 (2.9)	10 (3.3)
Pollos	17 (2.4)		44 (2.0)	13 (1.9)	5 (1.7)
Volantones	17 (2.4)		31 (1.5)	10 (1.4)	5 (1.7)