

ORNITOLOGIA NEOTROPICAL 21: 463–477, 2010  
© The Neotropical Ornithological Society

## ECOLOGÍA DE FORRAJEО DEL PERIQUITO DE SANTA MARTA (*PYRRHURA VIRIDICATA*) EN LA CUCHILLA DE SAN LORENZO, SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA

Esteban Botero-Delgado<sup>1,2</sup>, Juan Carlos Verhelst<sup>1,2</sup>, & Carlos Andrés Páez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Fundación ProAves, Carrera 20 36 – 61, Bogotá DC, Colombia. *E-mail:*  
eboterod@gmail.com

**Abstract.** – Foraging ecology of the Santa Marta Parakeet (*Pyrrhura viridicata*) in the San Lorenzo Ridge, Santa Marta Mountains. – We studied foraging behavior, diet composition, and diet variation in the Santa Marta Parakeet (*Pyrrhura viridicata*), an endemic species from Colombia listed as endangered (EN). We documented the use of 11 plant species between July and December of 2006 on the San Lorenzo Ridge, in the Santa Marta Mountains. The most frequently consumed species were *Croton* aff. *bogotanus* (Euphorbiaceae) (18.8%), *Sapium* sp. (Euphorbiaceae) (18.8%), and *Lepechinia bullata* (Lamiaceae) (15.91%), and we found a restricted diet composition in periods when these resources were used. Niche breadth apparently responded to changes in food abundance, suggesting that the species exhibits ecological flexibility. The species showed high group cohesion during foraging and searching strategies. Foraging maneuvers depended on the plant consumed and specific parts of the plant selected. Like other congeners, this species appears to be polyphagous and ecologically flexible, although it has a stereotyped behavior in evolutionary terms. The use of altered vegetation for foraging could facilitate conservation.

**Resumen.** – Estudiamos el comportamiento de forrajeo, la composición y variaciones de la dieta en el Periquito de Santa Marta (*Pyrrhura viridicata*), una especie endémica de Colombia y catalogada en peligro (EN). Reportamos el consumo de 11 especies vegetales entre julio y diciembre de 2006 en la cuchilla de San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta. Las especies consumidas con mayor frecuencia fueron *Croton* aff. *bogotanus* (Euphorbiaceae) (18.8%), *Sapium* sp. (Euphorbiaceae) (18.8%) y *Lepechinia bullata* (Lamiaceae) (15.91%), y encontramos que los periodos donde estos recursos fueron usados la dieta fue más restringida. La amplitud del nicho respondió de manera cambiante ante variaciones en la abundancia del alimento, sugiriendo que la especie exhibe cierta flexibilidad ecológica. La especie mostró alta cohesión de grupo durante el forrajeo, y estrategias de búsqueda y maniobras de consumo que dependen de la planta y la parte consumida. Al igual que otros congéneres, esta ave parece ser polífaga y ecológicamente flexible, aunque presenta un comportamiento estereotipado en

<sup>2</sup>Dirección actual: SELVA: Investigación para la conservación en el Neotrópico, Calle 41 26B-58, Bogotá DC, Colombia.

términos evolutivos. El uso de vegetación alterada para el forrajeo podría ayudar en su conservación. *Aceptado el 18 de agosto de 2010.*

**Key words:** Conservation, diet, foraging behavior, ecology, *Pyrrhura viridicata*.

## INTRODUCCIÓN

Una de las dificultades para formular planes de conservación para los loros (familia Psittacidae) es el escaso conocimiento de la historia natural de la mayoría de sus especies (Quevedo-Gil *et al.* 2006, Botero-Delgadillo & Páez en prensa). Siendo una de las familias más amenazadas por destrucción y fragmentación de hábitat (Collar 1997), la información concerniente al uso de recursos y su relación con los mismos ha sido considerada imprescindible para que las medidas a tomar sean realmente eficientes (Garshelis 2000, Quevedo-Gil *et al.* 2006, Matuzak *et al.* 2008). Si bien los loros son tradicionalmente considerados granívoros y frugívoros, algunos estudios revelan hábitos poco documentados que particularizan la ecología de especies o géneros enteros (Forshaw 1989, Pizo *et al.* 1997). Por tanto, la falta de información detallada respecto a la dieta, ecología y comportamiento de forrajeo para casi el 75% de las especies de la familia es una situación que requiere urgente atención (Collar 1998).

Una especie de psitácido amenazada y con escasa información es el Periquito de Santa Marta (*Pyrrhura viridicata*), categorizada en peligro (EN) y endémica de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia (Rodríguez-Mahecha & Renjifo 2002). Debido a su distribución geográfica restringida, el reducido tamaño poblacional, desconocimiento general, y la falta de una estrategia de conservación (Rodríguez-Mahecha & Renjifo 2002), se desarrolló un programa de monitoreo base para la toma de decisiones (Quevedo-Gil 2006). Dentro de este, se han llevado a cabo estudios preliminares sobre la ecología de la especie (Tamaris 2004, Oliveros-Salas 2005), y otros más detallados sobre caracterización y

uso del hábitat en la cuchilla de San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta (Botero-Delgadillo & Verhelst en prensa). No obstante los recientes esfuerzos, el conocimiento sobre la ecología de forrajeo y la dieta es casi nulo (Tamaris 2004, Oliveros-Salas 2005); complementar esta información permitirá conocer algunos aspectos ecológicos aún ignorados, y comprender la relación entre la especie y los recursos alimenticios.

Como parte de este programa de investigación, llevamos a cabo un estudio de seis meses para describir la constitución de la dieta del periquito y su variación durante dicho período; la relación entre los recursos y el consumo por parte del ave, y su comportamiento de forrajeo. A partir de los resultados analizamos y discutimos las potenciales implicaciones ecológicas y comportamentales para su conservación.

## MÉTODOS

*Área de estudio.* El estudio tuvo lugar en la cuchilla de San Lorenzo, flanco nor-occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Los muestreos fueron llevados a cabo dentro de la Reserva Natural "El Dorado" de la Fundación ProAves (11°06'N, 74°03'O) y el sector de Cerro Kennedy (11°06'N, 74°02'O), localidad típica de la especie. Estas zonas se encuentran ubicadas en un área de importancia para la conservación de las aves (AICA) y un área de endemismo (EBA): el AICA San Lorenzo-Río Toribío y el EBA 036 (Franco & Bravo 2005). Dicho sector es uno de los más amenazados del macizo con un alto grado de perturbación y elevados valores de impacto humano (Fundación Pro Sierra Nevada de Santa Marta 1998).

El área de estudio se ubicó en el flanco más húmedo de la sierra, el cual presenta una temperatura media anual de 18°C, una humedad relativa promedio de 81,3% y una precipitación media anual de 3000 mm; la tendencia dominante es hacia una época lluviosa y un pequeño descenso de las lluvias en julio, un ascenso para septiembre y octubre y una marcada época seca entre diciembre y abril (Fundación Pro Sierra Nevada de Santa Marta 1998). Este trabajo fue realizado entre los 1985 y 2600 m s.n.m. de elevación y en ambos flancos de la cuchilla de San Lorenzo.

*Documentación de dieta y forrajeo.* Entre julio y diciembre de 2006, se emplearon observaciones directas como método único para obtener la información (Rosenberg & Cooper 1990). Las observaciones fueron realizadas por un solo observador durante conteos en puntos ventajosos entre las 05:30 y las 08:00 h, 12 días al mes ( $n = 72$ ). Aunque los puntos ventajosos fueron empleados para objetivos diferentes a los de este trabajo, fueron aprovechados para documentar el comportamiento de la especie; fueron seleccionados cuatro lugares con amplia visibilidad, cada uno visitado tres veces por mes. Durante los 12 días de conteos y seis días adicionales (18 días en total), se realizaron recorridos de 4 km en busca de los individuos desde las 08:00 y hasta las 13:00 h; fueron escogidos tres trayectos para cubrir toda el área de estudio de manera equitativa, utilizando cada uno de estos seis veces por mes.

Una vez observados los grupos forrajeando, registramos la especie vegetal, la porción consumida y el número de individuos. Utilizamos barridos para documentar un patrón general de agrupación de las bandadas; posteriormente, realizamos un muestreo secuencial, seleccionando un individuo al azar para describir la secuencia de eventos y su duración, la maniobra y estrategia de forrajeo (Altmann 1973). Para asegurar la independen-

cia de los registros al estimar las frecuencias de los comportamientos, solo empleamos las observaciones iniciales durante el análisis (Bell *et al.* 1990). Categorizamos cada comportamiento siguiendo el esquema de clasificación de Remsen & Robinson (1990) para aves terrestres, con el fin de evitar la presencia de demasiadas categorías.

Finalmente, llevamos a cabo un seguimiento no sistemático de la fenología de las plantas registradas como alimento del periquito en años anteriores (Tamaris 2004, Oliveros-Salas 2005). Durante los recorridos para buscar encuentros con las aves, registramos la presencia o ausencia de las partes consumidas (e.g., frutos) en todos los individuos avistados de las especies vegetales involucradas. Marcando diez individuos, reportamos mensualmente la presencia del recurso siempre y cuando siete o más plantas manifestaran la producción del ítem comestible (i.e., el 70% o más de la muestra evaluada). Este porcentaje fue escogido para asegurar una adecuada representatividad del fenómeno, dado el reducido tamaño de la muestra por especie vegetal.

*Análisis de datos.* Con el fin de obtener las frecuencias de observación de las categorías encontradas o preestablecidas del ítem consumido y el comportamiento, empleamos análisis descriptivos; utilizamos la prueba de Chi cuadrado para evaluar la distribución de frecuencias en cada clase o categoría y probar la hipótesis nula de “no diferencias” (Raphael & Maurer 1990). Esto permitió identificar el recurso más consumido y su proporción. Usamos el índice de amplitud de nicho de Levins para evaluar la discriminación entre recursos alimenticios durante todo el semestre y para cada uno de los meses (Krebs 1989, Beltzer *et al.* 1991). Los valores mensuales de los índices fueron comparados con la presencia o ausencia de las plantas registradas en el seguimiento fenológico descrito antes.

Para comparar la variación en la amplitud de la dieta entre los meses, incluimos los datos sobre dieta de un monitoreo realizado entre noviembre de 2005 y abril de 2006, con el fin de comparar los valores de dicho trabajo y nuestro estudio; los datos crudos fueron gentilmente compartidos por el autor, quien obtuvo las observaciones de consumo de la misma manera empleada por nosotros (Oliveros-Salas 2005). Con el fin de describir la variación temporal del uso de recursos, agrupamos datos de ambos estudios, contrastamos los valores del índice mes a mes y construimos un dendrograma basado en el índice de similitud de Bray-Curtis con un método de unión simple (Krebs 1989). Para confirmar que el agrupamiento no fuese un artefacto del orden de introducción de los datos, varios árboles fueron creados con los datos organizados aleatoriamente. Debido a que en el estudio anterior no se realizó un seguimiento fenológico (Oliveros-Salas 2005), la búsqueda de relaciones entre presencia del recurso y amplitud de nicho se limitó a nuestros datos.

Con el fin de agrupar en un espacio multivariado las especies vegetales que hicieron parte de la dieta del periquito, buscamos posibles relaciones entre la parte consumida (e.g., frutos, flores, semillas, entre otros), la estrategia usada por los individuos para alcanzar el alimento y el tipo de maniobra para consumirlo. Las categorías de los datos de maniobra y consumo fueron definidas una vez finalizó el estudio, y al igual que la parte consumida, fueron variables nominales; debido a esto, empleamos un análisis de correspondencias múltiple (ACM) (Brown 1998, Zar 1999). Para los análisis utilizamos gráficos bidimensionales; no obstante, para la interpretación de las relaciones entre las plantas, usamos un gráfico marginal que permitiera visualizar únicamente las especies vegetales (Zar 1999). La posición de las especies vegetales y su aso-

ciación con las otras variables de comportamiento del periquito se describió en los resultados.

## RESULTADOS

*Composición de la dieta y variación temporal.* Si bien el total de especies vegetales consumidas reportadas sobrepasa las 20 (Tamaris 2004, Oliveros-Salas 2005), durante el semestre solo observamos el consumo de 11 (Fig. 1). Cuatro de estas fueron nuevos reportes: *Cupressus sempervirens* (Cupressaceae), *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Miconia* sp. (Melastomataceae) y *Sapium* sp. (Euphorbiaceae). De las 11 especies utilizadas, *Sapium* sp. (Euphorbiaceae), *Croton* aff. *bogotanus* (Euphorbiaceae) y *Lepechinia bullata* (Lamiaceae) fueron las más consumidas, mientras la frecuencia de aparición de las demás se distribuyó de manera relativamente uniforme (Fig. 1). Con un total de 86 observaciones, las flores representaron el 43,2% del total de partes consumidas; las semillas, un 31,8%; los frutos, un 11,4%; y los pecíolos de *Podocarpus oleifolius* (Podocarpaceae) y el talo de *Usnea* sp. (Usneaceae), 6,8% cada uno. Además, registramos el uso continuo de la bromelia *Tillandsia callouira* como bebedero.

Conociendo cerca de 23 especies usadas por el periquito, mediante la frecuencia de consumo de cada planta durante el semestre obtuvimos un valor estandarizado del índice de Levins de 0,3, siendo 1 el máximo. Este es un valor bajo, mostrando que la especie solo utilizó 11 de los 23 recursos conocidos. Aunque los individuos pueden haber consumido otras especies no registradas, es posible que haya sido en una muy baja proporción, ya que de otro modo la probabilidad de inclusión en la muestra habría sido más alta.

Durante el segundo semestre de 2006, los meses con más registros de forrajeo fueron julio con 16 y diciembre con 15, seguidos de agosto, septiembre y octubre con 14, y final-

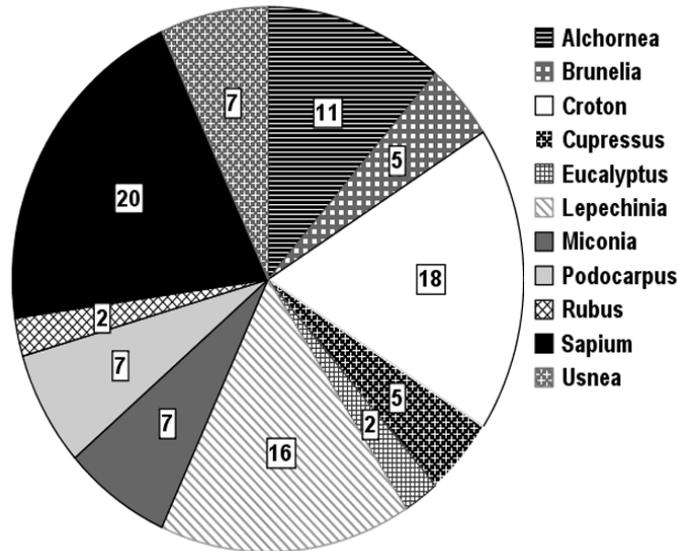


FIG. 1. Proporción de consumo de las 11 especies reportadas para *Pyrrhura viridicata* entre julio y diciembre de 2006 en San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta. El porcentaje se indica dentro de cada sección.

mente noviembre con 13. En el estudio llevado a cabo el semestre anterior, el autor obtuvo 113 avistamientos, que se distribuyeron de la siguiente manera: en los meses del año 2006 se obtuvieron 29 registros en el mes de febrero, 18 en enero y abril y 14 en marzo; en la parte desarrollada en 2005, diciembre presentó 15 observaciones y noviembre 10.

En el análisis de la composición dietaria en ambos estudios, observamos variaciones en el número de especies ingeridas de un mes a otro, pero siempre con una o dos plantas dominantes (Fig. 2A). De la misma forma, notamos un patrón de baja amplitud de nicho durante un alto consumo de *Sapium* sp., *C. aff. bogotanus* o *L. bullata*, probablemente las plantas más importantes a lo largo del año y sesgadamente consumidas durante su presencia (ver Fig. 2B para segundo semestre). Ante la ausencia de alguna de estas tres en la dieta, el número de plantas consumidas aumentó, y por ende, la amplitud del nicho (Fig. 2). Un aspecto llamativo en la distribución de las frecuencias de consumo fue la presencia de

pocas especies ingeridas hacia fines de 2005 y 2006 (noviembre y diciembre), con un máximo de cinco ítems distintos en diciembre de 2005 y un mínimo de dos en noviembre de ese mismo año y diciembre de 2006 (Fig. 2).

Agrupando los meses de todo el año mediante el índice de Bray-Curtis, notamos que agosto se diferenció en un 77% del resto del grupo, dividido a su vez en dos clados con similitud del 36% (Fig. 3). En el primer clado encontramos una agrupación bien definida, conformada por los cuatro primeros meses del estudio anterior y los dos últimos del presente trabajo; pese a que estos grupos se ubicaron a una distancia considerable, mostraron algunas especies y frecuencias de consumo en común (Fig. 3). En el segundo clado, abril se separó rápidamente de los otros cuatro meses, ya que el alto consumo de *Tetrorchidium* sp. y el uso de *Caliptrantes lozanoi* no se repitió en otro mes (Fig. 3). En la última agrupación, *Croton aff. bogotanus*, *Alchornea* sp. y *Sapium* sp. se relacionaron con los cuatro meses, aunque la presencia única de *Sapium* sp. en sep-

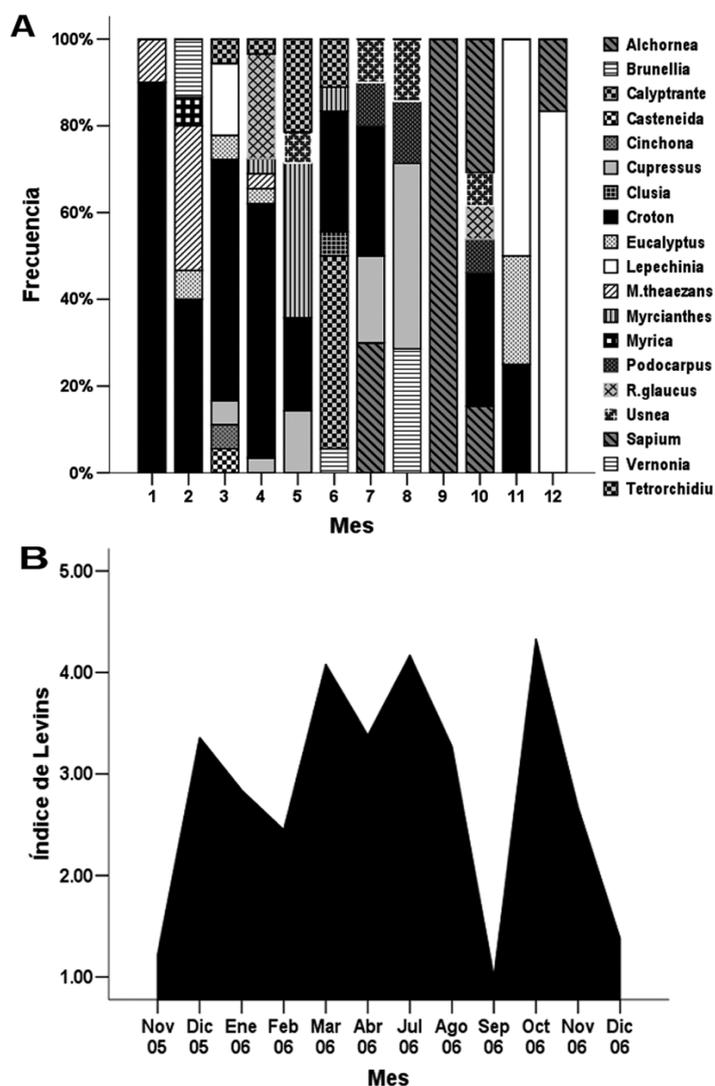


FIG. 2. Detalle de la dinámica temporal de la composición de la dieta y el índice de amplitud de nicho para *Pyrrhura viridicata* en San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta. (A) Proporción de consumo de todas las especies registradas durante un año comprendido entre noviembre 2005 a abril 2006 y julio a diciembre de 2006. (B) Variación temporal del índice de amplitud de nicho a lo largo de los doce meses. Los números en la gráfica de arriba se corresponden con los meses de la gráfica de abajo.

tiembre lo diferenció de los otros tres en un 53% (Fig. 3).

*Comportamiento de forrajeo y relación con los recursos.* Registramos periquitos forrajeando entre

las 05:30 y las 12:00 h, encontrando la mayor frecuencia entre las 06:00 y las 08:00 h. La moda correspondió a las 07:00 h con el 34,1% de observaciones, seguida de las 06:00 (20,5%), las 08:00 (15,9%) y las 09:00 h

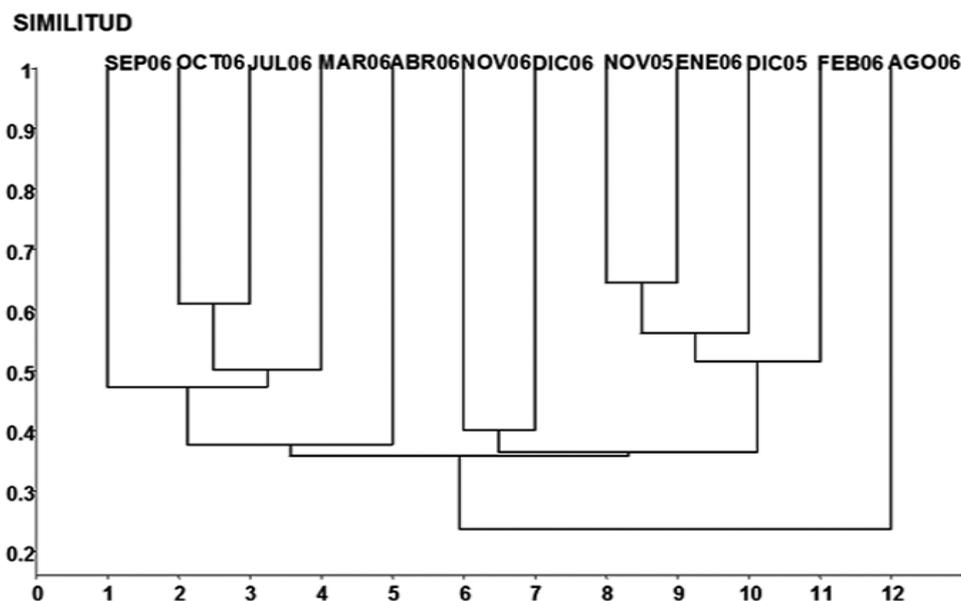


FIG. 3. Similitud en la composición de la dieta de *Pyrrhura viridicata* en San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta para 12 meses comprendidos entre noviembre 2005 a abril 2006 y julio a diciembre de 2006. Dendrograma construido con el índice de similitud de Bray-Curtis para todas las observaciones.

(13,6%). El tamaño de grupos de forrajeo fue en promedio y con mayor frecuencia de 10 individuos  $\pm$  9,89, con un rango que varió entre 1 a 68 aves (obtuvimos un registro de hasta 68 individuos en noviembre). Pese a esto, la distribución de los datos mostró una elevada frecuencia acumulada de registros entre uno a 20, indicando que los grupos no suelen superar este tamaño.

En los eventos de forrajeo, los grupos se comportaron de manera dinámica, con individuos moviéndose entre los estratos verticales de la vegetación y entre ramas expuestas o cercanas al tronco. Las bandadas se agruparon de distintas maneras, aunque en general, mantuvieron cierta cohesión; solo en escasas ocasiones se disgregaron, especialmente al encontrarse en árboles de troncos amplios y copas grandes. Adicionalmente, notamos una tendencia hacia grupos menos ordenados en bandadas más grandes, donde los individuos

mantenían mayores distancias entre sí. En tales ocasiones, algunas aves llegaban a forrajeo en el follaje de árboles adyacentes.

Durante la alimentación observamos tres comportamientos para conseguir el alimento, denominadas alcanzar (Alc), suspensión caída abajo temporal (cuando solo lo hizo para alcanzar el ítem) (STem) y suspensión caída abajo permanente (ingirió en esa posición) (SPer) (ver Métodos) (Fig. 4). Suponiendo un escenario de mayor eficiencia al forrajeo, se esperó que en más de la mitad de los registros las aves emplearan la maniobra Alc; la prueba de Chi cuadrado confirmó dicha conjetura ( $X^2 = 0,900$ ,  $P = 0,638$ ), ya que la maniobra se observó en un 84%, mientras que SPer y STem solo representaron el 10 y el 6% respectivamente. Una vez conseguido el alimento, los individuos consumieron el ítem de tres maneras: picar, sujetar y picar, y sujetar y romper en caso que fragmentara el objeto (Fig. 4).

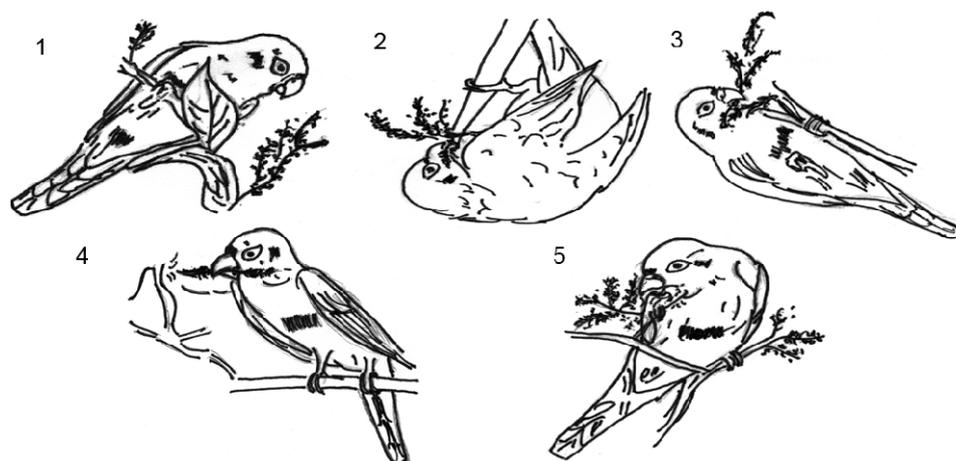


FIG. 4. Maniobras empleadas por *Pyrrhura viridicata* para alcanzar el alimento y para consumirlo: alcanzar (1), suspensión permanente (2), suspensión temporal (3); picar (4) y sujetar y picar o sujetar y romper (5).

Nuevamente bajo el supuesto de máximo rendimiento energético, la prueba de Chi cuadrado reveló un porcentaje alto para picar (77,78%) y uno bajo para sujetar y romper (3,71%), y una frecuencia de sujetar y picar más alta de lo esperado (18,52%) ( $X^2 = 7,594$ ,  $P = 0,022$ ).

El análisis de correspondencias múltiples (ACM) utilizado para explorar posibles asociaciones entre variables de comportamiento y la parte vegetal consumida, explicó el 83,23% de la varianza total mediante dos dimensiones. Observamos altas correlaciones de la especie vegetal con la parte ingerida (0,90), con el tipo de consumo (0,81) y con la maniobra para alcanzar el ítem (0,72). La parte consumida y el tipo de consumo mostraron altos valores para discriminar entre las especies tanto en la primera dimensión (0,86 y 0,722) como en la segunda (0,70 y 0,68), mientras que la maniobra para alcanzar el alimento solo fue importante en la segunda dimensión (0,67). Esto quiere decir, que en ambos ejes, valores cercanos a cero representaron mayor facilidad de consumo. El gráfico bidimensional que marginó la variable de especies reveló cuatro agrupaciones formadas

por las once plantas presentes en la dieta. El primero fue conformado por *C. aff. bogotanus*, *L. bullata* y *Sapium* sp.; según el análisis, fueron especies de fácil adquisición y consumidas por medio de una estrategia más sencilla, como el caso de picar (Fig. 5). El segundo grupo se conformó por *P. oleifolius*, *Miconia* sp. y *Usnea* sp., especies de dificultad intermedia para ser alcanzadas, y que pese a ser ítems abundantes, el periquito pareció ser selectivo al momento de consumirlos (e.g., pecíolos de *P. oleifolius* pueden encontrarse en toda la planta, pero no todas las hojas se encontrarán en el estado deseado); principalmente usó la maniobra Alc (alcanzar) combinada con alguna suspensión, sin ser necesario manipularlos (Fig. 5). El tercer grupo estuvo formado por *Eucalyptus* sp., *R. glaucus*, *B. integrifolia* y *C. sempervirens*, ya que todas requirieron maniobras complejas para su adquisición (SPer o STem); no obstante, las dos primeras fueron consumidas de manera sencilla, al tratarse de flores y frutos. Las otras dos, al involucrar semillas, requirieron de la manipulación con una extremidad (sujetar y picar), lo que explica su leve separación de las dos primeras en el análisis (Fig. 5). El cuarto grupo estuvo

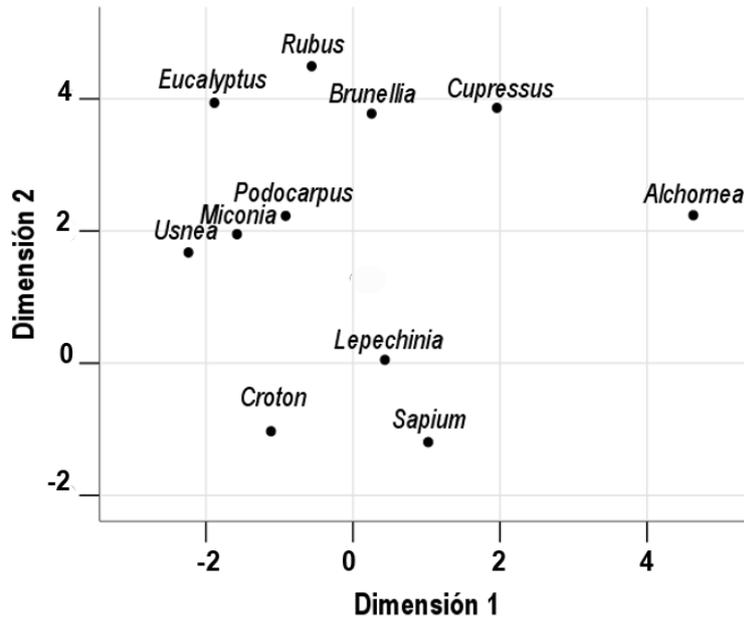


FIG. 5. Gráfico bidimensional marginal para la variable “especie vegetal consumida” a partir de un análisis de correspondencias múltiple. A partir de la relación entre la porción consumida, la estrategia para alcanzar el ítem y el comportamiento para consumirlo se ubicaron las 11 plantas presentes en la dieta de *Pyrrhura viridicata* en un espacio multivariado. En ambos ejes, valores cercanos a cero representaron mayor facilidad de consumo.

conformado por *A. triplinervia* (Fig. 5), que pese a no requerir de maniobras complejas para alcanzar los frutos, debió ser sujeta y posteriormente fragmentada; esta fue la única planta de la cual fueron consumidos dos ítems de manera aparentemente discriminativa (frutos, semillas o ambos), siendo necesaria su fragmentación para la búsqueda de la semilla.

DISCUSIÓN

*Dieta e implicaciones ecológicas.* En general, *C. aff. bogotanus* fue la planta más consumida en el semestre y a lo largo del año en la cuchilla de San Lorenzo. Pese a que el consumo de sus frutos ha sido reportado anteriormente (Tamaris 2004, Oliveros-Salas 2005), fue el consumo de sus inflorescencias y las de *L. bullata* lo que se asoció a la elevada presencia

de flores en las observaciones. Aunque la ingesta de flores ha sido reportada en otras especies del género asociadas a bosques húmedos, como *Pyrrhura picta*, *P. perlata* (Roth 1984) y *P. albigpectus* (Krabbe & Sornoza 1994), el elevado consumo observado por nosotros es un aspecto poco documentado. Si bien esto puede obedecer a múltiples causas, incluyendo limitaciones metodológicas, se ha observado que en especies como *Pionus maximiliani*, *Pyrrhura frontalis*, *P. molinae* y *P. pyrrhura* que habitan en bosques semidescuidos, el consumo de flores se asocia a cambios marcados en el clima y la fenología de las especies vegetales (Galetti 1993, Olmos *et al.* 1997, Kristoch & Marcondes-Machado 2001, Ragusa-Netto 2007).

Además de una alta inclusión de flores, las semillas fueron otro recurso frecuentemente

consumido; esto no resultó inesperado, dada la alta representatividad de estos ítems en las dietas de los Psitácidos (Janzen 1981, Toyne *et al.* 1992, Galetti 1993, Kristoch & Marcondes-Machado 2001, Renton 2001). Esto nos permitiría sugerir que al igual que otras especies, el periquito podría desempeñar un papel importante en la dinámica poblacional de algunas plantas (e.g., *Sapium* sp. y *A. triplinervia*), siendo un potencial depredador de semillas pre dispersión.

La frecuencia de consumo de hojas resultó llamativa, aunque la folivoría es un comportamiento anteriormente reportado para otros miembros del género *Pyrrhura* (Kristoch & Marcondes-Machado 2001). En el caso de nuestro estudio, la especie consumió pecíolos de *Podocarpus oleifolius* y tejidos constitutivos de *Usnea* sp. (talo), componiendo hasta el 13,6% de los registros de forrajeo. De modo similar, un estudio de dieta realizado en Brasil reporta que el 25,0% de las observaciones de forrajeo en *P. frontalis* correspondieron a hojas, mientras que la ingesta de *Usnea barbata* significó el 1,45% (Kristoch & Marcondes-Machado 2001). A pesar de las diferencias en los porcentajes, los datos de estas especies sugieren que la inclusión de tales elementos es parte de los hábitos alimenticios en el género. Otro hábito compartido con miembros del género, fue el uso de bromelias como bebederos; en todas nuestras observaciones, los individuos emplearon la especie *Tillandsia callouira*, amenazada y endémica de la Sierra Nevada de Santa Marta (Betancur & García 2006). Al igual que *P. frontalis* en el Brasil (Kristoch & Marcondes-Machado 2001) y *P. albipectus* en Ecuador (Toyne *et al.* 1992), esta actividad involucró a todo el grupo, que se alternó en orden secuencial hasta que todos sus miembros hicieran uso de la epífita.

Nuestros resultados acrecentaron el total de especies reportadas en la dieta a 25. Esto, sumado a la exclusividad en el consumo de

algunas plantas durante ciertos períodos y la continua ampliación de la lista posterior a este estudio (Botero-Delgadillo *et al.* en prep.), resaltan la amplitud en la dieta del periquito en San Lorenzo. El consumo de tal variedad de ítems en un período relativamente corto se asemejó a lo reportado en estudios de otras especies de loros, donde se han documentado entre 26 y 36 especies vegetales (Galetti 1993, Renton 2001). Esta variación en el consumo de plantas pareciera relacionarse con los cambios en la abundancia de recursos, como reveló nuestro seguimiento fenológico no sistemático y las frecuencias de consumo obtenidas. Al igual que lo reportado para *P. pyrrhura* en Ecuador (Olmos *et al.* 1997), cuando alguna planta disminuyó su oferta o no se encontró disponible, el periquito consumió con más frecuencia otras especies. Incluso, notamos que la ausencia temporal de las tres especies más consumidas (i.e., *C. aff. bogotanus*, *Sapium* sp. y *L. bullatta*) coincidió con un incremento en el índice de amplitud de nicho. En meses donde sus valores fenológicos fueron bajos, el valor del índice aumentó por la presencia de muchas otras especies en la dieta; lo contrario ocurrió en abundancia de alguna de estas tres.

No obstante la aparente relevancia de *C. aff. bogotanus*, *Sapium* sp. y *L. bullatta* y la relación entre su consumo, presencia y amplitud de la dieta, nuestros resultados deben ser interpretados con prudencia. En primer lugar, el número de encuentros de forrajeo durante cada mes fue relativamente limitado, lo que eventualmente afectaría la representatividad del muestreo. Pese a asegurarnos de que el mínimo de registros mensuales equivaliese a 10, una baja representatividad resultaría en un sesgo en los índices mensuales de Levins, obteniendo una amplitud de nicho más estrecha de lo esperado. Sin embargo, el no haber encontrado nuevas especies vegetales en los últimos 42 registros durante el estudio sugeriría una baja probabilidad de acumulación de

nuevos ítems en la dieta. En segundo lugar, la relación de alto consumo de cualquiera de estas tres especies y los valores bajos del índice de Levins pudo ser consecuencia de que su uso coincidiera con una baja oferta de las demás plantas que hacen parte de su dieta. En efecto, un estudio en *Amazona finschi* en México encontró que la amplitud de la dieta puede disminuir cuando el número de especies consumibles es bajo y viceversa (Renton 2001). Esta limitante resaltaría la necesidad de determinar patrones de selección por parte de la especie en una escala espacio-temporal más amplia y basada en una mayor cantidad de registros; dos o hasta tres observadores incrementarían la probabilidad de encuentros.

*Comportamiento de forrajeo.* El periquito mostró actividad en las primeras horas de la mañana y muy poca variación en el tamaño del grupo de forrajeo, aunque hacia fin de año fueron registradas grandes bandadas conformadas por subgrupos más pequeños. La relación entre estas grandes bandadas y la concentración de algunos recursos parecen asociarse al inicio de la temporada reproductiva, hacia noviembre y diciembre (Oliveros-Salas 2005, Botero-Delgado & Páez en prensa). En estos meses, los juveniles recién reclutados se unen a los demás y conforman vastos grupos para forrajeo; una vez inician las cópulas, los tamaños de las bandadas nuevamente se reducen, probablemente conformadas por los adultos reproductivos y unos pocos ayudantes (Botero-Delgado & Páez en prensa).

Cada evento de forrajeo observado comprendió una búsqueda a diversas escalas espaciales de los lugares propicios para alimentarse, lo que teóricamente se relaciona con un ciclo continuo para el aprovechamiento de recursos (Kramer 2001). Este ciclo hace parte del proceso de forrajeo, el cual involucra una serie de pasos relacionados con la búsqueda, evaluación y “toma de decisiones” para la explotación del alimento (Kramer

2001). Precisamente, durante estos eventos registramos a la especie utilizando una serie de estrategias y comportamientos para la búsqueda y evaluación de los potenciales recursos, los cuales resultaron muy similares a las estrategias definidas para *P. frontalis* (Kristoch & Marcondes-Machado 2001). Estas estrategias se asociaron con el tipo de recurso consumido; es decir que plantas que demandaban mayor esfuerzo los llevaban a utilizar maniobras más elaboradas o complejas para conseguir el alimento. Lo anterior resulta lógico si tenemos en cuenta que cualquier ítem menos accesible se traduce en mayor esfuerzo, y en teoría, resultará siendo menos favorable (Moermond & Denslow 1983, Levey *et al.* 1984); las elecciones individuales, la efectividad y el éxito de cada organismo dependerán de ello (Kramer 2001).

Sugerimos que el consumo de aquellas especies más utilizadas pudo resultar, no solo de la abundancia y distribución temporal de estos y otros recursos, sino del beneficio energético que podrían representar. Ello explicaría el mayor uso de *C. aff. bogotanus*, *Sapium* sp. o *L. bullatta* en presencia de otras posibilidades. Por supuesto, la preferencia por estos recursos no solo sería consecuencia de una mayor accesibilidad, sino de un mayor contenido nutricional. Aunque ello va más allá del enfoque de nuestro estudio, es evidente que un análisis bromatológico de los ítems ingeridos permitiría establecer si el alto consumo se relacionaría con un elevado contenido nutricional.

*Implicaciones comportamentales y conservación.*

Muchas de las especies cuyas necesidades de conservación son urgentes suelen ser catalogadas “especialistas”, debido a su restringido rango geográfico, tipos de hábitat o incluso, su comportamiento. Determinar si una especie es especialista o generalista en términos ecológicos suele ser complicado, y aún más si se pretende hacerlo desde una perspectiva

comportamental, algo relacionado con su historia evolutiva (Sherry 1990). Para el caso del periquito, los continuos ajustes en la dieta observados por nosotros sugieren una llamativa flexibilidad, pese a los valores mensuales del índice de Levins. Esta flexibilidad también parece notarse en otros aspectos de su ecología, como reveló un trabajo sobre las frecuencias de uso de distintos hábitats (Botero-Delgadillo & Verhelst en prensa). De hecho, varios de los registros de forrajeo fueron en rastrojos y matorrales u otros tipos de vegetación secundaria en estados sucesionales tempranos, tipos de hábitat usados con relativa frecuencia (Botero-Delgadillo & Verhelst en prensa); en estos aspectos, la especie pareciera no restringirse. Esta ductilidad en el consumo de distintos recursos y el uso de vegetación poco compleja o perturbada para forrajear ha sido documentada en otros miembros de la familia (Ragusa-Netto 2007) y del género *Pyrrhura* (Toyne *et al.* 1992, Olmos *et al.* 1997, Schaefer & Schmidt 2003). Ello ha valido para que en ciertos casos sean consideradas tolerantes y generalistas en términos de dieta (Olmos *et al.* 1997). De cualquier modo, calificar una especie bajo estos términos es poco prudente cuando en la mayoría de estudios no se tiene en cuenta la disponibilidad de recursos (Mac Nally 1995), solo se involucran pocas dimensiones del nicho, no se consideran aspectos morfológicos y comportamentales, y no se conoce la dinámica de oferta de recursos y su predictabilidad en una escala temporal amplia (Sherry 1990, Recher 1990).

En general, la “elasticidad” que se observa en los loros permitiría calificarlos como especies flexibles en términos ecológicos, con una amplia gama de recursos consumibles en un ámbito taxonómico o ecológico (Toyne *et al.* 1992, Galetti 1993, Olmos *et al.* 1997, Kristoch & Marcondes-Machado 2001, Renton 2001). Incluso, se han reportado especies que incluyen larvas de insectos en sus dietas, apo-

yando dicha idea (Schubart *et al.* 1965, Martuscelli 1994). Nuestros datos sobre la variación de la amplitud dietaria y el consumo de plantas foráneas (i.e., *Eucalyptus globulus*), además de la tolerancia y el uso de hábitats transformados (Botero-Delgadillo & Verhelst en prensa), nos permitirían sostener que el periquito es una especie polífaga y ecológicamente flexible. Esto también ha sido sugerido para algunos congéneres, que pese a consumir un número reducido de especies vegetales, han exhibido variaciones en la amplitud dietaria en períodos relativamente cortos (Pizo *et al.* 1997, Olmos *et al.* 1997, Ragusa-Netto 2007). Pese a que las estimaciones mensuales de amplitud de nicho contradicen esta premisa, no debe olvidarse que el número de observaciones pudo haber influido en la obtención de valores bajos.

No obstante la aparente flexibilidad ecológica, al introducir las variables de comportamiento de forrajeo el escenario cambia; el periquito, al igual que otros congéneres y miembros de la familia, muestra una serie de estrategias estereotipadas que probablemente limiten el consumo de algunos recursos (Toyne *et al.* 1992, Kristoch & Marcondes-Machado 2001). Esto indica que pese a consumir variados ítems, los loros emplean un conjunto reducido de estrategias, que aunque permiten lidiar con distintas estructuras, limitan su accesibilidad o un uso eficiente. Si tenemos en cuenta la teoría involucrada en el forrajeo y la relaciones costo-beneficio (Kramer 2001), es válido predecir que la capacidad de un loro de acceder y consumir eficientemente un recurso (e.g., néctar de flores ubicadas en inflorescencias péndulas y en la porción distal de una rama delgada) dependerá de la tolerancia ecológica, la flexibilidad y versatilidad en el comportamiento, y de las limitaciones impuestas por su morfología (ver Moermond & Denslow 1983, Levey *et al.* 1984).

Basados en los argumentos expuestos, *P. viridicata* y otros miembros del género podrían

ser percibidos como especies comportamentalmente estereotipadas, pero relativamente flexibles en cuanto a composición de la dieta y el uso de hábitat. Esto puede representar una enorme ventaja en términos de conservación, puesto que la especie tolera estados sucesionales recientes de vegetación secundaria, y sus restricciones morfológicas y comportamentales no le impiden utilizar los recursos encontrados allí. Sin embargo, debe resaltarse que el uso de hábitats perturbados y una dieta cambiante no necesariamente refleja las preferencias de la especie, y puede obedecer a una respuesta de los individuos ante las presiones en su hábitat. Como bien se sabe, los espacios del nicho fundamental de una especie, que representan alternativas ante cambios en espacio y tiempo, no representan ni asemejan las condiciones del nicho ideal (i.e., un confort ecológico).

Nuestros resultados sugieren que junto con la protección de la vegetación original, algunos parches de vegetación secundaria podrían ser tenidos en cuenta dentro de las áreas destinadas o planeadas para la conservación del periquito (Botero-Delgadillo & Páez en prensa). Además, dentro de los planes de manejo y reforestación de estas zonas, deberían incluirse algunas plantas propias de matorrales y rastrojos que son utilizadas por el periquito durante etapas críticas del ciclo anual. Tal es el caso de *L. bullata*, una planta consumida masivamente previo al inicio de las cópulas. De cualquier modo, para un eventual plan de conservación de la especie, los aspectos ecológicos tratados aquí deberán ser profundizados. Los requerimientos ecológicos del periquito deberán ser identificados, siendo necesario avanzar desde los conceptos de uso del hábitat y los recursos hacia la determinación de selección y preferencias (Botero-Delgadillo & Páez en prensa). Para la determinación de la selección de hábitat será necesario implementar un seguimiento de bandadas por medio de telemetría, integrado a un análisis

espacial que permita estimar la disponibilidad de tipos de cobertura. Para la selección del recurso alimenticio, el uso de telemetría deberá integrarse a un seguimiento sistemático de la fenología de especies vegetales utilizadas durante al menos un año, y el análisis bromatológico de los ítems consumidos (Botero-Delgadillo & Páez en prensa). Para poder extender las conclusiones de estos estudios a toda la especie, será fundamental determinar si otras poblaciones exhiben un comportamiento similar, realizando exploraciones a otras localidades a lo largo de su distribución geográfica.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Fundación ProAves de Colombia y al personal de la Reserva Natural de las Aves "El Dorado" por todas las facilidades y apoyo proporcionado durante la ejecución del presente proyecto. A la fundación LoroParque por el financiamiento del proyecto Pyrrhura, dentro del cual se enmarca este trabajo. A todos los colaboradores de la vereda Bella Vista. A Christian Olaciregui y Adriana Mayorquín por su ayuda durante la ejecución del mismo. Agradecemos especialmente a Donald Brightsmith, Jorge E. Botero, Rocío Espinosa, Andrés M. López y Anamaría Aguilera por sus sugerencias a las versiones iniciales del manuscrito. Igualmente, a Nick Bayly y Tiberio Monterrubio por sus valiosos comentarios y sugerencias respecto al documento.

#### REFERENCIAS

- Altmann, J. 1973. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* 44: 227–265.
- Bell, G. W., S. J. Hejl, & J. Verner. 1990. Proportional use of substrates by foraging birds: Model considerations on first sightings and subsequent observations. *Stud. Avian Biol.* 13: 161–165.

- Betancur, J., & N. García. 2006. Las bromelias. Pp. 51–384 en García, N., & G. Galeano (eds). Libro Rojo de plantas de Colombia. Volumen 3: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras. Serie Libros Rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia.
- Beltzer, A. H., R. A. Sabattini, & M. C. Marta. 1991. Ecología alimentaria de la polla de agua negra *Gallinula chloropus galeata* (Aves: Rallidae) en un ambiente lenítico del Río Paraná medio, Argentina. *Ornitol. Neotrop.* 2: 29–36.
- Botero-Delgadillo, E., & C. A. Páez. En prensa. Estado actual del conocimiento y conservación de los loros amenazados de Colombia. En Fundación ProAves (ed.). Loros amenazados III: plan de acción nacional para la conservación de los loros amenazados de Colombia. *Conserv. Colomb.*: —.
- Botero-Delgadillo, E., & J. C. Verhelst. En prensa. Uso de hábitat del Periquito de Santa Marta y sus variaciones espacio-temporales en la cuchilla de San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta. En Fundación ProAves (ed.). Loros amenazados III: plan de acción nacional para la conservación de los loros amenazados de Colombia. *Conserv. Colomb.*: —.
- Brown, C. E. 1998. Applied multivariate statistics in geohydrology and related sciences. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Collar, N. J. 1997. Family Psittacidae (Parrots). Pp. 280–479 en del Hoyo, J., A. Elliott, & J. Sargatal (eds). *Handbook of the birds of the world*. Volume 4: Sandgrouse to cuckoos. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Collar, N. J. 1998. Information and ignorance concerning the world's parrots: an index for twenty-first century research and conservation. *Papageienkunde* 2: 201–235.
- Forshaw, J. M. 1989. *Parrots of the world*. Lansdowne Editions, Melbourne, Australia.
- Franco, A. M., & G. Bravo. 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en Colombia. Pp. 117–281 en Boyla, K., & A. Estrada (eds). *Áreas de importancia para la conservación de las aves en los andes tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Serie de conservación de BirdLife No. 14. BirdLife International, Quito, Ecuador.
- Fundación Pro Sierra Nevada de Santa Marta. 1998. Evaluación ecológica rápida de la Sierra Nevada de Santa Marta: definición de áreas críticas para la conservación de la Sierra Nevada de Santa Marta. Ministerio del Medio Ambiente, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, The Nature Conservancy, United States Agency for the International Development, Embajada del Japón, Santa Marta, Colombia.
- Galetti, M. 1993. Diet of the Scaly-headed Parrot (*Pionus maximiliani*) in a semideciduous forest in southeastern Brazil. *Biotropica* 25: 419–425.
- Garshelis, D. L. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection and importance. Pp. 111–164 in Boitani, L., & T. K. Fuller (eds). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia Univ. Press, New York, New York.
- Janzen, D. H. 1981. *Ficus ovalis* seed predation by an Orange-chinned Parakeet (*Brotogeris jugularis*) in Costa Rica. *Auk* 98: 841–844.
- Krabbe, N., & M. Sornoza. 1994. Avifaunistic results of a subtropical camp in the Cordillera del Condor, southeastern Ecuador. *Bull. Br. Ornithol. Club* 114: 55–61.
- Kramer, D. L. 2001. Foraging behavior. Pp. 232–237 en Fox, C. W., D. A. Roff, & D. J. Fairbairn (eds). *Evolutionary ecology: concepts and case studies*. Oxford Univ. Press, New York, New York.
- Krebs, C. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers, New York, New York.
- Kristoch, G., & L. Marcondes-Machado. 2001. Diet and feeding behavior of the Reddish-bellied Parakeet (*Pyrrhura frontalis*) in an *Araucaria* forest in southeastern Brazil. *Ornitol. Neotrop.* 12: 215–223.
- Levey, D. J., T. C. Moermond, & J. S. Denslow. 1984. Fruit choice in Neotropical birds: the effect of distance between fruits on preference patterns. *Ecology* 65: 844–850.
- Matuzak, G. D., M. B. Bezy, & D. Brightsmith. 2008. Foraging ecology of parrots in a modified landscape: seasonal trends and introduced

- species. *Wilson J. Ornithol.* 120: 353–365.
- Martuscelli, P. 1994. Maroon-bellied Conures feed on gall-forming homopteran larvae. *Wilson Bull.* 106: 769–770.
- Mac Nally, R. C. 1995. *Ecological versatility and community ecology.* Cambridge Univ. Press, New York, New York.
- Moermond, T. C., & J. S. Denslow. 1983. Fruit choice in Neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity. *J. Anim. Ecol.* 52: 407–420.
- Oliveros-Salas, H. A. 2005. Evaluación poblacional y ecológica del lorito de Santa Marta *Pyrrhura viridicata* en el sector de San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Tesis de grado, Univ. del Atlántico, Barranquilla, Colombia.
- Olmos, F., P. Martuscelli, & R. Silva e Silva. 1997. Distribution and dry-season ecology of Pfrimer's conure *Pyrrhura pfrimeri*, with a reappraisal of Brazilian *Pyrrhura leucotis*. *Ornithol. Neotrop.* 8: 121–132.
- Pizo, M. A., I. Simão, & M. Galetti. 1997. Daily variation in activity and flock size of two parakeet species from southeastern Brazil. *Wilson Bull.* 109: 343–348.
- Quevedo-Gil, A. 2006. Plan de acción nacional para la conservación de los loros amenazados de Colombia: una iniciativa para garantizar la conservación de loros. *Conserv. Colomb.* 1: 9–20.
- Quevedo-Gil, A., P. Salaman, A. Mayorquín, N. Osorno, H. Valle, C. Solarte, R. Reinoso, J. Sanabria, D. Carantón, V. Díaz, G. Osorno, & J. C. Verhelst. 2006. Loros amenazados de la Cordillera Central de los Andes de Colombia: una iniciativa de conservación basada en la investigación y la educación ambiental. *Conserv. Colomb.* 1: 21–57.
- Ragusa-Netto J. 2007. Feeding ecology of the Green-checked parakeet (*Pyrrhura molinae*) in dry forests in western Brazil. *Braz. J. Biol.* 67: 243–249.
- Raphael, M. G., & B. A. Maurer. 1990. Biological considerations for study design. *Stud. Avian Biol.* 13: 123–125.
- Recher, H. F. 1990. Specialist or generalist: avian response to spatial and temporal changes in resources. *Stud. Avian Biol.* 13: 333–336.
- Rensen, J. V., Jr., & S. K. Robinson. 1990. A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. *Stud. Avian Biol.* 13: 144–160.
- Renton, K. 2001. Lilac-crowned Parrot diet and food resource availability: resource tracking by a parrot seed predator. *Condor* 103: 62–69.
- Rodríguez-Mahecha, J. V., & L. M. Renjifo. 2002. *Pyrrhura viridicata*. Pp. 184–186 *en* Renjifo, L. M., A. M. Franco, J. M. Amaya, G. H. Kattan, & B. López (eds). Libro Rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia.
- Rosenberg, K. V., & R. J. Cooper. 1990. Approaches to avian diet analysis. *Stud. Avian Biol.* 13: 80–90.
- Roth, P. 1984. Repartição do habitat entre psitacdeos simpátricos no sul da Amazonia. *Acta Amaz.* 14: 175–221.
- Schaefer, H. M., & V. Schmidt. 2003. Ecology and conservation of the El Oro Parakeet (*Pyrrhura orcesi*). *Cyanopsitta* 71: 15–16.
- Schubart, O., A. C. Aguirre, & H. Sick. 1965. Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. *Arq. Zool. (São Paulo)* 12: 95–249.
- Sherry, T. W. 1990. When birds are dreadingly specialized? Distinguishing ecological from evolutionary approaches. *Stud. Avian Biol.* 13: 337–352.
- Tamaris, P. D. 2004. Evaluación poblacional y ecológica de la Cotorrita Serrana *Pyrrhura viridicata* en San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta. Tesis de grado, Univ. del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Toyne, E. P., M. T. Defecate, & J. N. Flanagan. 1992. Status, distribution and ecology of the White-breasted Parakeet *Pyrrhura frontalis* in Podocarpus National Park, southern Ecuador. *Bird Conserv. Int.* 2: 327–338.
- Zar, J. 1999. *Biostatistical analysis.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

