



Huitzil

ISSN: 1870-7459

Sociedad para el Estudio y Conservación de las
Aves en México, A.C. (CIPAMEX)

El habillo (*Hura polyandra*) en la dieta de la guacamaya verde (*Ara militaris*)

Puebla-Olivares, Fernando; Salcedo-Hernández, Janitce Elizabeth; Figueroa-Esquivel, Elsa Margarita
El habillo (*Hura polyandra*) en la dieta de la guacamaya verde (*Ara militaris*)

Huitzil, vol. 19, núm. 2, 2018

Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, A.C. (CIPAMEX)

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75660968002>

DOI: 10.28947/hrmo.2018.19.2.323

Artículos originales

El habillo (*Hura polyandra*) en la dieta de la guacamaya verde (*Ara militaris*)

The possum wood (*Hura polyandra*) in the diet of the Military Macaw (*Ara militaris*)

Fernando Puebla-Olivares¹ fernandopuebla@hotmail.com

Universidad Autónoma de Nayarit, Mexico

Janitce Elizabeth Salcedo-Hernández²

jani_2319@hotmail.com

Universidad Autónoma de Nayarit, México

Elsa Margarita Figueroa-Esquivel^{1*}

elsa.figueroa@uan.edu.mx

Universidad Autónoma de Nayarit, Mexico

Huitzil, vol. 19, núm. 2, 2018

Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, A.C. (CIPAMEX)

Recepción: 06 Junio 2017

Aprobación: 23 Enero 2018

DOI: 10.28947/hrmo.2018.19.2.323

Financiamiento

Fuente: Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)

Fuente: SEP

Nº de contrato: 577232

Nº de contrato:

PROMEP/103.5/134/6621

CC BY-NC

Resumen: La guacamaya verde (*Ara militaris*) a través de su área de distribución en México se alimenta en general de semillas grandes de 62 especies de plantas. Sin embargo, cuatro especies se encuentran entre las más importantes y entre ellas está el habillo (*Hura polyandra*); se trata de uno de los árboles más representativos de las selvas medianas subcaducifolias en ambas vertientes de México. El objetivo del presente estudio fue conocer las propiedades nutricionales que le brinda este fruto a la guacamaya verde en el arroyo Las Iglesias localidad de Salazares, municipio de Tepic, Nayarit. Una vez que observamos el uso de los frutos inmaduros por la guacamaya verde, colectamos los frutos para analizar su calidad nutricional. Encontramos que las semillas contienen un alto porcentaje de humedad, lípidos, proteínas y en menor porcentaje carbohidratos. Debido a que los requerimientos energéticos de la guacamaya verde son elevados para realizar sus actividades cotidianas, el aporte de nutrientes de las semillas de *H. polyandra* podría representar para este psitácido un recurso alimenticio fundamental durante la época reproductiva.

Palabras clave: Alimentación, calidad nutricional, Nayarit, Psittacidae, requerimiento energético.

Abstract: The Military Macaw (*Ara militaris*) through its range in Mexico feeds generally on large seeds of 62 species of plants, which are part of their diet. However, four species are among the most important and among them is the possum wood (*Hura polyandra*), one of the most representative trees of the median sub-deciduous forests on both slopes of Mexico. The objective of the present study was to know the nutritional properties provided by this fruit to the Military Macaw in the stream Las Iglesias, locality of Salazares, municipality of Tepic, Nayarit. Once we observe the use of the Military Macaw the immature fruits of possum wood tree, we collect fruits to analyze their nutritional quality. We found that the seeds contain a high percentage of water, lipids, proteins and a lower percentage of carbohydrates. Because the energy requirements of the Military Macaw are high to perform their daily activities, the contribution of nutrients of the *H. polyandra* seeds could represent a vital food resource during the breeding season.

Keywords: Feeding, nutritional quality, Nayarit, Psittacidae, energy requirement.

Introducción

Los psitácidos pueden consumir una amplia gama de recursos en su dieta (Renton *et al.* 2015). Sin embargo, son consideradas especies principalmente granívoras (Janzen 1981, Galetti 1993, Renton 2001, Renton *et al.* 2015). El consumo de estos recursos es necesario para la obtención de agua y nutrientes como proteínas, lípidos y carbohidratos, los cuales son necesarios para la obtención de energía (Marquardt y Howard 1998, Harper 2000, Contreras-González *et al.* 2009). Estos nutrientes pueden ser adquiridos a través del consumo de frutos, semillas, flores, polen y néctar (Koutsos *et al.* 2001, Kristosch y Marcondes-Machado 2001, Renton 2001). Pero son principalmente las semillas las que cubren sus requerimientos nutricionales quizá debido a su alto contenido nutricional y disponibilidad a lo largo de las diferentes temporadas del año (Koutsos *et al.* 2001, Renton 2001, Francisco *et al.* 2002, Renton 2006).

Aunque se han desarrollado diversos estudios sobre la guacamaya verde (*Ara militaris*) dentro de su área de distribución en México, muy pocos de ellos presentan información sobre su alimentación; sin embargo se han podido obtener datos que muestran que su dieta está compuesta por frutos y semillas de 62 especies de plantas (Anexo 1). Uno de los sitios donde se ha estudiado con mayor detalle la dieta de la guacamaya es en la zona semiseca de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Contreras-González 2007, Arizmendi 2008, Contreras-González *et al.* 2009), que ha proporcionado el mayor listado de especies potenciales para la alimentación de este psitácido, el cual, aunque con una variación en el número de individuos registrados, permanece la mayor parte del año en la Reserva, aprovechando los recursos disponibles.

Dentro de las familias de plantas utilizadas por la guacamaya verde, se encuentran principalmente Burseraceae y Euphorbiaceae, con ocho y siete especies respectivamente (Loza-Salas 1997, Contreras-González 2007, Contreras-González *et al.* 2009, Rivera-Ortíz *et al.* 2013). Con base en los estudios que se han realizado en relación con la alimentación y el hábitat de este psitácido, especies como el coco de cerro (*Cyrtocarpa procera*), el cacalosúchil (*Plumeria rubra*), la ceiba (*Ceiba pentandra*) y el habillo (*Hura polyandra*) son las plantas que presentan un mayor número de registros en su dieta (Juárez *et al.* 2012).

El habillo (familia Euphorbiaceae), en México, es una especie pionera común en los bosques tropicales subcaducífolios y caducífolios de ambas vertientes; este árbol puede alcanzar hasta los 20 m de alto (Pennington y Sarukhán 1998, Pineda-Herrera *et al.* 2015). Los frutos se caracterizan por su forma de cápsula y cuando llegan a la madurez estallan para propagar sus semillas (Figura 1; Pennington y Sarukhán 1998). En el arroyo Las Iglesias, localidad de Salazares, municipio de Tepic, Nayarit, el habillo es una de las especies más representativas, de cuyas semillas inmaduras se alimenta la guacamaya verde durante la temporada reproductiva, las cuales son un recurso alimenticio relevante para este

psítacido. En este estudio describimos las propiedades alimenticias de esta especie.



Figura 1
Fruto de habillo (*Hura polyandra*).
(foto: E. Figueroa)

Métodos

Sitio de estudio

Realizamos el estudio en el arroyo Las Iglesias, ubicado cerca de la comunidad de Salazares, municipio de Tepic, Nayarit, donde registramos la presencia de la guacamaya verde. El sitio se ubica en las coordenadas extremas $21^{\circ}40'39.01''$ N - $21^{\circ}39'22.43''$ N y $104^{\circ}58'28.27''$ W - $104^{\circ}58'40.28''$ W (Figura 2); y presenta un gradiente de elevación de 100-400 msnm, con una elevación promedio de 166 msnm. Este arroyo forma una corriente natural de agua, corriente que fluye continuamente, incluso en temporada de secas. El clima es cálido subhúmedo (Aw₁), el cual ocurre principalmente en la planicie costera, así como en algunos valles y cañones situados en la zona montañosa (García 1981). La temperatura es mayor de 22°C y su temperatura media mensual más baja es superior a 18°C, mientras que la precipitación total anual es superior a 1200 mm y con un porcentaje de lluvia invernal menor de 5%; este tipo de clima ocurre en un 60% de la superficie total de Nayarit (García 1981). En las orillas del arroyo se puede encontrar vegetación riparia que incluye plantas parcialmente sumergidas, así como formaciones arbóreas y arbustivas. Existe también una porción de bosque tropical subcaducifolio en buen estado de conservación, el cual se caracteriza por ser uno de los bosques más complejos por su estructura, así como por su composición florística (Rzedowski 1978, Rivera-Ortíz *et al.* 2013, Conabio 2014). La comunidad arbórea es densa y cerrada y la altura de los árboles oscila entre

15 y 28 m, conforman un dosel uniforme, con troncos derechos y esbeltos; algunas de las especies de árboles más comunes en el sitio de estudio son capomo (*Brosimum alicastrum*), matapalo (*Ficus* sp.), *Prunus cortapico*, cuajilote (*Bursera arborea*), habillo (*H. polyandra*), ceiba (*C. pentandra*), laurel (*Licaria cervantesii*), palo de fraile (*Couepia polyandra*), palo de rosa (*Tabebuia rosea*), entre otras (Rivera-Ortíz *et al.* 2013; Salcedo-Hernández obs. personal), aunque en otras localidades se ha reportado un número de 60 especies, incluidos árboles y arbustos característicos del bosque tropical subcaducifolio (Rzedowski 1978, Rivera-Ortíz *et al.* 2013).

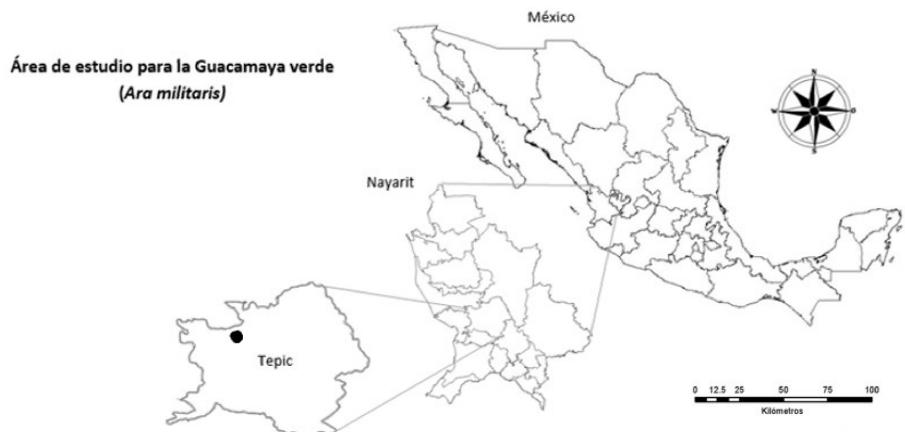


Figura 2
Ubicación del arroyo Las Iglesias en el municipio de Tepic, Nayarit.

Uso del habillo por la guacamaya verde

Durante los meses de enero a diciembre de 2016 realizamos recorridos en un transecto de 2.5 km a una velocidad constante de 1.0 km/h una vez por mes a lo largo del arroyo Las Iglesias. Este muestreo fue en la temporada reproductiva (noviembre a mayo) y no reproductiva (junio a octubre) de la guacamaya verde.

Para analizar los recursos utilizados por la guacamaya colectamos frutos de los mismos árboles de habillo donde observamos a las guacamayas alimentándose. Colectamos aleatoriamente un total de diez frutos, los cuales tuvieron una coloración verde claro que indicó su estado inmaduro, que es la forma en que lo consume la guacamaya verde. Una evaluación del peso fresco de los frutos y el número y peso de las semillas lo obtuvimos a partir de la muestra de los frutos recolectados (*media ± DE*). Posteriormente, en el laboratorio, seleccionamos al azar cinco de los diez frutos para obtener sus semillas, las cuales congelamos hasta su análisis bromatológico para obtener sus propiedades nutrimentales (*media ± DE*). Luego enviamos las muestras congeladas al laboratorio de Alimentos de la Unidad Académica de Químico Farmacobiólogo de la Universidad Autónoma de Nayarit, donde cuantificaron el contenido de proteínas totales mediante el método de micro-Kjendahl (Izhaki 1993, Levey *et al.* 2000), carbohidratos mediante el método de Antrona (Clegg 1956), lípidos totales (método por Soxhlet; James 1999) y humedad mediante la

diferencia de peso fresco y peso seco (FAO 1993). Las concentraciones de minerales en las semillas no fueron evaluadas.

Resultados

Uso del habillo por la guacamaya verde

Si bien el trabajo de campo lo realizamos durante un año (2016), sólo durante la temporada reproductiva (octubre, noviembre - abril, mayo; Forshaw 1989, Íñigo 1999, Bonilla-Ruz y Reyes-Macedo 2006, Rubio *et al.* 2007, De la Parra-Martínez *et al.* 2015) observamos varias veces a individuos de guacamayas únicamente descansar en árboles de habillo. Sólo en cuatro ocasiones observamos a individuos de guacamaya verde alimentarse de los frutos inmaduros del habillo. En dos momentos más, cuando recolectamos frutos, observamos a una pareja de guacamayas alimentarse de las semillas: rasgan con el pico la testa de cada una de las valvas que conforman el fruto en forma de cápsula, desprenden la testa y finalmente comen las semillas inmaduras (Figura 3), dejan sólo la columela del fruto (Martínez *et al.* 2002) al descubierto, ya sea en la rama del árbol o tirada en el suelo junto con las valvas separadas (Figura 4). Este mismo comportamiento de alimentación lo observamos en una investigación previa en la población de la guacamaya verde en la Sierra de Vallejo al sur del estado de Nayarit (datos no publicados).



Figura 3
Guacamaya verde alimentándose de habillo (*Hura polyandra*).
(foto: E. Figueroa)



Figura 4

Restos del fruto de habillo que deja la guacamaya verde después de alimentarse.
(foto: J.E. Salcedo-Hernández)

Análisis nutricionales

Los frutos que recolectamos mostraron un peso mínimo y máximo de 236.6 y 371.9 gr respectivamente, así como un peso promedio de 301.1 ± 45.4 gr; $n = 10$). Además los frutos contuvieron un mínimo y un máximo de 12 y 14 semillas respectivamente, las cuales en fresco tuvieron un peso promedio de 4.3 ± 0.6 gr; $n = 133$) y un peso mínimo y máximo de 2.6 y 6.6 gr respectivamente. Los análisis bromatológicos los realizamos sobre un total de 66 semillas de cinco frutos que mostraron que las semillas de habillo presentan un alto porcentaje de humedad ($28.6\% \pm 0.7$), así como también de lípidos ($28.1\% \pm 0.7$), proteína cruda ($22.7\% \pm 0.8$) y un menor porcentaje de carbohidratos ($17.5\% \pm 0.8$).

Discusión

A pesar de que en este estudio pocas veces observamos individuos de la guacamaya verde alimentarse de frutos de habillo, existen diversas evidencias que muestran su consumo tanto en el arroyo Las Iglesias como en otras localidades de Nayarit (Sierra de Vallejo, Puebla y Figueroa obs. personal), pero también de Jalisco (Loza-Salas 1997) y Sinaloa (Juárez *et al.* 2012) donde se alimenta de estas semillas casi todo el año. Estas semillas se consideran de gran importancia en la dieta de la guacamaya verde

durante la época reproductiva. Los resultados bromatológicos muestran que las semillas de habillo contienen equitativamente altos porcentajes de humedad, lípidos y proteínas, mientras que los resultados de otras especies de semillas muestran valores altos sólo para uno de estos nutrientes (Contreras-González *et al.* 2009, Ornelas *et al.* 2013).

Con base en nuestros datos durante la época reproductiva de la guacamaya verde el habillo le proporciona un importante porcentaje de agua, proteína cruda como sucede con las semillas de cacalosúchil (*Plumeria rubra*; 80%) y del cardón tetetzo (*Neobuxbaumia tetetzo*; 28%) respectivamente, al igual que un importante porcentaje de carbohidratos, como los aportados por *Bunchosia montana* (31.2%), parota (*Enterolobium cyclocarpum*; 60.5%) en la región semiseca de Tehuacán-Cuicatlán (Contreras-González 2007, Contreras-González *et al.* 2009), al igual que el capomo (72.5%) y el coquito de aceite (*Attalea cohune*; 49.1%) en el oeste de México (Ornelas *et al.* 2013).

El contenido de humedad en los alimentos es esencial para la digestión y metabolismo e importante para las aves en ambientes áridos, en donde en general la pérdida de agua evaporativa se cuadriplica cuando la temperatura se incrementa de 30 a 40°C y su remplazo es a través del alimento, especialmente en las aves nectarívoras, frugívoras e insectívoras (Gill 1994). Sin embargo, las aves que consumen alimentos secos como las semillas, experimentan una necesidad más grande para cubrir sus requerimientos de agua (Gill 1994), por lo que con base en nuestros resultados, consideramos que en el bosque tropical subcaducifolio de la vertiente del Pacífico, el habillo le proporciona a la guacamaya verde un importante aporte de agua, como también sucede en la región semiseca de Cuicatlán con las semillas del cacalosúchil (Contreras-González *et al.* 2009). Además en el sitio de estudio donde la temperatura tiene un rango de los 24 a los 43°C (Rivera-Ortíz *et al.* 2016), los nutrientes que contienen las semillas de habillo también pueden tener un papel relevante respecto a la producción de agua metabólica. El metabolismo de 1 gr de grasa produce 38.5 kilojoules de energía más 1.1 gr de agua, mientras que el metabolismo de 1 gr de carbohidratos o proteína produce aproximadamente 0.6 y 0.4 gr de agua respectivamente (Gill 1994), así la guacamaya verde puede cubrir, en parte, sus requerimientos de agua.

Por otra parte, los lípidos proporcionan un máximo de energía de 9 kcal/gr, que es aproximadamente el doble de la provista por una cantidad similar de proteínas o carbohidratos (Stevens 2004) y son una fuente concentrada de energía, así como componentes estructurales de las células, facilitan la absorción intestinal y transporte de vitaminas solubles en grasa como la A, D, E y K (Koutsos *et al.* 2001). Durante la época reproductiva los lípidos son importantes para la formación de los huevos, mismos que están constituidos de 31% de grasa y cuando existe una insuficiencia en la dieta ocurre una reducción en el tamaño del huevo, una escasa cubierta de piel y poco crecimiento de las plumas en las aves (Harper 2000), por lo que la fructificación y consumo de semillas de habillo puede ser relevante durante la etapa reproductiva de este psitácidio. Además, diversos estudios han demostrado que la guacamaya verde realiza tanto

movimientos diarios como estacionales en busca de alimento, así como lugares para dormir o reproducirse (Gaucín 2000, Bonilla-Ruz *et al.* 2007, Arizmendi 2008, Rivera-Ortíz *et al.* 2008, Contreras-González *et al.* 2009, Juárez *et al.* 2012, Ramírez-Albores 2016), por lo que las reservas de lípidos en forma de grasa aportada por las semillas de habillo, como las de cacalosúchil, pueden ser de gran importancia durante la demanda metabólica para realizar dichos movimientos estacionales o de migración (Blem 1976, Podlesak y McWilliams 2007).

Los carbohidratos, por otra parte, son indispensables como una fuente de energía y son usados para producir precursores de nutrientes, sintetizar glicógeno o grasa a partir de la glucosa, incrementar la flora anaeróbica, eritrocitos y músculos y mejorar el sistema nervioso central. Además después de la eclosión de los pollos los carbohidratos son la fuente de nutrientes más importante (Uni *et al.* 1998). De esta forma se tienen registros del consumo de la guacamaya verde en el Estero el Salado, de hojas de *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo) que les proporciona un alto contenido de carbohidratos (43 y 49% respectivamente) y fibra (ambas plantas 29%) (Ornelas *et al.* 2013). Respecto al requerimiento de proteínas, éste es más alto en los pollos de los psitácidos cuando el crecimiento es rápido y se obtiene básicamente de frutos, semillas, follaje tierno, además de insectos y larvas (Scott y Kronfeld 1998), por lo que si bien el contenido de estos nutrientes en las semillas del habillo no es tan alto sí puede ser importante para la dieta de esta ave.

Aunque no evaluamos el contenido de minerales en las semillas, la fuente de estos nutrientes para la guacamaya son también frutos, otras semillas y materia animal. Adicionalmente se sabe que esta especie igual que otros psitácidos visitan saladeros o lugares en las orillas de ríos y paredes de acantilados cuyos sustratos contienen minerales como sal, calcio, fósforo y microminerales para consumirlos. En el sitio de estudio el consumo de arcilla que contiene estos minerales, principalmente sodio (Brightsmith y Muñoz-Najar 2004), puede ser parte de la dieta (C. Villar obs. personal). Sin embargo, también se ha sugerido que el consumo de arcilla permite atenuar la adsorción y neutralización de toxinas brindando al revestimiento intestinal protección a químicos pesados (Gilardi *et al.* 1999, Brightsmith *et al.* 2008). Lo anterior es importante para las guacamayas al consumir las semillas de habillo, las cuales son extremadamente tóxicas y laxantes (López 2002).

Los recursos alimenticios son claves durante el ciclo de vida de las aves (Pepper *et al.* 2000, Koutsos *et al.* 2001), mismos que cambian su disponibilidad dependiendo de la temporada del año (Foster 1977) y del lugar donde se encuentren (Ornelas *et al.* 2013). La dieta de la guacamaya verde incluye 62 especies de frutos y semillas, sin embargo existen pocos estudios detallados de la importancia de los nutrientes que le aportan a este psitácido, lo cual es esencial conocer para la conservación de la especie. Estos estudios permitirán conocer los movimientos locales o estacionales, la selección de sitios para reproducirse o alimentarse, así como otras características de la historia de vida de la guacamaya verde.

Agradecimientos

Al Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por la beca otorgada (núm. 577232) para realizar los estudios de posgrado de J. Hernández. Este estudio fue posible gracias al financiamiento del Proyecto PROMEP/103.5/134/6621 de la SEP. Al Dr. E.I. Jiménez Ruiz del Laboratorio de Alimentos de la Unidad Académica de QFB por el análisis nutricional. A los revisores anónimos y editora asociada por los valiosos comentarios que enriquecieron el manuscrito.

Literatura citada

- Arizmendi, M.C. 2008. *Conservación de la guacamaya verde (*Ara militaris*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México: un estudio de abundancia y reproducción en la zona de la Cañada*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Informe final SNIB-Conabio proyecto No. DT006. México, D.F.
- Blem, R.C. 1976. Patterns of lipid storage and utilization in birds. *American Zoologist* 16:671-684.
- Bonilla-Ruz, C., G. Reyes-Macedo. 2006. Temporada de reproducción de guacamaya verde (*Ara militaris*) en la cañada oaxaqueña. *Mesoamericana* 10(2):50-53.
- Bonilla-Ruz, C. , R. Aguilar, R. García, G. Reyes, V. Salinas. 2005. *Monitoreo de la población de la guacamaya verde en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán*. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Informe técnico final 2005 (Capítulos 1 y 2). Contrato No CT7047CONANP-08. Oaxaca, México.
- Bonilla-Ruz, C. , G. Reyes-Macedo , R. García . 2007. Observations of the Military Macaw (*Ara militaris*) in northern Oaxaca, México. *Wilson Bulletin* 119:729-732. DOI: <https://doi.org/10.1676/06-116.1>.
- Brightsmith, J.D. y R.A. Muñoz-Najar. 2004. Avian geophagy and soil characteristics in Southeastern Peru. *Biotropica* 36:534-543. DOI: <https://doi.org/10.1646/1602>.
- Brightsmith, J.D. , J. Taylor, T.D. Phillips. 2008. The roles of soil characteristics and toxin adsorption in avian geophagy. *Biotropica* 40:766-774. DOI: [10.1111/j.1744-7429.2008.00429.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00429.x).
- Clegg, K.M. 1956. The application of the Anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 7:40-44. DOI: [10.1002/jsfa.2740070108](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740070108).
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2014. Ficha de especie prioritaria guacamaya verde (*Ara militaris*). Conabio. México, D.F. Disponible en: Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx> (consultado el 20 de septiembre de 2017).
- Contreras-González, A.M. 2007. *Dieta y disponibilidad de alimento de Ara militaris en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.

- Contreras-González, A.M., F.A. Rivera-Ortíz, C.A. Soberanes-González, A. Valiente-Banuet, M.C. Arizmendi. 2009. Feeding ecology of Military Macaw (*Ara militaris*) in a semi-arid region of Central Mexico. *The Wilson Journal of Ornithology* 121(2):384-391. DOI: <https://doi.org/10.1676/08-034.1>.
- De la Parra-Martínez, S.M., K. Renton, A. Salinas-Melgoza, L.G. Muñoz-Lacy. 2015. Tree-cavity availability and selection by a large-bodied secondary cavity-nester: the Military Macaw. *Journal of Ornithology* 156(2):489-498. DOI: 10.1007/s10336-014-1150-9.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1993. *Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, México, D.F.
- Forshaw, J.M. 1989. *Parrots of the world*. Lansdowne Press, 3a., Ed. Australia, 359-360 p.
- Foster, M.S. 1977. Ecological and nutritional effects of food scarcity on a tropical frugivorous bird and its fruit source. *Ecology* 58(1):73-85. DOI: <https://doi.org/10.2307/1935109>.
- Francisco, M.R., V.D. Lunardi, M. Galetti. 2002. Massive seed predation of *Pseudobombax grandiflorum* (Bombacaceae) by parakeets *Brotogeris versicolorus* (Psittacidae) in a forest fragment in Brazil. *Biotropica* 34(4):613-615. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2002.tb00582.x.
- Galetti, M. 1993. Diet of the Scaly-headed Parrot (*Pionus maximiliani*) in a semi-deciduous forest in southeastern Brazil. *Biotropica* 25:419-425. DOI: <https://doi.org/10.2307/2388865>.
- García, E. 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. 3a. edición. Impreso en los Talleres de Offset Larios, S.A., Salvador Alvarado 105, D.F., México, 252 p.
- Gaucín, R.N. 2000. *Biología de la conservación de la guacamaya verde (Ara militaris) en el Sótano del Barro, Querétaro*. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Gilardi, J.D., S.S. Duffey, C.A. Munny, L.A. Tell. 1999. Biochemical functions of geophagy in parrots: detoxification of dietary toxins and cytoprotective effects. *Journal of Chemical Ecology* 25:897-922.
- Gill, B.F. 1994. *Ornithology*. W.H. Freeman and Company. N.Y.
- Harper, E.J. 2000. Estimating the energy needs of pet birds. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 14(2): 95-102. DOI: [https://doi.org/10.1647/1082-6742\(2000\)014\[0095:etenop\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2000)014[0095:etenop]2.0.co;2).
- Íñigo, E. 1999. Las guacamayas verde y escarlata en México. Conabio. *Biodiversitas* 25:7-11.
- Izhaki, I. 1993. Influence of no protein nitrogen on estimation of protein from total nitrogen in fleshy fruit. *Journal of Chemical Ecology* 19:2605-2615. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf00980695>.
- James, C.S. 1998. *Analytical chemistry of foods*. Second Edition. ASPEN Publishers. New York.
- Janzen, D.H. 1981. *Ficus ovalis* seed predation by an Orange-chinned Parakeet (*Brotogeris jugularis*) in Costa Rica. *Auk* 98: 841-844.
- Jiménez-Arcos, V.H., S.A. Santa Cruz, L.A. Escalona, M.C. Arizmendi, L. Vázquez. 2012. Ampliación de la distribución y presencia de una colonia

- reproductiva de la guacamaya verde (*Ara militaris*) en el alto Balsas de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83(3):864-867.
- Juárez, M., G. Marateo, P.G. Grilli, L. Pagano, M. Rumi, M.C. Silva. 2012. Estado del conocimiento y nuevos aportes sobre la historia natural del guacamayo verde (*Ara militaris*). *Hornero* 27(1):5-16.
- Koutsos, E.A., K.D. Matson y K.C. Klasing. 2001. Nutrition of the birds in the Order Psittaciformes: a Review. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 15(4):257-275. DOI: [https://doi.org/10.1647/1082-6742\(2001\)015\[0257:NOBITO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2001)015[0257:NOBITO]2.0.CO;2).
- Kristosch, G.C., L.O. Marcondes-Machado. 2001. Diet and feeding behavior of the reddish bellied parakeet (*Pyrrhura frontalis*) in an Araucaria forest in southeastern Brazil. *Ornitología Neotropical* 12:215-223.
- Levey, D., H.A. Bissell, S.F. O'Keefe. 2000. Conversion of nitrogen to protein and amino acid in wild fruit. *Journal of Chemical Ecology* 7:1749-1763. DOI: <https://doi.org/10.1023/a:1005503316406>.
- López, B.T.F. 2002. Envenenamiento con semilla de *Hura polyandra* (haba de San Ignacio). *Medicina de Urgencias* 1:61-64.
- Loza-Salas, C.A. 1997. *Patrones de abundancia, uso de hábitat y alimentación de la guacamaya verde (*Ara militaris*) en la Presa Cajón de Peña, Jalisco, México*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. México, D.F., México.
- Marquardt, C., K. Howard. 1998. *Nutritional requirements of adult palm cockatoos*. Palm Cockatoo SSP Husbandry Manual. American Association of Zoos and Aquariums. Caloosahartchee Aviary and Botanical Gardens and the International Aviculturists Society. Disponible en: Disponible en: http://aviansag.org/Husbandry/Unlocked/Care_Manuals/Palm_Cockatoo_Husbandry_Manual.pdf (consultado el 18 de septiembre de 2017).
- Martínez, G.M., J.R. Jiménez, R.D. Cruz, E.A. Juárez, R. García, A. Cervantes, R.H. Mejía. 2002. Los Géneros de la Familia Euphorbiaceae en México. Universidad Nacional Autónoma de México, *Anales del Instituto de Biología Serie Botánica* 73(2):155-281.
- Ornelas, C.R., M.C.C. Cinta, R.C.R. Bonilla. 2013. Uso de hábitat interanual de la guacamaya verde (*Ara militaris*) en manglar de una zona de conservación ecológica Estero el Salado, en el Occidente de México. *Mesoamericana* 17(1):45-55. DOI: 10.13140/RG.2.1.4810.8240.
- Pennington, T.D., J. Sarukhán. 1998. *Árboles tropicales de México*. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Pepper, J.W., T.D. Male, G.E. Roberts. 2000. Foraging ecology of the South Australian Glossy Black-cockatoo (*Calyptorhynchus lathami halmatrinus*). *Austral Ecology* 25(1):16-24. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2000.01018.x>.
- Pineda-Herrera, E., J.I. Valdez-Hernández, C. de la Paz Pérez-Olvera, R. Dávalos-Sotelo. 2015. Fenología, crecimiento en diámetro y periodicidad de *Hura polyandra* en Costa Grande, Guerrero, México. *Botanical Sciences* 93(4):741-753. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.221>.
- Podlesak, W.D., R.S. McWilliams. 2007. Metabolic routing of dietary nutrients in birds: effects of dietary lipid concentration on $\delta^{13}\text{C}$ of depot fat

- and its ecological implications. *Auk* 124(3):916-925. DOI: [https://doi.org/10.1642/0004-8038\(2007\)124\[916:MRODNI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1642/0004-8038(2007)124[916:MRODNI]2.0.CO;2).
- Ramírez-Albores, J.E. 2016. La guacamaya verde (*Ara militaris*) en la Sierra Gorda de Guanajuato, México. *Acta Zoológica Mexicana* (Nueva Serie) 32(2):182-185. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2016.322946>.
- Renton, K. 2001. Lilac-crowned parrot diet and food resource availability: resource tracking by a parrot seed predator. *Condor* 103:62-69. DOI: [https://doi.org/10.1650/0010-5422\(2001\)103\[0062:LCPDAF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1650/0010-5422(2001)103[0062:LCPDAF]2.0.CO;2).
- Renton, K. 2006. Diet of adult and nestling Scarlet Macaws in Southwest Belize, Central America. *Biotropica* 38:280-283. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00123.x>.
- Renton, K., A. Salinas-Melgoza , M.A. De Labra Hernández, S.M. de la Parra-Martínez. 2015. Resource requirements of parrots: nest-site selectivity and dietary plasticity of Psittaciformes. *Journal of Ornithology* 156:73-90. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1255-9>.
- Rivera-Ortíz, F.A., A.M. Contreras-González, C.A. Soberanes-González, A. Valiente-Banuet , M.C. Arizmendi . 2008. Seasonal abundance and breeding chronology of military Macaw (*Ara militaris*) in a semi-arid region of central Mexico. *Ornitología Neotropical* 19:255-263.
- Rivera-Ortíz, F.A. , K. Oyama, C.A. Ríos-Muñoz, S. Solórzano, A.G. Navarro-Sigüenza, M.A. Arizmendi. 2013. Habitat characterization and modeling of the potential distribution of the Military Macaw (*Ara militaris*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84(4):1200-1215. DOI: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.34953>.
- Rivera-Ortíz, F.A. , K. Oyama , C.L. Villar-Rodríguez, A.M. Contreras-González , M.C. Arizmendi . 2016. The use of tree cavities and cliffs by the Military Macaw (*Ara militaris*) in Salazares Nayarit, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87(2):540-544. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.02.002>.
- Rubio, Y., A. Beltrán, F. Avilez, B. Salomón, M. Ibarra. 2007. Conservación de la guacamaya verde (*Ara militaris*) y otros psitácidos en una Reserva Ecológica Universitaria, Cosalá, Sinaloa, México. *Mesoamericana* 11:62-69.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. 1a. edición digital, Conabio, México, 504 p.
- Salas-Morales, S.H. 2002. *Relaciones entre la heterogeneidad ambiental y la variabilidad estructural de las selvas tropicales secas de la costa de Oaxaca, México*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. México, D.F., México.
- Scott, S., D. Kronfeld. 1998. Veterinary nutrition of large Psittacines. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* 7(3):128-134. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1055-937X\(98\)80003-0](https://doi.org/10.1016/S1055-937X(98)80003-0).
- Stevens, L. 2004. *Avian biochemistry and molecular biology*. Cambridge University Press.
- Uni, Z., S. Ganot, D. Sklan. 1998. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science* 77:75-82. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/77.1.75>.

Anexos

Anexo 1

Especies con potencial recurso de alimentación para la guacamaya verde (*Ara militaris*).

Familia	Especie	Fuente
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	2
	<i>Cyrtocarpa procera</i>	3, 4, 5, 8
	<i>Pseudosmodingium andrieuxii</i>	3
	<i>Spondias mombin</i>	1
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	4, 5, 8
Asteraceae	<i>Vernonia unciflora</i>	4
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	2
Burseraceae	<i>Bursera aloxylon</i>	4
	<i>B. aptera</i>	4, 5
	<i>B. bipinnata</i>	4
	<i>B. cinerea</i>	3
	<i>B. morelensis</i>	4

Anexo 1 continuación
Especies con potencial recurso de alimentación para la guacamaya verde (*Ara militaris*).

Familia	Especie	Fuente
	<i>B. schlechtendalii</i>	4, 5
	<i>B. simaruba</i>	8
	<i>B. submoniliformis</i>	3
Bromeliaceae	<i>Tillandsia makoyana</i>	4
Cactaceae	<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	4, 5
	<i>Opuntia aff tomentosa</i>	4
	<i>O. pilifera</i>	4
	<i>Pachycereus hollianus</i>	4
	<i>P. weberi</i>	4
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia melanadenia</i>	4
	<i>Parkinsonia praecox</i>	4
	<i>Senna wislizeni pringlei</i>	4
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pauciflora</i>	2, 4
	<i>I. arborescens</i>	8
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	7
Chrysobalanaceae	<i>Couepia polyandra</i>	1
Euphorbiaceae	<i>Croton morifolius</i>	4
	<i>Cnidoscolus tubulosus</i>	2
	<i>Euphorbia pringlei</i>	4
	<i>Hura polyandra</i>	1, 4, 8
	<i>Jatropha neopauciflora</i>	4
	<i>Manihotoides pauciflora</i>	4
	<i>Sebastiania pavoniana</i>	4
Fabaceae	<i>Conzattia multiflora</i>	3
	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	8
	<i>Lysiloma divaricata</i>	8
	<i>L. microphylla</i>	8
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	4
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria formosa</i>	4
Julianaceae	<i>Amphypterygium adstringens</i>	4
Leguminosae	<i>Prosopis laevigata</i>	4
Malpighiaceae	<i>Bunchosia montana</i>	5
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	6
	<i>Malpighia glabra</i>	4
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	8
	<i>C. a. parvifolia</i>	3, 4

Anexo 1 continuación
Especies con potencial recurso de alimentación para la guacamaya verde (*Ara militaris*).

Familia	Especie	Fuente
Mimosaceae	<i>C. pentandra</i>	1, 6, 8
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	8
	<i>Acacia cochliacantha</i>	4
	<i>A. macracantha</i>	4
	<i>Mimosa luisana</i>	4
Moraceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4
	<i>Brosimum alicastrum</i>	1, 8
	<i>Morus sp.</i>	4
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	4
Rhamnaceae	<i>Ziziphus pedunculata</i>	4
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	7
Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i>	4
Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	8
Ulmaceae	<i>Celtis caudata</i>	4, 5
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	8

Notas de autor

Editor Katherine Renton
asociada:

*

Autor de correspondencia: elsa.figueroa@uan.edu.mx