



Reporte de actividades correspondientes al permiso  
Resolución del Jefe de la Reserva Nacional Tambopata  
N 018-2012-SERNANP-RNTAMB-JEF

**Julio 2013**

## **ECOLOGÍA ALIMENTICIA Y SALUD DE PSITÁCIDOS EN MADRE DE DIOS - PERÚ**

**Donald J. Brightsmith, PhD, MS, BS**

Director Proyecto Guacamayo de Tambopata  
Assistant Professor de la Universidad Texas A&M,  
Facultad de Patobiología Veterinaria

**George Oláh, Zoólogo.**

Estudiante de Doctorado de la Universidad Nacional de Australia  
Proyecto Guacamayo de Tambopata

**Gabriela Vigo Trauco, Blgo.**

Bióloga  
Alumno postgrado de la Universidad Texas A&M,  
Facultad de Vida Silvestre

**Gustavo Martinez Sovero, Blgo.**

Botánico  
Proyecto Guacamayo de Tambopata

**Lizzie Ortiz Cam, M.V.Z**

Universidad Peruana Cayetano Heredia

**Sharman Hoppes, DMV**

Texas A&M University  
Facultad de Medicina y Cirugía de animales menores

**Dora Susanibar, Blgo.**

Bióloga  
Investigador Asociado del Centro de Ornitología y Biodiversidad, Lima  
Proyecto Guacamayo de Tambopata

## RESUMEN

El presente es el informe anual del Proyecto Guacamayo de Tambopata, correspondiente a la autorización N<sup>o</sup> Resolución del Jefe de la Reserva Nacional Tambopata 018-2012-SERNANP-RNTAMB-JEF, otorgada por la Reserva Nacional Tambopata del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con el fin de realizar el trabajo de investigación *Ecología Reproductiva y uso de Collpas de Guacamayos en Madre de Dios*. El trabajo de campo se lleva a cabo dentro de la Reserva Nacional Tambopata y Parque Nacional Bahuaja Sonene, teniendo como base de operaciones al albergue turístico y centro de investigación Tambopata Research Center (TRC).

En el presente informe, se detallan –por capítulos- diversos temas de investigación que se han generado debido a la gran importancia y valor de los psitácidos en el área. Todo ello ha conllevado a diferentes resultados que se asemejan uno del otro en que, el Proyecto Guacamayo sigue siendo una herramienta importante, no sólo para la conservación de los psitácidos, sino -en un aspecto mucho más amplio- incluyendo el tema sociológico, cultural y ambientalista. La información generada en este proyecto de investigación y en el sistema de monitoreo biológico de la Reserva Nacional Tambopata implementado por el Proyecto Guacamayo de Tambopata se aplica directamente al gestión de la reserva a través del Comité Científico Accesorio de lo cual es miembro el director del proyecto Dr. Donald Brightsmith.

## INTRODUCCIÓN

El Proyecto Guacamayo cumplió su decimotercero año de estudios de psitácidos en TRC en noviembre de 2012, bajo la dirección del Dr. Donald Brightsmith. A través de un trabajo de larga trayectoria, el Proyecto Guacamayo ha logrado recolectar una variedad de datos sobre temas como: éxito reproductivo, crecimiento de polluelos, uso de collpas, concurrencia de psitácidos a la collpas, manejo de collpas, composición de grupos familiares, dieta, forrajeo, disponibilidad de alimento, sobrevivencia de guacamayos criados artificialmente, abundancia de psitácidos en el bosque, telemetría satelital, comportamiento de *Ara macao* en el nido, entre otros; con el objetivo de brindar información que ayude a entender la ecología y la historia natural de dichas aves. Esto es considerado de gran importancia, ya que los psitácidos son aves muy amenazadas y consideradas como un valioso recurso turístico.

Al inicio de este informe se presentan los antecedentes y se brinda una visión general del conocimiento científico que se tiene sobre los psitácidos. Después se presentan nuevos logros en forma de breves capítulos. Finalmente, se presentan los agradecimientos, la literatura citada y los anexos correspondientes al documento.

## MARCO TEÓRICO

Los psitácidos son notoriamente difíciles de estudiar en vida silvestre (Beissinger and Snyder 1992). Debido a su falta de comportamiento territorial, sus vocalizaciones, su movilización a través de largas distancias y su tendencia a permanecer en el dosel, muchos estudios ornitológicos generales no incluyen el muestreo adecuado de psitácidos (Casagrande and Beissinger 1997, Marsden 1999, Masello et al. 2006) y por ende son escasos los estudios detallados de la comunidad

de psitácidos (Roth 1984, Marsden and Fielding 1999, Marsden et al. 2000). A pesar de ello, la información acerca de su historia natural es importante para el entendimiento y la conservación de esta familia tan amenazada (Bennett and Owens 1997, Collar 1997, Snyder et al. 2000, Masello and Quillfeldt 2002).

Las tierras bajas de la Amazonía oriental poseen algunas de las comunidades aviarias más diversas en el mundo (Gentry 1988), albergando a más de 20 especies de psitácidos (guacamayos, loros y periquitos), (Terborgh et al. 1984, Terborgh et al. 1990, Montambault 2002, Brightsmith 2004). Las densidades de psitácidos en esta región pueden llegar a millares de loros congregados diariamente en las riberas de los ríos a comer arcilla (Emmons 1984, Nycander et al. 1995, Burger and Gochfeld 2003, Brightsmith 2004). Aparentemente, la arcilla consumida en estas collpas representa una importante fuente de sodio y puede proteger a las aves de las toxinas presentes en la dieta (Emmons and Stark 1979, Gilardi et al. 1999, Brightsmith 2004, Brightsmith and Aramburú 2004).

Los psitácidos se alimentan predominantemente de semillas, frutos maduros e inmaduros, y flores, suplementados ocasionalmente con cortezas y otros insumos (Forshaw 1989, Renton 2006). A diferencia de muchas otras aves, los psitácidos del Nuevo Mundo parecen no ser capaces de modificar su dieta de tal modo que sea predominantemente insectívora, razón por la que están íntimamente ligados a los patrones de floración y producción de frutos en el bosque.

Mientras que las fluctuaciones del clima en los trópicos es notablemente menor que en zonas templadas, se conoce que la floración y producción de frutos varía estacionalmente en cada lugar en el que han sido estudiadas (Frankie et al. 1974, Croat 1975, Lugo and Frangi 1993, van Schaik et al. 1993, Zhang and Wang 1995, Adler and Kieplinski 2000). Pocas especies vegetales florecen y producen frutos a lo largo de todo el año, lo que significa que para los psitácidos hay diferentes fuentes de alimento disponibles en diferentes épocas del año. Asimismo, la abundancia total de alimento fluctúa en respuesta a los patrones estacionales de precipitación (van Schaik et al. 1993). Estas variaciones anuales de disponibilidad de alimento tienen efectos importantes en los ciclos de vida anuales de los psitácidos. Por ejemplo, la carencia de alimento puede conllevar a que algunos o todos los miembros de una especie se trasladen hacia otras áreas en busca de recursos alimenticios (Powell et al. 1999, Renton 2001). La estación de anidamiento y el éxito reproductivo pueden también estar ligados a los patrones de floración y producción de frutos (Sanz and Rodríguez-Ferraro 2006).

En el oeste de la Amazonía los investigadores han encontrado que el ecosistema en general muestra signos de estar sufriendo de una falta de sodio (Kaspari et al. 2009). Estas investigaciones han sido realizadas en Iquitos pero todos los indicadores sugieren que el sureste del Perú sufre de una carencia de sodio igual o mayor que los bosques de Iquitos. Los animales que usan collpas y otras fuentes alternas de sodio que han sido documentado por el proyecto incluyen hormigas corta hojas (Orden Hymenoptera, Género *Atta*), mariposas y polillas (Orden Lepidoptera), chicharras (Orden Hemiptera, Familia Cicadellidae), abejas y avispas (Orden Hymenoptera), y moscas (Orden Diptera). Pero lo que es igual de notorio es el gran número de especies que no usan collpas para suplementos de sodio. Entendiendo como las especies compensan para la carencia de sodio es un tema importante y aun poco estudiado.

## Literatura Citada

- Adler, G. H. and K. A. Kielpinski. 2000. Reproductive phenology of a tropical canopy tree, *Spondias mombin*. *Biotropica* 32:686-692.
- Beissinger, S. R. and N. F. R. Snyder. 1992. *New World Parrots In Crisis*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Bennett, P. M. and I. P. F. Owens. 1997. Variation in extinction risk among birds: chance or evolutionary predisposition? *Proc R Soc B* 264:401-408.
- Brightsmith, D. J. 2004. Effects of weather on avian geophagy in Tambopata, Peru. *Wilson Bulletin* 116:134-145.
- Brightsmith, D. J. and R. Aramburú. 2004. Avian geophagy and soil characteristics in southeastern Peru. *Biotropica* 36:534-543.
- Burger, J. and M. Gochfeld. 2003. Parrot behavior at a Rio Manu (Peru) clay lick: temporal patterns, associations, and antipredator responses. *Acta Ethologica* 6:23-34.
- Casagrande, D. G. and S. R. Beissinger. 1997. Evaluation of four methods for estimating parrot population size. *Condor* 99:445-457.
- Collar, N. J. 1997. Family Psittacidae. Pages 280-479 in J. d. Hoyo, A. Elliott, and J. Sargatal, editors. *Handbook of the Birds of the World*. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Croat, T. B. 1975. Phenological behavior on Barro Colorado Island. *Biotropica* 7:270-277.
- Emmons, L. H. 1984. Geographic variation in densities and diversities of non-flying mammals in Amazonia. *Biotropica* 16:210-222.
- Emmons, L. H. and N. M. Stark. 1979. Elemental composition of a natural mineral lick in Amazonia. *Biotropica* 11:311-313.
- Forshaw, J. M. 1989. *Parrots of the world*. Third edition. Landsdowne Editions, Melbourne, Australia.
- Foster, R. B., T. Parker, A. A. H. Gentry, L. H. Emmons, A. Chicchón, T. Schulenberg, L. Rodríguez, G. Larnas, H. Ortega, J. Icochea, W. Wust, M. Romo, C. J. Alban, O. Phillips, C. Reynel, A. Kratter, P. K. Donahue, and L. J. Barkley. 1994. *The Tambopata-Candamo Reserved Zone of Southeastern Peru: a biological assessment*. RAP Working Papers No. 6, Conservation International, Washington, DC.
- Frankie, G. W., H. G. Baker, and P. A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62:881-919.
- Gentry, A. H. 1988. Tree species richness of upper Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Science*. USA 85:156-159.
- Gilardi, J. D., S. S. Duffey, C. A. Munn, and L. A. Tell. 1999. Biochemical functions of geophagy in parrots: detoxification of dietary toxins and cytoprotective effects. *Journal of Chemical Ecology* 25:897-922.
- Griscom, B. W. and P. M. S. Ashton. 2003. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in southeastern Peru. *Forest Ecology and Management* 175:445-454.
- Kaspari, M., S. P. Yanoviak, R. Dudley, M. Yuan, and N. A. Clay. 2009. Sodium shortage as a constraint on the carbon cycle in an inland tropical rainforest. *Proceedings of the National Academy of Science*. USA 106:19405-19409.
- Lugo, A. E. and J. L. Frangi. 1993. Fruit fall in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica* 25:73-84.
- Marsden, S. J. 1999. Estimation of parrot and hornbill densities using a point count distance sampling method. *Ibis* 141:377-390.

- Marsden, S. J. and A. Fielding. 1999. Habitat associations of parrots on the Wallacean islands of Buru, Seram, and Sumba. *Journal of Biogeography* 26:439-446.
- Marsden, S. J., M. Whiffin, L. Sadgrove, and P. G. Jr. 2000. Parrot populations and habitat use in and around two Brazilian Atlantic forest reserves. *Biological Conservation* 96:209-217.
- Masello, J. F., M. L. Pagnossin, C. Sommer, and P. Quillfeldt. 2006. Population size, provisioning frequency, flock size and foraging range at the largest known colony of Psittaciformes: the Burrowing Parrots of the north-eastern Patagonian coastal cliffs. *Emu* 106:69-79.
- Masello, J. F. and P. Quillfeldt. 2002. Chick growth and breeding success of the burrowing parrot. *Condor* 104:574-586.
- Montambault, J. R. 2002. Informes de las evaluaciones biológicas de Pampas del Heath, Perú, Alto Madidi, Bolivia, y Pando, Bolivia., Conservation International., Washington, D.C.
- Nycander, E., D. H. Blanco, K. M. Holle, A. d. Campo, C. A. Munn, J. I. Moscoso, and D. G. Ricalde. 1995. Manu and Tambopata: nesting success and techniques for increasing reproduction in wild macaws in southeastern Peru. Pages 423-443 in J. Abramson, B. L. Spear, and J. B. Thomsen, editors. *The large macaws: their care, breeding and conservation*. Raintree Publications, Fort Bragg, California.
- Powell, G., P. Wright, U. Aleman, C. Guindon, S. Palminteri, and R. Bjork. 1999. Research findings and conservation recommendations for the Great Green Macaw (*Ara ambigua*) in Costa Rica. Centro Científico Tropical, San Jose, Costa Rica.
- Räsänen, M. W. and A. M. Linna. 1995. Late Miocene tidal deposits in the Amazonian foreland basin. *Science* 269:386-390.
- Räsänen, M. W. and J. S. Salo. 1990. Evolution of the western Amazon lowland relief: impact of Andean foreland dynamics. *Terra Nova* 2:320-332.
- Renton, K. 2001. Lilac-crowned parrot diet and food resource availability: resource tracking by a parrot seed predator. *Condor* 103:62-69.
- Renton, K. 2006. Diet of adult and nestling Scarlet Macaws in Southwest Belize, Central America. *Biotropica* 38:280-283.
- Roth, P. 1984. Repartição do habitat entre psitacídeos simpátricos no sul da Amazônia. *Acta Amazonica* 14:175-221.
- Sanz, V. and A. Rodríguez-Ferraro. 2006. Reproductive parameters and productivity of the Yellow-shouldered Parrot on Margarita Island, Venezuela: a long-term study. *Condor* 108:178-192.
- Snyder, N. F. R., P. Mc Gowan, J. Gilardi, and A. Grajal. 2000. Parrots. Status survey and conservation action plan 2000-2004. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Terborgh, J., J. W. Fitzpatrick, and L. H. Emmons. 1984. Annotated checklist of birds and mammals species of Cocha Cashu Biological Station, Manu National Park, Peru. *Fieldiana (Zoology, New Series)* 21:1 - 29.
- Terborgh, J., S. K. Robinson, T. A. P. III, C. A. Munn, and N. Pierpont. 1990. Structure and organization of an Amazonian forest bird community. *Ecological Monographs* 60:213-238.
- Tosi, J. A. 1960. Zonas de vida natural en el Perú. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú. Instituto Interamericano de las Ciencias Agrícolas de la Organización de los Estados Americanos, Lima, Peru.
- van Schaik, C. P., J. Terborgh, and S. J. Wright. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:353-377.
- Zhang, S. Y. and L. X. Wang. 1995. Comparison of three fruit census methods in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 11:281-294.

## ÁREA DE ESTUDIO

Todos los estudios fueron llevados a cabo en el albergue y centro de investigación Tambopata Research Center (TRC) 13° 07' S, 69° 36' W, en la frontera entre la Reserva Nacional Tambopata (275 000 ha) y el Parque Nacional Bahuaja-Sonene (537 000 ha) en el departamento de Madre de Dios, al sureste del Perú.

El lugar se encuentra en el límite entre bosque húmedo tropical y bosque húmedo subtropical, a 250 m.s.n.m. y con una precipitación anual de 3200 mm (Tosi 1960, Brightsmith 2004). La estación seca se extiende entre los meses de abril y octubre, con una precipitación mensual promedio de 90 a 250 mm (Brightsmith 2004).

El centro de investigación está localizado en un pequeño claro (<1 ha) rodeado por bosque inundable maduro, un bosque inundable sucesional, un aguajal y una restinga (Foster et al. 1994). Un largo parche de bambú (*Guadua sarcocarpa*: Poaceae) cubrió el área inmediatamente adyacente a la collpa, el mismo que floreció y se secó entre los años 2001 y 2002 (Foster et al. 1994, Griscom and Ashton 2003).

El área presenta poblaciones de guacamayos grandes (*Ara ararauna*, *A. chloropterus* y *A. macao*) y depredadores grandes (*Harpia harpyja*, *Morphnus guianensis*, *Spizatus tyrannus*, *Spizatus ornatus* y *Spizastur melanoleuca*). La densidad de psitácidos en esta región puede alcanzar millares de loros congregados diariamente en las riberas de los ríos para comer arcilla (Emmons 1984; Nycander, Blanco et al. 1995; Burger and Gochfeld 2003; Brightsmith 2004).

La collpa es un banco de arcilla, de 500 m de longitud y 25 a 30 m de alto, a lo largo del margen occidental del río Alto Tambopata aproximadamente a 1 km del centro de investigación. El barranco está formado por la erosión causada por el río Tambopata (Räsänen and Salo 1990, Foster et al. 1994, Räsänen and Linna 1995). Los suelos de la collpa son ricos en arcilla con alta capacidad de intercambio catiónico y altos niveles de sodio (Gilardi et al. 1999), DJB datos no publicados).

## CAPÍTULO I

### RELACIÓN DE PATRONES FENOLÓGICOS CON EL PERÍODO DE ANIDAMIENTO DE PSITÁCIDOS EN LA SELVA PERUANA

Gustavo A. Martinez<sup>1</sup> y Dr. Donald Brightsmith<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Botánico, Jefe de campo del Proyecto Guacamayo de Tambopata (TRC);

<sup>2</sup> Director de Proyecto Guacamayo de Tambopata;

<sup>3</sup> Schubot Exotic Bird Health Center, Department of Veterinary Pathobiology, Texas A&M University, College Station, Texas, USA

#### INTRODUCCION

En la actualidad se sabe que la reproducción de la aves esta ligada a diversos factores dependiendo de tipo de zona donde se encuentran, así tenemos que en las zonas templadas donde las diferencias son muy marcadas la reproducción esta ligada a los cambios estacionales de temperatura, luz, precipitación y otros factores; mientras que para las zonas tropicales en donde las diferencias son muy sutiles la reproducción esta ligada al fotoperiodo y temperatura, permitiendo de esta manera la residencia de las especies; como se sabe en las zonas tropicales hay muy poca variación en la duración de las horas de luz a lo largo del año y siempre es suficientemente cálido como para un adecuado suministro de alimentos mientras que en las zonas templadas el suministro de comida y el fotoperiodo varía de acuerdo a la estación que se presenta, por ese motivo, aparte de los movimientos estacionales de las especies invernantes del hemisferio norte, la mayoría de las especies tropicales son residentes, sin embargo, las especies tropicales a pesar que se mueven a distancias variables dependen de las variaciones en precipitación que relacionado con las plantas define el éxito de polinización y germinación, tasas de crecimiento, adaptabilidad, periodo reproductivo y reproducción garantizando las disponibilidad de comida para las especies que dependen de ellas (especialmente frugívoros y granívoros) como es en el caso de los psitácidos que se pueden encontrar en este tipo de bosque; por eso establecer una relación entre la disponibilidad de comida y el periodo de anidamiento es considerado de vital importancia para ayudar a conocer la ecología reproductiva de estas hermosas especies.

#### OBJETIVO:

1. Definir una época de alta y baja disponibilidad de comida en el área de estudio.
2. Establecer la relación de la disponibilidad de alimento con la época de anidamiento de psitácidos.

#### MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en TAMBOPATA RESEARCH CENTER que presenta un clima Tropical Húmedo a una elevación de 250 m.s.n.m. con un promedio anual de 3500 mm de precipitación por año pudiéndose distinguir dos épocas una seca que va de Mayo a Octubre y una lluviosa de Octubre a Abril.

Se realizó una evaluación fenológica mensual desde enero – marzo 2012 y julio - diciembre 2012 en 1330 individuos, los que estuvieron distribuidos en 20 parcelas establecidas en los cinco habitats existentes en el área: Bajío, Aguajal, Terra Firme y Bosque Sucesional.

<b>HABITAT</b>	<b>N de individuos</b>
Bajío	419
Aguajal	216
Bosque Sucesional	292
Tierra Firme	403
<b>TOTAL</b>	<b>1330</b>

Los parámetros fenológicos evaluados, fueron: botón, flor, fruto verde y fruto diseminado.

<b>Valor / Parámetro fenológico</b>	<b>Boton *</b>
1	0-10
2	11 - 100
3	101 - 1,000
4	1001 - 10,000
5	10,000 - >

\*Los valores son iguales para todos los parámetros fenológicos: botón, flor, fruto verde, fruto maduro

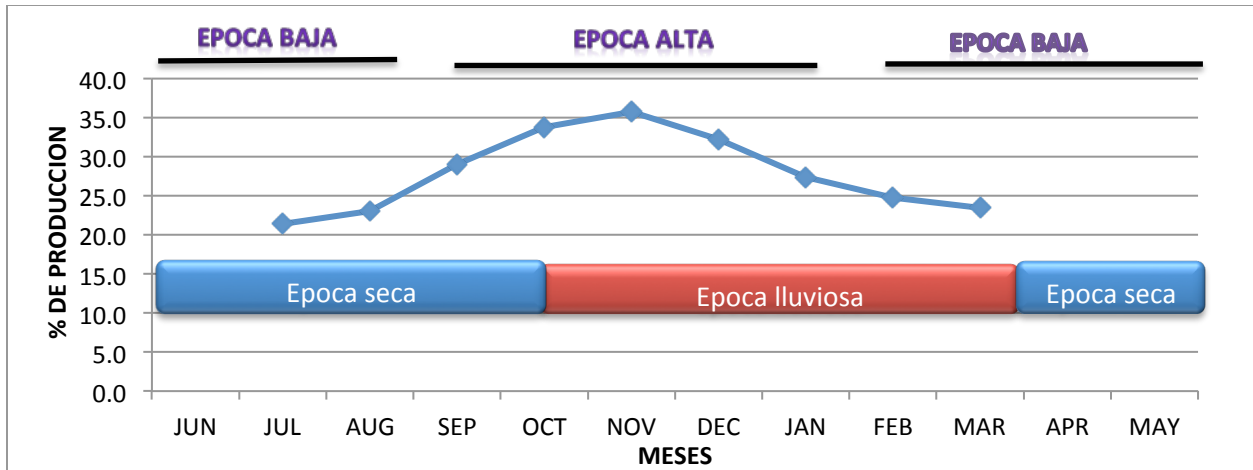
## RESULTADOS

### Disponibilidad de recursos vegetales durante el año 2012, expresada en porcentajes

<b>JUL</b>	<b>AUG</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>
21.4 %	23.0 %	29.0 %	33.8 %	35.7 %	32.2 %	27.4 %	24.7 %	23.4 %

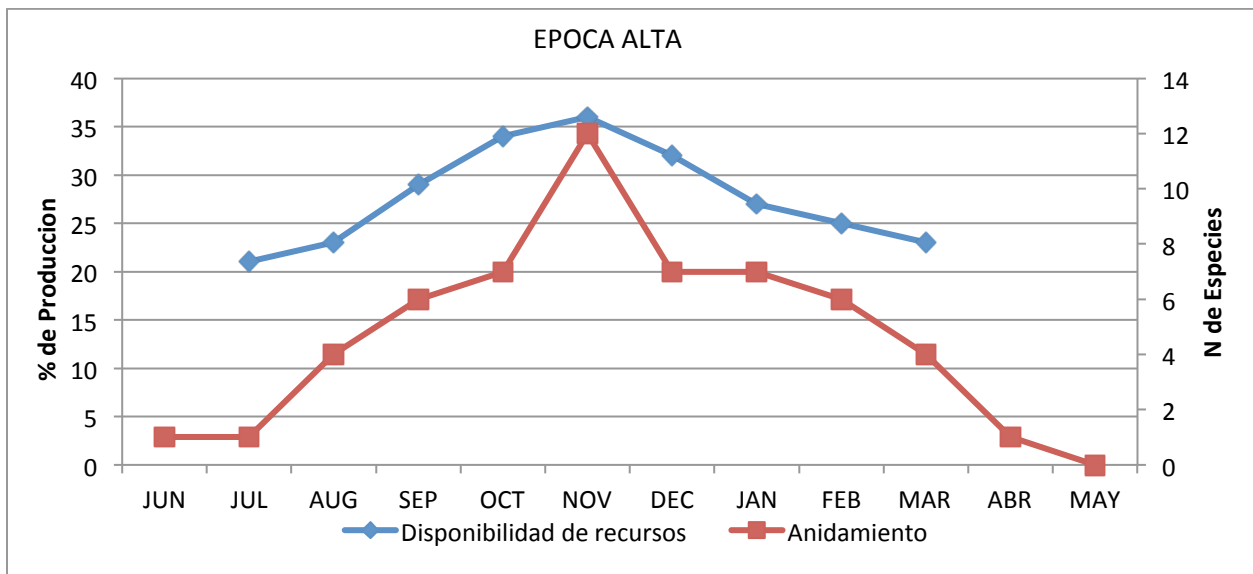
En el cuadro podemos observar que los meses con mayor porcentaje de individuos con producción van desde octubre a diciembre 2012.





En el eje “y” tenemos el número de individuos con producción expresada en porcentajes y en el eje “x” tenemos los meses de año. Se puede observar que la época de mayor disponibilidad de comida coincide con la estación lluviosa mientras que la época de menor disponibilidad se da en la estación seca.

#### RELACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO CON LA ÉPOCA DE ANIDAMIENTO DE PSITÁCIDOS.



En el eje “y” de la izquierda tenemos el porcentaje de individuos con producción, siendo la línea azul el patrón anual de disponibilidad de comida en el área para el año 2012. En el eje “y” de la derecha tenemos el número de especies anidando en la zona psitácidos, siendo la línea roja el patrón de anidamiento general de psitácidos en la zona.

Podemos observar que mientras mayor sea la disponibilidad de comida, mayor es el número de especies anidando en el área, para los meses de menor comida menor es el número de especies anidando.

Cabe mencionar que la curva de disponibilidad no refleja la cantidad o calidad de comida disponible para las especies que se reproducen durante el periodo de mayor abundancia de alimento.

#### **CONCLUSIONES:**

- ✓ Se determina que el clima es el factor determinante en la reproducción de plantas y en la disponibilidad de comida.
- ✓ A mayor disponibilidad de comida, mayor es el número de especies anidando, entonces se establece que existe una relación entre la disponibilidad de comida y la comunidad de psitácidos anidando.
- ✓ Se recomienda seguir con el trabajo de disponibilidad para poder establecer una mejor relación con el número de especies anidando en el área.

## CAPÍTULO II

### LARVA DE MOSCA *Philornis* sp. EN POLLUELOS DE GUACAMAYO ESCARLATA DE VIDA LIBRE Y NUEVA TÉCNICA PARA SU EXTRACCIÓN

George Olah<sup>1,6</sup>, Gabriela Vigo<sup>2,6</sup>, Lizzie Ortiz<sup>3</sup>, Lajos Rozsa<sup>4</sup> and Donald J. Brightsmith<sup>5,6</sup>

<sup>1</sup>Fenner School of Environment and Society, College of Medicine, Biology & Environment, The Australian National University, Canberra, Australia;

<sup>2</sup> Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas, USA;

<sup>3</sup> Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú;

<sup>4</sup> Ecology Research Group, MTA-ELTE-MTM, Pázmány Péter sétány 1/c, H-1117 Budapest, Hungary;

<sup>5</sup> Schubot Exotic Bird Health Center, Department of Veterinary Pathobiology, Texas A&M University, College Station, Texas, USA;

<sup>6</sup> Tambopata Macaw Project, Madre de Dios, Perú

Publicado originalmente en *Veterinary Parasitology* en 2012 con el título "*Philornis* sp. bot fly larvae in free living scarlet macaw nestlings and a new technique for their extraction"

Traducción: Lizzie Ortiz

Edición: Dora Susanibar

#### RESUMEN

Las larvas de mosca (del género *Philornis*) son parásitos subcutáneos que se alimentan de sangre de aves neotropicales, incluyendo los psitácidos. Se analizó doce años de datos sobre polluelos de guacamayo esкарлата (*Ara macao*) de nidos naturales y artificiales en los bosques de tierras bajas del sureste del Perú y se reportó la prevalencia e intensidad del parasitismo *Philornis*. La prevalencia de las larvas de mosca fue del 28,9% mientras que la intensidad media fue de 5,0 larvas por polluelo infectado. La prevalencia en los nidos naturales (11%, n = 90 nidadas) fue menor que en los nidos de madera (39%, N = 57) y las cajas de PVC (39%, N = 109). Se describe una nueva técnica para eliminar las larvas *Philornis* utilizando el diseño de una jeringa inversa utilizada como extractor de veneno para mordedura de serpiente. Al comparar esta nueva técnica con otros dos métodos estandarizados para la eliminación de las larvas en polluelos, se encontró a este nuevo método más adecuado.

*Palabras clave:* *Ara macao*, guacamayo esкарлата, larva de mosca *Philornis*; ectoparasitismo, técnica de extracción.

#### INTRODUCCIÓN

La mosca parásita del género *Philornis* (MEINERT de 1890, Díptera, Muscidae) comprende 51 especies (Carvalho *et al.*, 1993; Skidmore, 1985) y tiene una distribución principalmente neotropical (Carvalho y Couri, 2002). Sus larvas son parásitos únicamente subcutáneos y se alimentan de sangre de polluelos de

una amplia gama de hospedadores aviarios (Allgayer *et al.*, 2009; Arendt, 2000; Couri, 1999). El desarrollo larval es rápido, tomándole 4-6 días en forúnculos con sus espiráculos caudales y se extienden a través de las aberturas dérmicas de sus hospedadores aviarios (Uhazy y Arendt, 1986). Las infestaciones de *Philornis* pueden aumentar la mortalidad de las aves, disminuir el éxito reproductivo y afectar a la selección del nido (Loye y Carroll, 1998). Pueden incluso aumentar el riesgo de extinción para algunas aves hospedadoras (Fessl y Tebbich, 2002; Snyder *et al.*, 1987). Las infestaciones de *Philornis* se han observado repetidamente en polluelos de loro incluyendo guacamayos (Berkunsky *et al.*, 2005; Nycander *et al.*, 1995; Renton, 2002).

El Proyecto Guacamayo de Tambopata ha estudiado la ecología de la reproducción y la historia natural de los guacamayos grandes (*Ara spp.*) en nidos naturales y artificiales en el sur de la Amazonía peruana por más de 20 años (Brightsmith *et al.*, 2008; Brightsmith, 2005; Nycander *et al.*, 1995). Durante las inspecciones de nidos, los investigadores encontraron que los polluelos de guacamayo escarlata (*Ara macao*) estaban muy infestados por larvas de mosca, mostrando una supervivencia reducida (Nycander *et al.*, 1995). Motivados por esta observación, los investigadores de este lugar han eliminado, de manera oportunista, larvas parasitarias para mejorar el crecimiento del polluelo y su vuelo.

Esta situación dio lugar a las siguientes preguntas que guían el presente estudio: (i) ¿cuáles son las tasas generales de infección?, (ii) hacer diferentes tipos de nidos, afecta los niveles de infestación?, y (iii) ¿cuál es el método más adecuado de eliminación de parásitos en este particular sistema huésped-parásito?

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se llevó a cabo en los bosques que rodean el Centro de Investigación Tambopata (Tambopata Research Center -TRC) en el sureste de Perú (13 ° 8.070 'S, 69 ° 36.640' W), en el Departamento de Madre de Dios, en la Reserva Nacional Tambopata. El centro está ubicado en el bosque húmedo tropical, cerca de la frontera con el bosque húmedo subtropical (Tosi, 1960) a 350 m de altitud, con una precipitación media anual de 3.236 mm (Brightsmith, 2004). En este sitio, los guacamayos escarlatas anidan en cavidades naturales (Brightsmith, 2005; Renton y Brightsmith, 2009) y en nidos artificiales de madera y cajas de PVC instaladas en árboles emergentes y aislados (Nycander *et al.*, 1995).

Se estudiaron los nidos de guacamayo escarlata en cavidades naturales, artificiales (cajas de PVC y madera) entre noviembre de 2000 y marzo de 2011 (12 temporadas de anidamiento); ubicados en un radio de 2,2 km del TRC. Para determinar el crecimiento y el estado de salud de los polluelos, se alcanzó a los nidos utilizando técnicas ascendentes con una sola cuerda (Perry, 1978; Perry y Williams, 1981). Se extrajo a los polluelos, enviándolos a tierra en baldes de plástico (Nycander *et al.*, 1995). Una vez en el suelo, cada polluelo fue revisado para detectar larvas de moscas; el número de larvas fue registrado. Las aves fueron pesadas y medidas también como parte de los estudios en curso (Vigo *et al.*, 2011). En promedio, cada uno de los 256 polluelos que participaron en el estudio, fue manipulado  $29,8 \pm 1,7$  veces durante el período  $SE \pm 86$  días de desarrollo del polluelo. Estas visitas duraron cerca de 30 - 50 minutos. La localización anatómica de larvas de mosca se registró en 89 casos.

En el transcurso del estudio se utilizaron tres diferentes métodos para matar o eliminar las larvas parasitarias. De 2000 – 2007, todas las larvas de mosca fueron tratadas con Negasunt<sup>®</sup> en polvo, colocándolo en abundancia en el área inflamada -causada por las larvas. Normalmente, fue necesario sólo un único tratamiento, ya que para la siguiente inspección de nido -entre los siguientes 1-3 días- las larvas habían muerto y la inflamación había reducido (DJB obs. per.). En 2007, los investigadores trataron de eliminar las larvas de mosca -que se encontraban ya muertas al día siguiente del tratamiento con Negasunt<sup>®</sup> en polvo-, usando pinzas hemostáticas. Desde 2007 – 2010, las larvas de mosca se eliminaron mediante la colocación de un algodón remojado en alcohol sobre la zona afectada, durante aproximadamente 30 segundos, evitando así que la larva respire y obligándola a salir a la superficie. La torunda fue retirada luego y el veterinario extrajo la larva con una pinza hemostática. En algunos casos, después de retirar la larva se aplicaba un aerosol antiparasitario (Curabichera). Esta técnica requería velocidad y experiencia, y en el caso de las larvas muy pequeñas, a menudo no se tenía éxito debido a la localización y profundidad de la larva dentro de la piel.

A partir de 2010, se comenzó a eliminar las larvas de mosca utilizando el kit de la bomba extractora Sawyer<sup>™</sup> (un diseño de jeringa inversa, utilizada para extraer el veneno de serpiente en caso de mordida). Las larvas se eliminaron por (1) la limpieza de la zona de alrededor de la ubicación de la larva con un algodón empapado en alcohol, (2) la colocación de la cabeza del extractor sobre el orificio de la ubicación de la larva, y (3) presionando el émbolo del extractor para iniciar la aspiración. Por lo general, a los pocos segundos las larvas pequeñas fueron absorbidas completamente fuera del ave. Las larvas más grandes salieron sólo parcialmente de la herida, pero utilizando una pinza hemostática fueron fácil y completamente removidos. Después de la eliminación de la larva de la zona, se limpió con una gasa con alcohol y se cubrió con una crema antiséptica.

Para cuantificar los niveles de infestación, se calculó la prevalencia como el porcentaje de todos los polluelos que tenían  $\geq 1$  larvas con intervalos de confianza exactos del 95% (IC). También se calculó la media y la mediana de las larvas por polluelo con  $\geq 1$  larvas (intensidades hasta el momento observadas). Como parásitos suelen mostrar una distribución agregada entre los individuos huéspedes (Crofton, 1971), presentamos sesgos corregidos y acelerados de límites de confianza de arranque alrededor de las intensidades media y la mediana. Se utilizó la prueba exacta de Fisher y la prueba de la mediana de Mood para comparar prevalencias e intensidades media y presentamos valores p exactos (de dos lados) en cada caso. El índice de discrepancia (Poulin, 1993) se utilizó para cuantificar la asimetría de la distribución de los parásitos. Para el análisis estadístico se utilizó *Parasitología Cuantitativa 3,0* (Rozsa *et al.*, 2000).

Los análisis que se discuten anteriormente incluyeron múltiples polluelos eclosionados y criados en el mismo nido. Esto significa que nuestros resultados pueden estar influenciados por una pseudoreplicación (tratar a cada polluelo como estadísticamente independiente, en vez del método más conservador de tratar a cada nido diferente como estadísticamente independiente). Para eliminar los efectos de esta pseudoreplicación, se agruparon todos los polluelos nacidos en el mismo nido a través de todos los años, por lo que se creó una prevalencia ( $\pm$  SE), la media, la mediana y la intensidad del grupo de polluelos por nido. Estos parámetros, completamente independientes, fueron comparados entre los tipos de nidos con pruebas Kruskal-Wallis que utilizan GenStat 13,2. Para comparar las larvas

observadas y esperadas de las infestaciones en los nidos con múltiples polluelos se usó Pearson chi-cuadrado.

Se han analizado los efectos de la infestación de la larva de mosca en el crecimiento de los polluelos utilizando datos de crecimiento de 45 polluelos escarlata estudiados desde 2000 hasta 2008 como se presenta en Vigo *et al.* (2011). Para cada polluelo, se determinó el número de larvas registrado durante los siguientes períodos de tiempo: 0-33 días (período de rápido aumento de peso), los días 34 a 63 (período de aumento lento de peso) y los días 64 a emplumar (período de pérdida de peso). Se utilizaron los modelos lineales mixtos (LMM) de 13,2 GenStat para determinar si el número de larvas de mosca en cada una de las fases mencionadas anteriormente influyen en (a) el tamaño asintomático, (b) la tasa máxima de crecimiento y (c) la edad de la tasa máxima de crecimiento para las tres variables biométricas de peso, ala, culmen y tarso.

## RESULTADOS

Se monitorearon 19 cavidades naturales de árboles, 10 de madera y 19 cajas de tubo de PVC ocupados por guacamayos escarlatas y un promedio de 16,6 ( $\pm 1,2$  SE, rango: 10-25) eventos de anidamiento (puesta de al menos un huevo) por temporada de cría. Se examinó un total de 256 polluelos, 21,3 ( $\pm 2$  SE) polluelos por temporada de anidamiento (rango: 10-33 pollos). En total, se registraron 372 larvas de moscas durante los 12 años del estudio. La prevalencia de las larvas de mosca fue del 28,9% (IC: 23.4-34.9%), la intensidad promedio fue de 5,03 larvas por polluelo infectado (IC: 3,54-7,81) y la intensidad media fue de 2 (IC: 1-2) larvas de mosca por polluelo infectado. El índice de discrepancia fue de 0,89; lo que indica un nivel bastante alto de asimetría, cerca del máximo teórico de 1. Las larvas se encuentran con mayor frecuencia en las alas (36% de 89 reportes), en orificios internos abiertos como los oídos (10%) o los orificios nasales (7%), en los dedos (9%), la cara (7%) o el lomo (7%). Otras partes del cuerpo fueron afectadas con menor frecuencia: la cabeza, la barbilla, el cuello, los miembros inferiores y la parte superior del pecho (24%).

Las Infestaciones de larvas de moscas se presentaron desde el segundo día hasta el día 86 de edad del polluelo, mostrando un pico máximo de infestación durante el primer mes. Las Infestaciones de larvas de mosca no se distribuyen al azar en uno u otro polluelo. En los 44 casos en los que había varios polluelos dentro de un nido considerado infestado, los varios polluelos estaban infestados en un 50% de los casos. La probabilidad de que en aquellos nidos con varios polluelos más de un polluelo esté infestado con larvas de mosca fue significativamente más alta de lo esperado (chi-cuadrado = 12,5, gl 2, P = 0,002)

La prevalencia de larvas en los nidos naturales (11%, IC: 6-19%, N = 90 polluelos observados) fue significativamente menor que en los nidos de madera (39% CI: 27-52%, N = 57) y las cajas de PVC (39% CI: 30-48%, N = 109, la prueba exacta de Fisher:  $p < 0,001$ , Fig. 1). La media y la mediana intensidad de parasitismo no difirió significativamente entre los diferentes tipos de nidos ( t-test para 2 muestras: p (natural vs madera) = 0,219, p (natural vs PVC) = 0,431, p (PVC vs madera) = 0,147, prueba de la mediana de Mood para los 3 tipos de nidos: p = 0,125).

Al agrupar los datos de cada nido a través de los años, la media de la prevalencia en los nidos naturales (13%,  $5,5 \pm SE$ ,  $n = 17$  nidos monitoreados) fue significativamente menor que en los nidos de madera (46%,  $8,7 \pm SE$ ,  $n = 8$ ) y cajas de PVC (27%,  $6,4 \pm SE$ ,  $n = 12$ ; Kruskal-Wallis estadística = 9,5,  $p < 0,009$ ). La intensidad de la media y la mediana del anidamiento no difirió significativamente entre los tipos de nidos (Kruskal-Wallis estadísticas  $< 1,9$ ,  $p > 0,39$  para las tres comparaciones).

Durante el período de estudio se ha matado o eliminado las larvas de los polluelos 188 veces, incluyendo tratamientos repetidos en polluelos afectados. Se intentó eliminar las larvas utilizando Negasunt<sup>®</sup> Polvo y pinzas hemostáticas ( $N = 27$  casos), con algodón, alcohol y pinzas hemostáticas ( $N = 49$ ) y con el extractor de veneno - Extractor Sawyer<sup>™</sup> ( $N = 112$ ). Las larvas de mosca fueron eliminadas correctamente de los polluelos en un 33% con el método Negasunt<sup>®</sup>, 80% con alcohol y pinzas hemostáticas, y en un 100% con el método del extractor de veneno - Extractor Sawyer<sup>™</sup>. La eficiencia del método del Extractor Sawyer<sup>™</sup> fue significativamente mayor que los otros dos métodos ( $p$  prueba exacta de Fisher  $< 0,001$ ).

La longitud asintomática del tarso se correlacionó negativamente con el número de larvas de mosca durante la fase de crecimiento rápido (0-33 días) (LMM larvas de mosca 0-33 días:  $\chi^2_{21} = 7,81$ ,  $P = 0,008$ ). La masa corporal se correlacionó negativamente con el número de larvas de moscas durante la fase de crecimiento rápido (LMM larvas de mosca 0-33 días:  $\chi^2_{21} = 6,64$ ,  $P = 0,014$ ), así como en la fase de 0-63 días (LMM larvas de mosca 0 - 63 días:  $\chi^2_{21} = 6,59$ ,  $P = 0,015$ ). El mayor número de larvas de mosca también predijo un menor peso de los polluelos en estas fases (predicciones; LMM. Fig. 2).

Un total de 10 polluelos infectados murieron durante el estudio, pero sólo en 3 de ellos se confirmó que su muerte fue debida a las infestaciones parasitarias: uno murió a la edad de 33 días debido a una infección del oído relacionada con las larvas de mosca; otro murió a los 40 días después de la detección de 26 larvas infestando en todo el cuerpo, alas, cabeza y nariz; y el último, murió a la edad de 26 días luego del alcance de una larva hasta los tendones del miembro inferior, impidiendo al ave levantarse nuevamente.

En algunos casos, se observó la desaparición natural de las larvas *Philornis* antes del día esperado. No se puede excluir la posibilidad de que las aves adultas pueden eliminar algunas larvas de sus polluelos.

## DISCUSIÓN

Los nidos artificiales son herramientas importantes en la conservación de las diferentes especies de loros. Al probar diferentes tipos de nidos artificiales y compararlos con los naturales, pueden resultar mejores diseños para las aves. En este estudio, se comparó la prevalencia del parásito entre los diferentes tipos de nidos para determinar si alguno de ellos se encontraba más predispuesto a la infestación por larvas de mosca. La prevalencia del parásito fue significativamente menor en las cavidades naturales que en cualquiera de los nidos artificiales, tanto de madera como de PVC. Esto podría deberse al material con que está construido el nido, ya que normalmente la temperatura en los nidos de PVC puede aumentar rápidamente y podría conllevar a una mayor prevalencia del parásito (DJB

datos no publ.). Sin embargo, la intensidad de la media y la mediana no difirieron significativamente entre los tipos de nidos. Las intensidades más extremas del presente estudio (63, 40 larvas por pollo) fueron más altas que los de otros polluelos de loros neotropicales: 31 larvas en un polluelo de guacamayo Jacinto (*Anodorhynchus hyacinthinus*) (Guedes, 1993), > 15 larvas en un polluelo de guacamayo escarlata (Nycander *et al.*, 1995), y > 25 larvas en dos loros de frente azul (*Amazona aestiva*) (Seixas y Mourao, 2003). Sin embargo, son mucho más bajos que algunos registros realizados en paseriformes: Zorzal pardo (*Margarops fuscatus*), presentó un máximo de 220 larvas/polluelos con una intensidad media global de 37 (Arendt, 1985).

Las larvas de mosca se alimentan de sangre subcutánea, cuya presencia puede facilitar las infecciones bacterianas secundarias. Sin embargo, se encuentra poca evidencia de esto ya que la mayoría de los polluelos infestados han logrado sobrevivir hasta volar. En general, un mayor número de larvas de mosca durante el desarrollo temprano se correlaciona con un tamaño más pequeño del polluelo (peso y tarso). Se tiene la sospecha de que las larvas de moscas estén causando la reducción del tamaño de los polluelos, aunque no se puede descartar la posibilidad de que los pequeños polluelos presenten mayor cantidad de larvas de moscas por alguna otra razón relacionada con la atención de sus padres u otra variable no medida. Los resultados presentados en este estudio, sobre la mortalidad directa causada por las larvas de mosca, fue poco común de acuerdo con los de la literatura, donde los más claros impactos directos en la salud de polluelo son los casos en que las larvas invaden lugares sensibles como los órganos sensoriales, las vías respiratorias, la boca o las extremidades (Arendt, 2000).

La extracción de larvas puede ser útil para los polluelos, pero también existe el riesgo de lesión, infección, deterioro, e incluso la muerte del huésped si se hace incorrectamente. Por esta razón, es importante para el personal de campo utilizar métodos que maximicen los beneficios y minimicen el riesgo. El Negasunt<sup>®</sup> Polvo utilizado, contiene *coumaphos* 3% que mata las larvas de mosca en el ave, el 2% *propoxur* que repele otros insectos de la lesión y el 5% sulfanilamida anti-bacterial. No se encontraron efectos negativos graves sobre los polluelos. Sin embargo, el *coumaphos* está clasificado como alta a muy altamente tóxico para las aves, si se consume (Abdelsalam, 1999; Abou-Donia *et al.*, 1982; US EPA, 1996) y puede ser consumido ya sea, por los padres o los polluelos. Por lo tanto, creemos que el uso de Negasunt Powder<sup>®</sup> debe evitarse en las aves silvestres.

El método de «algodón con alcohol y pinzas hemostáticas» reduce el riesgo de toxicidad para el polluelo pero se obtuvo una menor tasa de éxito, ya que aquellas larvas que no llegaban a la superficie de la piel fueron difíciles de eliminar. La habilidad individual y el entrenamiento del veterinario que utilizó la técnica también parecieron influir en el éxito. Además, cuando el primer intento de extracción no era exitoso, la perseverancia de los intentos por eliminar las larvas –vivas o muertas- a menudo requería de incisiones. Por ello, no se recomienda este método para la extracción de las larvas de mosca.

En comparación, el nuevo método extractor descrito aquí fue altamente eficiente (100% en este estudio) y relativamente fácil para los investigadores de diferentes niveles de habilidad y entrenamiento. La edad del polluelo de guacamayo más joven en el que fue sometido a este método fue de 2 días y se realizó el proceso sin complicaciones. Sin embargo, existen dos problemas: cuando la larva se encuentra en áreas donde el extractor no logra hacer un completo cierre para la succión (la punta del



ala, dedo, etc.) puede no ser suficiente para eliminar la larva; y el diseño del extractor utilizado no permite a los investigadores regular la cantidad de succión. Como resultado de ello, es necesario tener cuidado cuando se aplica este método en polluelos jóvenes de especies de cuerpo pequeño, ya que podría rasgar la piel. Por esta razón, los investigadores interesados en utilizar esta técnica deben probarlo por primera vez en individuos adultos y monitorear si se presentan moretones o lesiones en la piel, antes de intentarlo en polluelos.

Las larvas de moscas de varios géneros son conocidos por infestar a una amplia variedad de huéspedes vertebrados silvestres y domésticos (Angulo-Valadez *et al.*, 2010; Cogley y Cogley, 2000; Milton, 1996) y este nuevo método extractor debe ser eficaz en una amplia gama de taxones. Si un extractor con niveles variables de succión estuviera disponible, permitiría la eliminación y extracción de artrópodos que habitan en la piel de una gama aún más amplia de hospederos vertebrados. En cualquier caso, tal como se presenta, esta técnica debe tener una amplia aplicación para los veterinarios y científicos que desean eliminar las larvas de mosca parásita de forma rápida y sencilla sin realizar incisiones.

## **AGRADECIMIENTOS**

Damos las gracias a Sharman Hoppes por su ayuda. Damos las gracias a nuestro personal veterinario de campo (Bruce Nixon, Jill Heatley, y Nancy Carlos) por su ayuda en la recopilación de datos. Damos las gracias a nuestros Jefes de campo en TRC: Adrián Sánchez, Adriana Bravo, Aida Figari, Carlos Huamani, Carolina Caillaux, Caterina Cosmópolis, Darwin Solano, Fernando Takano, Gustavo Martínez, Jerico Solis, Jesús Zumarán, Marc Dragiewicz, Oscar González, y Robert Wilkerson. También damos las gracias a Rainforest Expeditions y el personal de TRC por su apoyo, y a todos los asistentes de campo voluntarios por su arduo trabajo. Esta investigación fue apoyada por el Instituto Earthwatch (Earthwatch Institute), el Centro de Salud Schubot Exotic Bird (Schubot Exotic Bird Health Center) de la Universidad Texas A & M, la Gran Fundación Rufford Small (Rufford Small Grant Foundation), Idea Wild, Raleigh Durham Caged Bird Society, Phoenix Landing, y donantes privados. El Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) y el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) en el Perú concedieron los permisos de la investigación para este estudio.

## **REFERENCIAS**

Abdelsalam, E.B., 1999. Neurotoxic potential of six organophosphorus compounds in adult hens. *Vet. Hum. Toxicol.* 41, 290–292.

Abou-Donia, M.B., Makkawy, H.A., Graham, D.G., 1982. Coumaphos: delayed neurotoxic effect following dermal administration in hens. *J. Toxicol. Environ. Health* 10, 87–99.

Allgayer, M.C., Guedes, N.M.R., Chiminazzo, C., Cziulik, M., Weimer, T.A., 2009. Clinical pathology and parasitologic evaluation of free-living nestlings of the hyacinth macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*). *J. Wildl. Dis.* 45, 972–981.

- Angulo-Valadez, C.E., Scholl, P.J., Cepeda-Palacios, R., Jacquiet, P., Dorchie, P., 2010. Nasal bots... a fascinating world! *Vet. Parasitol.* 174, 19–25.
- Arendt, W.J., 1985. Philornis Ectoparasitism of Pearly-Eyed Thrashers. II. Effects on Adults and Reproduction. *Auk* 102, 281–292.
- Arendt, W.J., 2000. Impact of nest predators, competitors, and ectoparasites on Pearly-eyed Thrashers, with comments on the potential implications for Puerto Rican Parrot recovery. *Ornitol. Neotrop.* 11, 13–63.
- Berkunsky, I., Formoso, A., Aramburu, R., 2005. Ectoparasitic load of blue-fronted parrot (*Amazona aestiva*, Psittacidae) nestlings. *Ornitol. Neotrop.* 16, 573–578.
- Brightsmith, D., 2004. Effects of weather on parrot geophagy in Tambopata, Perú. *Wilson Bull.* 116, 134–145.
- Brightsmith, D., Stronza, A., Holle, K., 2008. Ecotourism, conservation biology, and volunteer tourism: A mutually beneficial triumvirate. *Biol. Conserv.* 141, 2832–2842.
- Brightsmith, D.J., 2005. Parrot nesting in southeastern Peru: seasonal patterns and keystone trees. *Wilson Bull.* 117, 296–305.
- Carvalho, C.J.B.d., Couri, M.S., 2002. Part I. Basal groups, In: Carvalho, C.J.B.d. (Ed.) *Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region: Taxonomy.* Universidade Federal do Paraná, Curitiba, pp. 17–132.
- Carvalho, C.J.B.d., Couri, M.S., Pont, A.C., Pamplona, D., Lopes, S.M., 1993. Part II. *Muscidae*, In: Carvalho, C.J.B.d. (Ed.) *A Catalogue of the Fanniidae and Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region.* Sociedade Brasileira de Entomologia, São Paulo, p. 201.
- Cogley, T.P., Cogley, M.C., 2000. Field observations of the host–parasite relationship associated with the common horse bot fly, *Gasterophilus intestinalis*. *Vet. Parasitol.* 88, 93–105.
- Couri, M.S., 1999. Myiasis caused by obligatory parasites. 1a. *Philornis Meinert (Muscidae)*, In: Guimaraes, J.H., Papavero, N. (Eds.) *Myiasis in man and animals in the Neotropical Region: bibliographic database.* PLêiade & FAPESP, São Paulo, pp. 51–70.
- Crofton, H.D., 1971. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology* 62, 179–193.
- Fessl, B., Tebbich, S., 2002. *Philornis downsi*— a recently discovered parasite on the Galápagos archipelago — a threat for Darwin's finches? *Ibis* 144, 445–451.
- Guedes, N.M.R., 1993. *Biología reprodutiva da Arara Azul (Anodorhynchus hyacinthinus) no Pantanal.* Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Univ. São Paulo, Piracicaba, Brazil.
- Loye, J.E., Carroll, S.P., 1998. Ectoparasite behavior and its effects on avian nest site selection. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 91, 159–163.

- Milton, K., 1996. Effects of bot fly (*Alouattamyia baeri*) parasitism on a free-ranging howler monkey (*Alouatta palliata*) population in Panama. *J. Zool.* 239, 39–63.
- Nycander, E., Blanco, D.H., Holle, K.M., Campo, A.d., Munn, C.A., Moscoso, J.I., Ricalde., D.G., 1995. Manu and Tambopata: nesting success and techniques for increasing reproduction in wild macaws in southeastern Peru., In: J. Abramson, B.L.S., & J. B. Thomsen (Ed.) *The large macaws: their care, breeding and conservation.* Raintree Publications, Fort Bragg, California, pp. 423–443.
- Perry, D.R., 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica* 10, 155–157.
- Perry, D.R., Williams, J., 1981. The tropical rain forest canopy: a method providing total access. *Biotropica* 13, 283–285.
- Poulin, R., 1993. The disparity between observed and uniform distributions: A new look at parasite aggregation. *Int. J. Parasitol.* 23, 937–944.
- Renton, K., 2002. Influence of environmental variability on the growth of Lilac-crowned Parrot nestlings. *Ibis* 144, 331–339.
- Renton, K., Brightsmith, D., 2009. Cavity use and reproductive success of nesting macaws in lowland forest of southeast Peru. *J. Field Ornithol.* 80, 1–8.
- Rozsa, L., Reiczigel, J., Majoros, G., 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *J. Parasitol.* 86, 228–232.
- Seixas, G.H.F., Mourao, G., 2003. Growth of nestlings of the blue-fronted amazon (*Amazona aestiva*) raised in the wild or in captivity. *Ornitol. Neotrop.* 14 295–305.
- Skidmore, P., 1985. *The Biology of the Muscidae of the World.* Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 550 p.
- Snyder, N.F.R., Wiley, J.W., Kepler, C.B., 1987. *The parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican Parrot.* Western Foundation of Vertebrate Zoology, Los Angeles, CA, 1–384 pp.
- Tosi, J.A., 1960. *Zonas de vida natural en el Perú. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú,* Instituto Interamericano de las Ciencias Agrícolas de la Organización de los Estados Americanos, Lima, Peru.
- Uhazy, L.S., Arendt, W.J., 1986. Pathogenesis associated with philornid myiasis (Diptera: Muscidae) on nestling pearly-eyed trashers (Aves: Mimidae) in the Luquillo rain forest, Puerto Rico. *J. Wildl. Dis.* 22, 224–237.
- US-EPA, 1996. *Coumaphos: Reregistration Eligibility Decision (RED) Fact Sheet.* United States Environmental Protection Agency.
- Vigo, G., Williams, M., Brightsmith, D.J., 2011. Growth of Scarlet Macaw (*Ara macao*) chicks in southeastern Peru. *Ornitol. Neotrop.* 22, 143–153.

## CAPITULO III

### PREDICCIÓN DE LA DENSIDAD DE ENERGÍA METABOLIZABLE Y LA DESCRIPCIÓN DE AMINOÁCIDOS DEL CONTENIDO DE LOS BUCHES DE POLLUELOS DE GUACAMAYA ROJA (*Ara macao*) DE VIDA LIBRE

J. Cornejo<sup>1</sup>, E. S. Dierenfeld<sup>2</sup>, C. A. Bailey<sup>3</sup> and D. J. Brightsmith<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Schubot Center, Department Veterinary Pathobiology, College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, Texas A&M University, College Station, TX, USA,

<sup>2</sup>Novus International, Inc., St. Charles, MO, USA, and

<sup>3</sup>Department of Poultry Science, College of Agriculture and Life Sciences, Texas A&M University, College Station, TX, USA

Edición: Dora Susanibar

#### RESUMEN:

La cría a mano de los recién nacidos es una práctica común para la propagación de psitácidos. Sin embargo, los requerimientos nutricionales para su crecimiento y desarrollo no se conocen bien, y la malnutrición es común. Se analizó la descripción del aminoácido (AA) del contenido de los buches de 19 polluelos (19-59 días de edad) de guacamaya roja (*Ara macao*) de vida libre. La predicción de la densidad de energía metabolizable (PME) es de 16,9 MJ / kg DM y proteína verdadera (total de proteína AA) 8,3 g / MJ PME. Proteína cruda (PC) fue de 10,0 g / MJ PME, por debajo de los requerimientos de 0 - a 12 semanas de edad pollitos tipo leghorn, pero no diferente a las crecientes exigencias de los periquitos (*Melopsittacus undulatus*) y tortolitos (*Agapornis* spp.). Las concentraciones promedio de leucina, isoleucina, treonina, lisina (Lys) y metionina sobre una PME base estaba por debajo de los requerimientos mínimos de 0 - a 12 semanas de edad, de pollitos tipo leghorn. La densidad PME calculada de la muestras no varió con la edad. Sin embargo, hubo una significativa correlación negativa entre la edad promedio de los polluelos y la concentración de Lys. Llegamos a la conclusión de que el CP baja y la densidad de AA en comparación con aves de corral podría resultar de una combinación de (i) las diferencias en la composición esencial de AA de los tejidos del cuerpo, (ii) las adaptaciones que permiten a las aves crecer con fuentes de alimentos bajos en proteínas y (iii) la nutrición subóptima de estos pollitos en libertad.

## CAPÍTULO IV

### PROPIEDADES DE ERROR DE UBICACIONES DE TELEMETRÍA POR SATÉLITE ARGOS UTILIZANDO MÍNIMOS CUADRADOS Y EL FILTRADO DE KALMAN

Janice D. Boyd<sup>1,2</sup> and Donald J. Brightsmith<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>The Parrot Fund College Station, TX

<sup>2</sup>Schubot Exotic Bird Health Center Department of Veterinary Pathobiology Texas A&M University College Station, TX

<sup>3</sup>Schubot Exotic Bird Health Center, Department of Veterinary Pathobiology Texas A&M University TAMU 4467, College Station, TX 77843-4467

Corresponding author: [dbrightsmith@cvm.tamu.edu](mailto:dbrightsmith@cvm.tamu.edu)

Edición: Dora Susanibar

#### RESUMEN:

El estudio de los movimientos de los animales es la clave para entender su ecología y facilitar su conservación. El sistema de satélites Argos es una valiosa herramienta para el seguimiento de las especies que se desplazan largas distancias, viven en zonas remotas, y son por lo demás difícil de rastrear con telemetría VHF o tradicional y no son adecuados para los sistemas de GPS. Investigaciones anteriores han planteado dudas sobre la magnitud de los errores de posición citados por el CLS proveedor de servicios por satélite. Además, no hay publicaciones revisadas por pares que hayan evaluado la utilidad de los CLS elipses suministrados de error ni de la exactitud de la filtración Kalman (KF) nuevo método de procesamiento. Utilizando transmisores colgados de las torres y los árboles en el sureste de Perú, se muestran las elipses de error Argos que contienen generalmente <25% de las localizaciones reales y por lo tanto no describe adecuadamente los errores de localización. También encontramos que el procesamiento de KF no aumenta significativamente la precisión de localización. Los errores, para ambos métodos LS y de procesamiento KF se encontraron en una distribución logarítmica normal, lo que tiene importantes repercusiones para el cálculo de error, el análisis estadístico y la interpretación de datos. En resumen, "buenas" posiciones (localización de códigos 3, 2, 1, A) tienen una precisión de unos 2 km, mientras que 0 y la ubicación B tienen una precisión de alrededor de 5 - 10 km. Sin embargo, debido a la distribución logarítmica normal de los errores, valores atípicos más grandes son de esperar en todos los códigos de localización y deben tenerse en cuenta en el procesamiento de datos del usuario. Evaluamos cinco diferentes estimaciones empíricas de error y encontramos que el 68% de elipses de error de distribución logarítmica normal proporcionó las estimaciones de error más útiles. Errores de longitud son más grandes que los errores de latitud en nuestra área por un factor de 2 a 3, que apoya el uso de elípticas de elipses de error. Numerosos estudios en los últimos 15 años también han encontrado fallas en el reclamado-CLS estimaciones de error, CLS aún no ha logrado corregir su información engañosa. Esperamos que esto se revierta en un futuro próximo.

## Anexos

- Boyd, J. D. and D. J. Brightsmith. 2013. Error properties of Argos satellite telemetry locations using least squares and Kalman filtering PLoS ONE.
- Brightsmith, D. J., P. Coll Cardenas Liza, and B. Nixon. 2012. Uso por Psitácidos de la Collpa Chuncho. Proyecto Guacamayo y Schubot Center at Texas A&M, College Station, Texas.
- Cornejo, J., R. Taylor, T. Sliffe, C. A. Bailey, and D. J. Brightsmith. 2012. Prediction of the nutritional composition of the crop contents of free-living scarlet macaw chicks by near-infrared reflectance spectroscopy. *Wildlife Research* **39**:230-233.
- Cornejo, J., E. Dierenfeld, C. A. Bailey, and D. J. Brightsmith. 2011. Predicted metabolizable energy density and amino acid profile of the crop contents of free-living scarlet macaw chicks (*Ara macao*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*.
- Olah, G., G. Vigo, L. Ortiz, L. Rozsa, and D. J. Brightsmith. 2013. *Philornis* sp. bot fly larvae in free living scarlet macaw nestlings and a new technique for their extraction. *Veterinary Parasitology*.
- White, T. H., N. J. Collar, R. J. Moorhouse, V. Sanz, E. D. Stolen, and D. J. Brightsmith. 2012. Psittacine reintroductions: common denominators of success. *Biological Conservation* **148**:106-115.