



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Facultad de Ciencias

Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo

### “Crecimiento postnatal del Guacamayo Escarlata (*Ara macao*: Linnaeus 1758) en la Reserva Nacional Tambopata – Perú”

Gabriela Vigo Trauco

#### RESUMEN

Por medio del presente trabajo de investigación se describe el crecimiento post natal del Guacamayo Escarlata (*Ara macao*) y se analiza la influencia del orden de eclosión y el tamaño de nidada en el aumento de peso de los individuos y en el crecimiento de tres apéndices externos de fácil medición de los mismos: (1) Ala, (2) Culmen y (3) Tarso.

#### 1. ASPECTO METODOLOGICO

##### 1.1. Zona de estudio

El presente trabajo de investigación incluye datos del bosque colindante al centro de investigaciones “Tambopata Research Center” (UTM 433922 E, 8548696 N -Zona 19) al sureste del Perú en la cuenca del río Tambopata, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios. El centro de investigaciones se encuentra en el límite de la Reserva Nacional Tambopata (275,000 ha) y del Parque Nacional Bahuaja-Sonene (537,000 ha) (Mapa 2); rodeado por bosque húmedo y bosque húmedo subtropical, a una altitud de 250 m.s.n.m y con una precipitación anual de 3200mm (Tosi 1960), Brightsmith 2004). El área presenta poblaciones de guacamayos grandes (*Ara ararauna*, *A. chloroptera* y *A. macao*) y predadores grandes (*Harpia harpyja*, *Morphnus guianensis*, *Spizatus tyrannus*, *Spizatus ornatus* y *Spizastur melanoleuca*). La densidad de de psitácidos en esta región pueden alcanzar los cientos miles de loros congregados diariamente en las riveras de los ríos a comer arcilla (Emmons 1984; Nycander, Blanco et al. 1995; Burger and Gochfeld 2003; Brightsmith 2004).

Los datos analizados corresponden a siete temporadas reproductivas consecutivas comprendidas entre el año 2000 hasta el año 2006.

##### 1.2. Metodología

###### 1.2.1. Inspección de nidos

Los nidos fueron inspeccionados por medio de técnicas de escalada de árboles utilizando sogas (Munn 1991). La frecuencia aproximada de inspección fue inter diaria durante los 30 primeros días de edad del individuo menor de la nidada y posteriormente dejando 2 días hasta que el nido se encontró vacío. Cada equipo de inspección de nidos fue conformado por dos personas. Una de ellas se encarga de escalar el árbol hasta el nido utilizando el sistema de sogas y de enviar al pichón hacia abajo, en donde una

segunda persona lo recibe y toma las medidas respectivas (Nycander, Blanco et al. 1995). Las medidas fueron colectadas por un total de 21 equipos (3 equipos por estación reproductiva) conformados por asistentes voluntarios del Proyecto Guacamayo de Tambopata durante las temporadas reproductivas de la especie comprendidas entre los años 2000 y 2006; siendo la autora parte de dichos equipos durante el año 2005 y jefe de equipo en el año 2006.

### 1.2.2. Colecta de datos biométricos

Se colectaron cuatro medidas biométricas registradas cada vez que un nido fue inspeccionado durante las 12 semanas del crecimiento y desarrollo del pichón. Las medidas fueron: (1) Peso del individuo, utilizando una pesola o una balanza digital; (2) longitud del Tarso utilizando un calibrador vernier calibrado al mm.; (3) longitud del culmen utilizando un calibrador vernier calibrado al mm. y (4) longitud del ala, utilizando una regla metálica calibrada al mm.

### 1.2.3. Análisis estadístico

Se consideró únicamente a los individuos que volaron del nido, cuyo juego de datos fue mayor a 25 observaciones por temporada y cuya posición ordinal dentro de la nidada no varió en el transcurso de su crecimiento. Se agrupó estos datos en tratamientos, dependiendo de la posición ordinal del pichón dentro de la nidada; siendo: (1) Tratamiento 0: pichones únicos, (2) Tratamiento 1: primeros pichones y (3) Tratamiento 2: segundos pichones

### 1.2.4. Estimación de parámetros de crecimiento

Para la estimación de parámetros de crecimiento se utilizó el procedimiento de regresión no lineal, que calcula en forma iterativa los errores mínimos cuadráticos y produce ecuaciones en base a los datos observados (Williams 2001). Las ecuaciones utilizadas fueron la ecuación de Gompertz para los datos correspondientes a peso y la ecuación logística para los datos correspondientes a medidas de longitud de tarso, ala y culmen. Se utilizó el paquete estadístico Datafit 8.1 para el ajuste de las curvas.

Para la ecuación de Gompertz:

$$W = A * e^{-B(T - C)}$$

Para la ecuación logística:

$$W = A / (1 + e^{-B*(T - C)})$$

Donde:

W = medida morfométrica colectada en campo (peso en Kg. o longitud en mm.)

T = tiempo en días (T = t + 1)

t = edad en días

A = Peso - longitud asintótica superior o peso - longitud a la madurez

B = Tasa de crecimiento

C = Tiempo en el que se obtiene la mayor tasa de crecimiento

t = Tiempo

e = constante exponencial (base de logaritmos naturales  $\cong 2.71828$ )

A su vez, se calcularon las curvas de crecimiento generales tanto para cada grupo como para cada tratamiento y finalmente la curva de crecimiento general para la especie.

### **1.2.5. Relación entre crecimiento y orden de eclosión - tamaño de nidada**

Para probar si es que el crecimiento de los individuos difería significativamente según el orden de eclosión – tamaño de nidada se realizó un análisis de varianza por medio del cual se confrontaron los parámetros de crecimiento obtenidos (A = crecimiento máximo, B = tasa de crecimiento y C = tiempo en el que se obtiene la mayor tasa de crecimiento) según el tratamiento (pichón único, primer pichón y segundo pichón) para cada una de las cuatro medidas biométricas colectadas ((1) peso del individuo en gramos, (2) longitud del tarsos, (3) longitud del culmen y (4) longitud del ala). Los cálculos fueron realizados con la ayuda del programa Statgraphics plus 5.0 y el nivel de significancia fue fijado en 0.05.

## **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Guacamayo Escarlata (*Ara macao*) es una de las aves más representativas de los bosques tropicales del continente. La especie está distribuida por toda América tropical desde el sur de México hasta Bolivia y Brasil (Forshaw 1989). Al igual que otros miembros de la familia de los psitácidos, la especie *Ara macao* se encuentra duramente amenazada. La pérdida a gran escala de su hábitat y la tala selectiva disminuyen la disponibilidad de alimento y de cavidades para anidar, también la caza y captura con fines comerciales para satisfacer el codicioso mercado de mascotas disminuyen en número las poblaciones causando muchas veces drásticas declinaciones y extinciones en muchas áreas (Juniper and Parr 1998).

Esta ave fue muy común en el pasado. Su precioso plumaje y su naturaleza sociable lo convirtieron desde inicios del siglo XVI en una de las aves más preciadas por criadores y coleccionistas. Actualmente, quedan menos de 4000 – 5000 individuos en América Central en poblaciones relativamente aisladas (Wiedenfeld 1994) y se encuentra listada en el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) por encontrarse en peligro de extinción en muchos países de América (Renton 2002). A pesar de que las poblaciones sudamericanas no se encuentran en peligro inminente, la naturaleza creciente de los factores que limitan el establecimiento, crecimiento y supervivencia de las poblaciones sumado a la baja tasa reproductiva de la especie podrían ocasionar drásticas consecuencias en el mediano plazo. En el Perú la especie se encuentra listada como Especie Vulnerable (VU) según Decreto Supremo N° 034-2004-AG (22- Set-04)

A pesar del énfasis que se le da a la investigación de la ecología reproductiva de guacamayos, la información acerca del crecimiento de pichones de *Ara macao* es muy escasa y en su mayoría se limita a estudios realizados en cautiverio con fines de crianza y aprovechamiento.

El crecimiento postnatal está asociado a cambios no solo de tamaño sino también de morfología, fisiología y comportamiento. Más aún, estos cambios deben seguir una trayectoria claramente definida porque resultan significativos para la historia natural y supervivencia del nuevo individuo (Lack 1968; O'Connor 1984). El crecimiento no ocurre de manera lineal ni es proporcional o equivalente en todas las partes del cuerpo.

Este desarrollo diferencial responde a diversos compromisos en la historia natural de la especie, el modo y ritmo de obtención y distribución de energía en el individuo (Lack 1968, Boersma 195 citado por (Riveros 1999; SALcedo 1999)

Métodos para estimar las tasas de crecimiento de aves a partir de medidas morfológicas han sido desarrollados. Estas técnicas asumen que los patrones de crecimiento de las partes seleccionadas del cuerpo son independientes de los cambios en la nutrición (Coleman y Fraser 1989 citados por (Williams 2001). Los métodos clásicos se basan en el análisis del comportamiento de curvas de crecimiento individuales en animales de edad conocida o bien el empleo de curvas de crecimiento compuestas generalmente por múltiples medidas de animales de edad no conocida (Ricklefs y White 1975, citados por (Williams 2001). En la mayor parte de los animales, si la altura o el peso animal se miden desde el nacimiento hasta la muerte, y esos datos se grafican, se obtiene una curva de tipo sigmoideo, en la cual una fase inicial de crecimiento rápido es seguida por una fase relativamente más larga de crecimiento lento (Williams 2001). En el caso de aves se ha extendido el uso de estimaciones de tasa de crecimiento a partir de peso, medidas del pico así como de otros apéndices externos de fácil medición, tales como las alas y patas (Riveros 1999; SALcedo 1999).

El conocimiento del crecimiento postnatal es importante al comparar el rendimiento reproductivo, la ecología alimenticia y las estrategias en la historia natural de las especies (Nettleship 1972). En el caso de psitácidos en general, las posturas son de más de un huevo; por lo que se presentan estrategias dirigidas a disminuir la competencia entre compañeros de nidada y eventualmente asegurar la supervivencia de al menos un individuo que continúe la línea genética de los progenitores (Lack 1968). En *Ara macao*, los pichones eclosionan asincrónicamente (Iñigo-Elias 1996) ocasionándose nidadas jerarquizadas, por lo que se cree que la supervivencia de los individuos se ve influenciada por el tamaño de los individuos y no por su tasa de crecimiento (Ricklefs 1968).

#### **4. OBJETIVOS**

Por todo lo expuesto, es necesario determinar la influencia del orden de eclosión y el tamaño de nidada en el crecimiento postnatal del Guacamayo Escarlata (*Ara macao*), lo cual se focaliza en los siguientes objetivos:

- ✓ Determinar las curvas crecimiento correspondientes a la especie *Ara macao*.
- ✓ Determinar la relación del crecimiento de los pichones con el orden de eclosión.
- ✓ Determinar la relación del crecimiento de los pichones con el tamaño de nidada.

#### **5. BREVE REFERENCIA AL MARCO TEORICO**

##### **5.1. Crecimiento**

El crecimiento es el aumento de masa corporal desde la concepción hasta alcanzar el tamaño del animal adulto. El crecimiento potencial es un fenómeno complejo, determinado por factores genéticos y ambientales, que se desarrolla en un ambiente no restrictivo (Zoons *et al.*, 1991 citado por (Williams 2001). El crecimiento realizado depende de la partición de la energía y proteína efectuada por el animal. Los factores ambientales afectan la energía usada para mantenimiento y por lo tanto modifican la cantidad de energía disponible para deposición de grasa y proteínas. La energía metabolizable es proporcionada por la parte del alimento libre de proteína y la energía

proveniente de las proteínas no utilizadas para retención debido a dietas no balanceadas. Tanto la cantidad como la calidad del alimento consumido son importantes. Para el caso de la calidad, puede considerarse el contenido de energía, de proteínas o la densidad de nutrientes (Waldroup, 1976 citado por (Williams 2001)

El enfoque clásico es que la energía es utilizada primero para mantenimiento y después para la síntesis de nuevos tejidos. Es decir, el crecimiento es uno de los términos en el presupuesto energético de un animal, donde las ganancias de energía son obtenidas a través del alimento, y las pérdidas de energía ocurren a través del metabolismo, excreción y otros. Cualquier exceso energético es distribuido hacia el crecimiento y/o la reproducción (Sibly y Calow, 1986 citado por (Williams 2001).

En aves, se distinguen 2 etapas de crecimiento: el desarrollo embrionario que tiene lugar en el huevo y el crecimiento postnatal considerado a partir de la eclosión hasta que el individuo llegue a la madurez. Por razones prácticas, estudios de crecimiento en aves se realizan en el periodo en el cual los individuos permanecen en el nido. En guacamayos en cautiverio, se han realizado estudios de crecimiento durante todo el periodo post-natal.

## **5.2. Curvas de crecimiento**

Una curva de crecimiento es una manera simple de resumir datos de crecimiento. Esta tendrá poco interés biológico si es que es presentada como una simple función. El valor de una curva de crecimiento radica en el potencial de mostrar relaciones que no eran obvias al observar los datos solos. Este potencial depende de la correlación de la magnitud de los parámetros de crecimiento con condiciones biológicas (Pruitt, DeMuth et al. 1979). Una curva de crecimiento puede ser descrita por tres parámetros (Ricklefs 1968).

### *(1) La magnitud*

El incremento total en masa corporal durante el crecimiento debe ser igual a la masa corporal del adulto. En algunas especies de aves, el peso se incrementa en la etapa neonatal hasta aproximadamente alcanzar el nivel de un adulto. Este tipo de curva es designada como "Standard". En otras especies de aves, los pichones alcanzan un peso mayor al del adulto, decreciendo éste al nivel del adulto antes o poco después de volar del nido. En otras especies de aves el peso de los volantones es menor al peso de los adultos, incrementándose éste al nivel del adulto, después de abandonar el nido.

### *(2) Forma*

Generalmente, una curva de crecimiento es de forma sigmoideal. La pendiente de la curva (la tasa absoluta de crecimiento) aumenta hasta el punto de inflexión a partir del cual decrece. Un índice muy sutil de la variación de la forma de la curva es la localización del punto de inflexión en relación al aumento de peso efectuado.

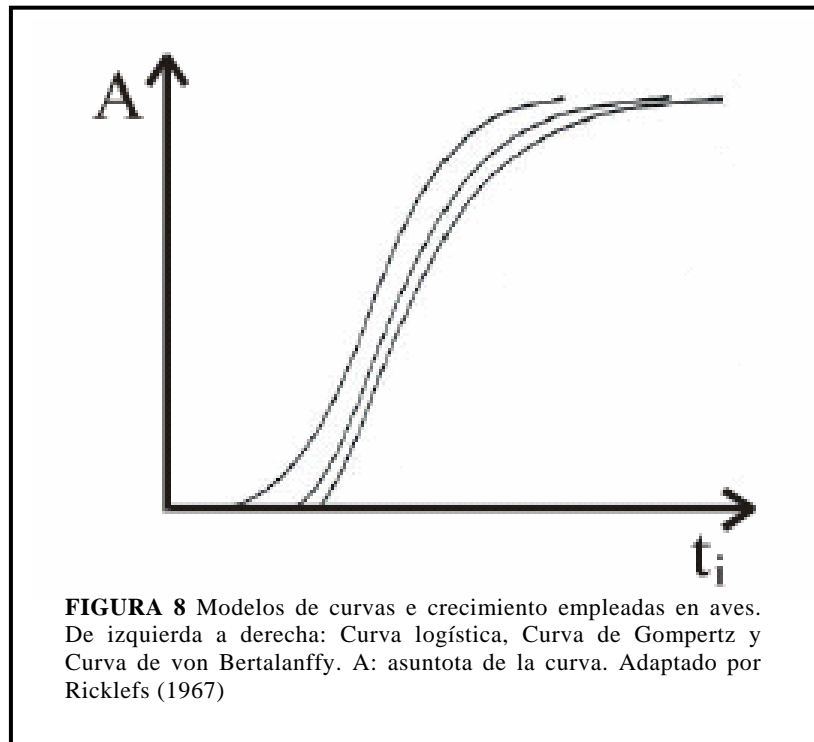
### *(3) Tasa*

La tasa en la que el peso del adulto es alcanzada, es la variable más representativa en el crecimiento de aves.

Toda curva puede ser ajustada a una ecuación que la describa exactamente, pero en el caso de procesos complejos como el crecimiento, las ecuaciones resultantes resultan ser engorrosas y con poco valor comparativo. Para propósitos comparativos, es mejor realizar ajustes con ecuaciones mas generales que utilicen unas pocas variables independientes, preferiblemente una variable para cada parámetro en investigación (Ricklefs 1967) Las curvas de crecimiento en aves han sido frecuentemente descritas en términos de cambios de peso o de alguna parte del cuerpo a lo largo de la edad del

individuo. Desde el inicio de los estudios biológicos de crecimiento, se han utilizado 3 ecuaciones, cada una de ellas con una forma diferente: (1) Ecuación logística, (2) Ecuación de Gompertz y (3) Ecuación de von Bertalanffy.

Los parámetros que describen el crecimiento (forma, tasa y magnitud) pueden ser descritos cuantitativamente por las constantes de la ecuación a la cual ha sido ajustada la curva. (Ricklefs 1967). Las propiedades de estas 3 curvas de crecimiento son comparadas en la Tabla 1.



	<b>Logística</b>	<b>Gompertz</b>	<b>Bertalanffy</b>
<b>Crecimiento acumulado (W)</b>	$A / 1 + Ce^{-Bt}$	$Ae^{-Ce^{-Bt}}$	$A (1 - Ce^{-Bt})^3$
<b>Tasa de crecimiento absoluto (dW/dt)</b>	$BW(1-W)$	$-BW(\log_e W)$	$3KW^{2/3}(1-W^{-1/3})$
<b>Tasa de crecimiento relativo (1/W*dW/dt)</b>	$B(1-W)$	$-B (\log_e W)$	$-3 B(1-W^{-1/3})$
<b>Punto de inflexión</b>	$\frac{1}{2}$ (0.5)	$1/e$ (0.37)	$8/27$ (0.3)

*Nota:* W es el peso del organismo en desarrollo, A es el peso final (asíntota) alcanzado, B es la constante que es proporcional a la tasa de crecimiento total. E es la base de logaritmos natural, y C es la constante que explica el eje del tiempo de tal manera que  $t = 0$  en el punto de inflexión donde  $C = 1$  para la ecuación logística y Gompertz y  $C = 1/3$  para la ecuación de Von Bertalanffy.

La ecuación matemática más ampliamente utilizada para el ajuste del crecimiento de aves es la curva logística en su forma:

$$W=A / [1 + \exp (-k(t_0))] \text{ (O'Connor 1984)}$$

(Donde: W: peso en el tiempo, A: asíntota, de la curva, k: cte de crecimiento,  $t_0$ : constante)

La constante de crecimiento k es generalmente utilizada como una medida de la tasa de crecimiento ya que es proporcional a la fracción del crecimiento respecto a la asíntota alcanzado en el punto de máximo crecimiento del individuo.

Otra ecuación matemática empleada en el estudio del crecimiento de aves es la curva de Gompertz en su forma:

$$W= A \exp [- \exp ( -k (t-t_0))] \text{ (O'Connor 1984)}$$

(Donde: W: peso en el tiempo, A: asíntota, de la curva, k: cte de crecimiento,  $t_0$ : constante)

Esta curva alcanza su punto de inflexión ligeramente antes que una curva logística con el mismo valor de K con lo cual describe un crecimiento rápido al principio que luego disminuye paulatinamente (O'Connor, 1984).

La última ecuación matemática empleada en crecimiento es la curva de Von Bertalanffy en su forma:

$$W = A [1 - \exp k (t-t_0)] \text{ (O'Connor 1984)}$$

(Donde: W: peso en el tiempo, A: asíntota, de la curva, k: cte de crecimiento,  $t_0$ : constante)

Esta curva describe un crecimiento mucho más rápido al principio que las curvas anteriores pero está acompañado por una fase final de crecimiento lento.

### **5.3. Factores que afectan al crecimiento**

La variación en las tasas de crecimiento ha sido explicada de acuerdo a dos teorías: (1) Las teorías basadas en las limitaciones fisiológicas internas del individuo joven en desarrollo, en donde cada especie crece tan rápido como lo permite un plan corporal perfeccionado con respecto a su historia de vida (Rickels 1973), (2) El crecimiento es dependiente de la adaptación a las fuerzas selectivas como mortalidad o suministro de comida (Lack 1968)

### **5.4. Crecimiento del Guacamayo Escarlata (*Ara macao*) en cautiverio**

En general, se considera que un guacamayo presenta 5 etapas de crecimiento dentro de la etapa postnatal (Abramson, Spear et al. 1995):

(1) *Neonatos* : desde la eclosión hasta las 10 semanas de edad

Es el periodo comprendido desde la eclosión hasta el primer vuelo. En él ocurre un dramático crecimiento de los huesos y osificación. Los individuos presentan líneas de

sutura craneales aparentes y no presentan arco orbital. Las membranas de los ojos se encuentran fusionadas y los oídos sellados. En las primeras 6 semanas de vida se produce la osificación de las piernas (tibia tarso y fémur) y patas (tarso metatarso y falanges). Cuando este proceso concluye, los neonatos lucen erguidos, pueden mantenerse parados sobre sus patas y pueden sujetar con las garras. A las 8 semanas, el pico y cráneo se han osificado lo suficiente como para proveer considerable fuerza. Durante el último periodo, de 8 a 10 semanas) ocurre la osificación de las alas.

(2) *Volantón: 10 a 16 semanas de edad*

Esta etapa se inicia desde el momento que el individuo vuela por primera vez. Los volantones muestran la transición entre un neonato y un adulto con algunas líneas de sutura remanentes en el esqueleto. Las plumas están completas en número pero no en madurez (primarias, secundarias y remiges).

(3) *Destetado : 12 a 16 semanas de edad*

Los guacamayos destetados (Weanling en inglés) aun son parcialmente dependientes de sus padres. En este periodo se perfeccionan las técnicas de vuelo y búsqueda de alimento. En la mayoría de especies de guacamayos esta etapa se extiende hasta las 16 semanas de edad.

(4) *Juvenil: de 6 a 12 meses de edad*

Guacamayos juveniles están aun en proceso de osificación. En las especies pertenecientes al genero *Ara*, el hueso sub orbital y post orbital crecen a la par y crean el arco sub orbital. Los guacamayos juveniles no presentan el arco orbital completo hasta los 11 meses de edad. (Margrave 1970 citado por(Abramson, .Spear et al. 1995)

(5) *Adolescente o sub-adulto: de 1 a 3 años*

Los guacamayos adolescentes son aun inmaduros y por ende incapaces de reproducirse. Se tiene registros de reproducción de *Ara macao* a los 2 años de edad, sin embargo la mayoría requiere de 3 a mas años para alcanzar la madurez reproductiva.

## 6. CONCLUSIONES

1. Las ecuaciones que describen el crecimiento de la especie *Ara macao* son las sgtes:

Ecuación	Descripción	Modelo
$y = 1010.6 * e^{(-e^{(-0.07*(x-20))})}$	Aumento de peso	Gompertz
$y = 368.5 / 1 + e^{(-0.06 * (x - 52.8))}$	Crecimiento del ala	Logístico
$y = 36.6 / 1 + e^{(-0.12 * (x - 11.5))}$	Crecimiento del tarso	Logístico
$y = 59.9 / 1 + e^{(-0.05 * (x - 24.6))}$	Crecimiento del culmen	Logístico



2. La curva que describe el aumento de peso en pichones de *Ara macao* presenta 4 fases: (1) crecimiento estacionario, (2) crecimiento logístico, (3) fase plateau y (4) fase de recesión. La cuarta fase es típica en el crecimiento de psitácidos. En ella los individuos pierden peso debido a las estrategias alimenticias utilizadas por los padres para alentar el abandono del nido.
3. El tarso es la parte del cuerpo que presentó un crecimiento más acelerado, alcanzando el tamaño adulto en el primer trimestre del periodo de nidificación. Debido a la importancia funcional de las patas que caracteriza a las especies de psitaciformes, éstas presentan un crecimiento temprano cumpliéndose el postulado de distribución de energía.
4. Las alas continúan creciendo después de que el individuo ha abandonado el nido. El crecimiento de éstas es retardado en el primer trimestre como contraparte al crecimiento temprano de las patas. El inicio del periodo de crecimiento acelerado de las alas coincide con el inicio del crecimiento de las plumas primarias y secundarias.
5. El crecimiento del culmen se mantiene constante durante los 2/3 del periodo de nidificación hasta el inicio de la fase de recesión de peso. Es posible que debido a las estrategias para estimular el vuelo, se presente en esta etapa un periodo de distribución de energía, desfavoreciendo el crecimiento del pico de los segundos pichones.
6. El aumento de peso en pichones de *Ara macao* criados en cautiverio es mucho más acelerado que en pichones silvestres. Únicamente durante los primeros 13 días de vida, los pichones silvestres superan en peso y presentan un aumento por día mayor.
7. La tasa de crecimiento real en función al peso de la especie *Ara macao* fue mayor que la tasa de crecimiento calculada de acuerdo al peso del adulto, al igual que la mayoría de especies de aves altriciales. Dentro del orden psitaciformes, la tasa de crecimiento de esta especie es una de las más bajas.
8. El orden de eclosión no afectó el pico de peso ni el crecimiento del tarso pero sí influyó el crecimiento máximo de las alas (los segundos pichones presentan alas más cortas) y en el tamaño máximo del pico (los segundos pichones vuelan con un pico más corto que los pichones únicos).
9. Los individuos pertenecientes a nidadas únicas presentaron un aumento de peso por día más acelerado que los pertenecientes a nidadas dobles. El crecimiento del tarso no se ve influenciado por el tamaño de nidada. La velocidad de crecimiento de las alas no es significativamente diferente entre compañeros de nidada.
10. La estación reproductiva del Guacamayo Escarlata (*Ara macao*) en Tambopata se inicia en el mes de octubre y finaliza en el mes de abril.
11. Los individuos de *Ara macao* pusieron hasta 4 huevos por estación reproductiva. Al igual que en otros miembros del orden psitaciformes, los huevos eclosionaron

asincrónicamente. Los individuos nacieron en un periodo de 5.3 +/- 2.5 días (n= 27, rango=1 – 9) en intervalos de 3.06 +/- 1.53 días (n= 29, rango =1 – 9).

12. La edad en la que los individuos abandonaron el nido no varió significativamente de acuerdo a la posición ordinal de estos en el nido. El primer vuelo se realizó a los 86 +/- 3.64 días de edad (n= 49, rango= 63 – 79), representando esto un periodo de nidificación ligeramente más corto que el calculado de acuerdo a la masa del adulto (90 días).
13. La ecuación de crecimiento en función del aumento de peso obtenida en base a la ecuación de Gompertz brinda un mejor cálculo de la edad real de individuos de *Ara macao* de edad desconocida que la obtenida en base a la ecuación logística.

## 7. RECOMENDACIONES

- ✓ Complementar los resultados del presente estudio con los individuos que murieron durante el período de nidificación y realizar un análisis detallado acerca de la mortalidad de la especie *Ara macao* en el período postnatal para lograr una mejor comprensión acerca de las estrategias reproductivas de la especie *Ara macao*.
- ✓ Según el postulado del crecimiento compensatorio, las estrategias de supervivencia utilizadas por los individuos que presentan cuadros clínicos de inanición deberían verse reflejadas en variaciones en los parámetros de crecimiento normales de la especie. Por este motivo, sería muy interesante analizar detalladamente el crecimiento de los segundos, terceros y cuartos pichones que murieron de inanición.
- ✓ Las ecuaciones que describen curvas de crecimiento son sumamente útiles para asignar edades en individuos de edad desconocida. Sin embargo requieren que se colecten medidas que no son posibles de obtener si es que los individuos se encuentran en nidos inaccesibles. Debido a este problema es necesario elaborar una metodología alternativa por medio de la cual se pueda analizar el crecimiento sin la necesidad de tomar medidas morfométricas de los individuos. Una buena posibilidad es la utilización de fotografías de los individuos en base a las cuales se analicen la aparición de características externas y el desarrollo de las mismas.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Abramson, J., B. L. Spear, et al. (1995). The Large Macaws: Their Care, Breeding and Conservation. Ft. Bragg, CA, Raintree Publications.
2. Brightsmith, D. J. (2004). "Effects of weather on avian geophagy in Tambopata, Peru." Wilson Bulletin 116(2): 134 - 145.
3. Burger, J. and M. Gochfeld (2003). "Parrot behavior at a Rio Manu (Peru) clay lick: temporal patterns, associations, and antipredator responses." Acta Ethologica 6(1): 23 - 34.
4. Emmons, L. H. (1984). "Geographic variation in densities and diversities of non-flying mammals in Amazonia." Biotropica 16: 210-222.
5. Forshaw, J. M. (1989). Parrots of the World. Melbourne, Australia, Landsdowne Editions.

6. Iñigo-Elias, E. E. (1996). Ecology and breeding biology of the Scarlet Macaw (*Ara macao*) in the Usumacinta drainage basin of Mexico and Guatemala. Gainesville, FL, University of Florida: 117.
7. Juniper, T. and M. Parr (1998). Parrots: a guide to parrots of the world. New Haven, Yale University Press.
8. Lack, D. (1968). Ecological adaptations for breeding in birds. London, Methuen.
9. Munn, C. A. (1991). "Tropical canopy netting and shooting lines over tall trees." Journal of Field Ornithology 62: 454 - 463.
10. Nettleship, D. N. (1972). "Breeding success of the Common Puffin (*Fratercula arctica* L.) on different habitats at Great Island, Newfoundland." Ecological monographs 42: 239-268.
11. Nycander, E., D. H. Blanco, et al. (1995). Manu and Tambopata: nesting success and techniques for increasing reproduction in wild macaws in southeastern Peru. The large macaws: their care, breeding and conservation. J. Abramson, B. L. Spear and J. B. Thomsen. Ft. Bragg, CA, Raintree Publications: 423-443.
12. O'Connor, R. J. (1984). The growth and development of birds. New York : Wiley.
13. Pruitt, K. M., R. E. DeMuth, et al. (1979). "Practical application of generic growth theory and the significance of the growth parameters." Growht 43: 19 - 35.
14. Renton, K. (2002). "Seasonal variation in occurrence of macaws along a rainforest river." Journal of Field Ornithology 73(1): 15-19.
15. Rickels, R. (1973). "Patterns of growth in birds II. Growth rate and mode of development." Ibis 115: 177 - 201.
16. Ricklefs, R. E. (1967). "A graphical methods of fitting equacion to growth curves." Ecology 48(6): 978 -983.
17. Ricklefs, R. E. (1968). "Patterns of growth in birds." The Ibis 110(4): 419 - 451.
18. Riveros, J. C. (1999). Crecimiento y desarrollo postnatal del Pinguino del Humbolt *Spheniscus humboldti* (Meyen,1834). Biologia Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina. Biologo: 72.
19. Salcedo, J. C. R. (1999). Crecimiento y desarrollo postnatal del Pinguino del Humbolt *Spheniscus humboldti* (Meyen,1834). Biologia Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina. Biologo: 72.
20. Tosi, J. A. (1960). Zonas de vida natural en el Perú. Memoria explicativa. sobre el mapa ecológico del Perú, Instituto Interamericano de las Ciencias Agricolas de la Organización de los Estados Americanos.
21. Wiedenfeld, D. A. (1994). "A new subspecies of Scarlet Macaw and its status and conservation." Ornitologia Neotropical 5: 99-104.
22. Williams, M. (2001). Variacion en parametros de crecimiento en pollos de carne con diferentes densidades energeticas en la dieta. Nutricion. Lima Universidad Nacional Agraria La Molina.