



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**Estudio y comparación de la dieta tradicional con una dieta  
alternativa específica para un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito  
en Guayllabamba**

**Alejandra Estefanía Recalde Serrano**

**Lenin Vinueza, DMVZ., MSc., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de

Médico Veterinario

Quito, noviembre de 2013

**Universidad San Francisco de Quito**  
**Colegio de Ciencias de la Salud**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Estudio y comparación de la dieta tradicional con una dieta  
alternativa específica para un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito  
en Guayllabamba**

**Alejandra Estefanía Recalde Serrano**

Rommel Lenin Vinueza, MSc.  
Director de Tesis  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Luz María Granados, MSc.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Andrés Ortega, M.B.A.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Víctor Naranjo, Ph.D.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Luis Donoso, MSc.  
Decano de la Escuela de Medicina Veterinaria

.....

Quito, noviembre de 2013

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre: Alejandra Recalde

C. I.: 1718369422

Fecha: Quito, noviembre de 2013

## **DEDICATORIA**

Para quienes han labrado inscripciones en mi tiempo,  
a mi abuelo Daniel,  
a mis padres y hermanos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al Dr. Rommel Lenin Vinueza director de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua de la misma.

Sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constantes, deseo expresar gratitud a mis padres, a quienes admiro y respeto.

## RESUMEN

En esta investigación se evaluó el programa de nutrición utilizado en un grupo de individuos de la familia Psittacidae del Zoológico de Quito en Guayllabamba. El grupo estudiado estaba conformado por treinta y nueve individuos de los géneros *Brotogeris*, *Aratinga*, *Pionus*, *Amazona* y *Ara* sp. Se propuso una dieta experimental formulada en base a los requerimientos nutricionales para psitácidos, a través del software *Zootrition*<sup>TM</sup>, evaluándose su composición nutricional mediante el análisis químico proximal. Con la información obtenida se diseñó una dieta alternativa.

Al comparar la dieta experimental con la dieta ofrecida por el zoológico, se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ) en cuanto a los niveles de nutrientes. Respecto a los residuos no consumidos, fueron mayores en la ración ofrecida por el zoológico que con la dieta experimental. La nueva dieta y las estrategias de oferta del alimento mostraron resultados positivos en cuanto a aprovechamiento y disminución del desperdicio.

## ABSTRACT

In this study we evaluated the nutrition program used in Psittacidae family individuals at the Zoológico de Quito en Guayllabamba. The study group consisted of thirty-nine individuals of the genera *Brotogeris*, *Aratinga*, *Pionus*, *Amazona* and *Ara* sp. An experimental diet was proposed, formulated based on nutritional requirements for parrots, through the software *Zootrition*™, evaluating their nutritional composition by proximate analysis. With the information obtained an alternative diet was designed.

By comparing the experimental diet with the diet offered by the zoo, statistically significant difference was found (  $P > 0.05$  ) in terms of nutrient levels. Regarding waste uneaten, this were higher in the ration provided by the zoo than the experimental diet. The new diet and food supply strategies showed positive results in terms of utilization and reduced waste.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>Resumen</b> .....	7
<b>Abstract</b> .....	8
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
Antecedentes.....	13
Justificación.....	14
Identificación del problema .....	15
Hipótesis .....	16
Objetivos de investigación .....	16
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	18
Historia natural y ecología alimenticia de la familia Psittacidae.....	18
Taxonomía.....	19
Pericos <i>Brotogeris</i> .....	19
Pericos <i>Aratinga</i> .....	20
Loros <i>Pionus</i> .....	21
Amazonas <i>Amazona</i> .....	22
Guacamayos <i>Ara</i> .....	23
Anatomía y fisiología digestiva de los psitácidos .....	25
Requerimientos nutricionales .....	29
Agua .....	30
Proteína.....	31
Energía .....	32
Carbohidratos .....	34
Lípidos.....	34
Grasas .....	35
Fibra .....	35
Vitaminas .....	36
Minerales.....	38
Frutas y vegetales adecuados para la formulación .....	39
<b>METODOLOGÍA</b> .....	40
Fase I. Evaluación de la dieta ofrecida por el Zoológico de Quito. ....	41
Fase II. Formulación y propuesta del nuevo sistema de alimentación. ....	43
Fase III. Transición y evaluación de la dieta Experimental .....	45
Análisis de datos.....	45
<b>RESULTADOS</b> .....	47

Requerimientos energéticos y ración para cada especie.....	47
Inclusión de ingredientes en las dietas .....	47
Comparación de la oferta de la dieta testigo (Zoo) y dieta experimental a un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito en Guayllabamba.....	48
Comparación de los residuos de la dieta testigo (Zoo) y la dieta experimental dejados por un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito en Guayllabamba .....	49
Nivel de nutrientes consumidos.....	51
Calcio .....	51
Grasa.....	52
Fibra .....	53
Proteína.....	54
Energía .....	55
Fósforo .....	56
<b>DISCUSIÓN</b> .....	57
<b>CONCLUSIONES</b> .....	68
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	70
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	71
<b>ANEXOS</b> .....	78
Anexo 1. Grupo de psitácidos en el Zoológico de Quito en Guayllabamba. A) <i>Brotogeris phyropterus</i> . B) <i>Brotogeris cyanoptera</i> . C) <i>Brotogeris versicolorus</i> . D) <i>Aratinga erythrogaena</i> . E) <i>Aratinga weddellii</i> . F) <i>Pionus menstruus</i> . G) <i>Pionus chalcopterus</i> . H) <i>Pionus sordidus</i> . I) <i>Amazona autumnalis</i> . J) <i>Amazona amazonica</i> . K) <i>Amazona farinosa</i> . L) <i>Ara ararauna</i> . M) <i>Ara macao</i> . N) <i>Ara chloroptera</i> . Recalde, A (2013). .....	78
Anexo 2. Registro del peso (gramos) de las aves al inicio del estudio (abril 2013) y al final del estudio (julio 2013) comparado con el peso de referencia para cada especie .....	79
Anexo 3. Gramos de ingredientes de las dietas ofrecidas por el Zoológico de Quito y de la dieta Experimental .....	80
Anexo 4. Análisis químico proximal Dieta 1 Zoológico de Quito en Guayllabamba. ....	81
Anexo 5. Análisis químico proximal Dieta 2 y Dieta 3 Zoológico de Quito en Guayllabamba, y Dieta Experimental.....	82

## GRÁFICOS

- GRÁFICO 1.** KILOGRAMOS (KG) DE ALIMENTO OFRECIDO A UN GRUPO DE PSITÁCIDOS DEL ZOOLOGICO DE QUITO. **A., B., C., E.,** DE LA DIETA 1, **D.** DE LA DIETA 2 Y **F.** DE LA DIETA 3 OFRECIDAS POR EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN DEL ZOOLOGICO DE QUITO EN GUAYLLABAMBA (**DIETA ZOO**) DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO (LÍNEA AZUL). KILOGRAMOS (KG) DE ALIMENTO DE LA DIETA EXPERIMENTAL (**DIETA EXPER**) OFRECIDA A LOS MISMOS INDIVIDUOS DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO (LÍNEA NARANJA)..... 48
- GRÁFICO 2.** KILOGRAMOS DE RESIDUOS (KG) DEJADO POR UN GRUPO DE PSITÁCIDOS DEL ZOOLOGICO DE QUITO A PARTIR DE LAS DIETAS OFRECIDAS (D1,D2 Y D3 ZOO) POR EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN DEL ZOOLOGICO DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. RESIDUOS (KG) DE LA DIETA EXPERIMENTAL DEJADOS POR LOS MISMOS INDIVIDUOS DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. **A.** RESIDUOS DEJADOS POR LOS BROTOGERIS SP. **B.** RESIDUOS DEJADOS POR LOS ARATINGA WEDDELLII **C.** RESIDUOS DEJADOS POR PIONUS SP. **D.** RESIDUOS DEJADOS POR LOS ARA SP. **E.** RESIDUOS DEJADOS POR ARATINGA Y PIONUS SP. **F.** RESIDUOS DEJADOS POR LOS AMAZONAS, PIONUS Y ARATINGA SP. DEL OCTOGONAL. .... 49
- GRÁFICO 3.** PORCENTAJE DE CALCIO (%) CONSUMIDO POR UN GRUPO DE PSITÁCIDOS DEL ZOOLOGICO DE QUITO. **A., B., C., E.,** CON LA DIETA 1 (**D1 ZOO**), **D.** CON LA DIETA 2 (**D2 ZOO**) Y **F.** CON LA DIETA 3 (**D3 ZOO**) OFRECIDAS POR EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN DEL ZOOLOGICO DE QUITO EN GUAYLLABAMBA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. PORCENTAJE DE CALCIO (%) CONSUMIDO POR LOS MISMOS INDIVIDUOS CON LA DIETA EXPERIMENTAL (**DEXP**) PROPUESTA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. EL REQUERIMIENTO GENERAL DE CALCIO PARA PSITÁCIDOS SE REPRESENTA CON LA FIGURA ROJA. .... 51
- GRÁFICO 4.** PORCENTAJE DE GRASA (%) CONSUMIDA POR LOS PSITÁCIDOS EN CUARENTENA DEL ZOOLOGICO DE QUITO. **A., B., C., E.,** CON LA DIETA 1 (**D1 ZOO**), **D.** CON LA DIETA 2 (**D2 ZOO**) Y **F.** CON LA DIETA 3 (**D3 ZOO**) OFRECIDAS POR EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN DEL ZOOLOGICO DE QUITO EN GUAYLLABAMBA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. PORCENTAJE DE GRASA CONSUMIDA POR LOS MISMOS INDIVIDUOS CON LA DIETA EXPERIMENTAL (**DEXP**) PROPUESTA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. EL REQUERIMIENTO GENERAL DE GRASA PARA PSITÁCIDOS SE REPRESENTA CON LA FIGURA ROJA. .... 52
- GRÁFICO 5.** PORCENTAJE DE FIBRA (%) CONSUMIDA POR UN GRUPO DE PSITÁCIDOS DEL ZOOLOGICO DE QUITO. **A., B., C., E.,** CON LA DIETA 1 (**D1 ZOO**), **D.** CON LA DIETA 2 (**D2 ZOO**) Y **F.** CON LA DIETA 3 (**D3 ZOO**) OFRECIDA POR EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN DEL ZOOLOGICO DE QUITO EN GUAYLLABAMBA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. PORCENTAJE DE FIBRA CONSUMIDA POR LOS MISMOS INDIVIDUOS CON LA DIETA EXPERIMENTAL (**DEXP**) PROPUESTA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. EL REQUERIMIENTO GENERAL DE FIBRA PARA PSITÁCIDOS SE REPRESENTA CON LA FIGURA ROJA. .... 53
- GRÁFICO 6.** PORCENTAJE DE PROTEÍNA (%) CONSUMIDA POR UN GRUPO DE PSITÁCIDOS DEL ZOOLOGICO DE QUITO. **A., B., C., E.,** CON LA DIETA 1 (**D1 ZOO**), **D.** CON LA DIETA 2 (**D2 ZOO**) Y **F.** CON LA DIETA 3 (**D3 ZOO**) OFRECIDAS POR EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN DEL ZOOLOGICO DE QUITO EN GUAYLLABAMBA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. PORCENTAJE DE PROTEÍNA CONSUMIDA POR LOS MISMOS INDIVIDUOS CON LA DIETA EXPERIMENTAL (**DEXP**) PROPUESTA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. EL REQUERIMIENTO GENERAL DE PROTEÍNA PARA PSITÁCIDOS SE REPRESENTA CON LA FIGURA ROJA. .... 54

**GRÁFICO 7.** KILOCALORÍAS (KCAL) CONSUMIDAS POR UN GRUPO DE PSITÁCIDOS DEL ZOOLOGICO DE QUITO. **A., B., C., E.** CON LA DIETA 1 (**D1 ZOO**), **D.** CON LA DIETA 2 (**D2 ZOO**) Y **F.** CON LA DIETA 3 (**D3 ZOO**) OFRECIDAS POR EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN DEL ZOOLOGICO DE QUITO EN GUAYLLABAMBA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. KILOCALORÍAS CONSUMIDAS POR LOS MISMOS INDIVIDUOS CON LA DIETA EXPERIMENTAL (**DEXP**) PROPUESTA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. EL REQUERIMIENTO GENERAL DE ENERGÍA PARA PSITÁCIDOS SE REPRESENTA CON LA FIGURA ROJA. .... 55

**GRÁFICO 8.** PORCENTAJE DE FÓSFORO (%) CONSUMIDO POR UN GRUPO DE PSITÁCIDOS DEL ZOOLOGICO DE QUITO. **A., B., C., E.,** CON LA DIETA 1 (**D1 ZOO**), **D.** CON LA DIETA 2 (**D2 ZOO**) Y **F.** CON LA DIETA 3 (**D3 ZOO**) OFRECIDAS POR EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN DEL ZOOLOGICO DE QUITO EN GUAYLLABAMBA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. PORCENTAJE DE FÓSFORO CONSUMIDO POR LOS MISMOS INDIVIDUOS CON LA DIETA EXPERIMENTAL (**DEXP**) PROPUESTA DURANTE 15 DÍAS DE ESTUDIO. EL REQUERIMIENTO GENERAL DE FÓSFORO PARA PSITÁCIDOS SE REPRESENTA CON LA FIGURA ROJA. .... 56

## TABLAS

TABLA 1. REQUERIMIENTOS NUTRIMENTALES ESTIMADOS PARA PSITÁCIDOS .....	36
TABLA 2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA EN LA SUBFAMILIA PSITACINAE DE LAS 39 AVES EN CAUTIVERIO DEL ZOOLOGICO DE QUITO EN GUAYLLABAMBA.....	41
TABLA 3. TASA METABÓLICA BASAL TMB (KCAL) REQUERIMIENTOS CALÓRICOS ENM (KCAL/DÍA), GRAMOS EN BASE HÚMEDA DE ALIMENTO PARA CADA INDIVIDUO A OFRECER SEGÚN EL PESO IDEAL DE CADA ESPECIE DE PSITÁCIDOS EN CAUTIVERIO EN EL ZOOLOGICO DE QUITO EN GUAYLLABAMBA.....	47
TABLA 4 PORCENTAJE (%) DE INCLUSIÓN DE FRUTAS, VERDURAS, SEMILLAS, ALIMENTO COMERCIAL Y OTROS (HUEVO) EN LAS DIETAS OFRECIDAS POR EL ZOOLOGICO DE QUITO Y LA DIETA EXPERIMENTAL A LOS PSITÁCIDOS DURANTE EL ESTUDIO.....	47
TABLA 5. NIVEL DE RESIDUOS (MEDIA, DS, MIN, MÁX.) DEJADOS DE LAS DIETAS OFRECIDAS POR EL ZOOLOGICO DE QUITO Y DE LA DIETA EXPERIMENTAL, DURANTE 15 DÍAS DE MUESTREO PARA CADA DIETA.....	50

## INTRODUCCIÓN

La nutrición juega un papel importante en el mantenimiento de la salud y el bienestar de los animales de zoológico. Actualmente, la nutrición es considerada como uno de los aspectos más importantes en el manejo preventivo de enfermedades en especies en cautiverio, considerándose una prioridad según la Estrategia Mundial de Conservación de la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios.

Las loras son aves silvestres que frecuentemente se encuentran en cautiverio en unidades de rescate o zoológicos, por lo que es importante optimizar su dieta, con el fin de mantenerlas en buen estado de salud (Kalmar I., 2011). En este sentido la nutrición juega un papel muy importante en el mantenimiento de su salud y su bienestar; las deficiencias o excesos nutricionales pueden conducir a fallas en la fertilidad, inmunosupresión y muerte de estos animales en cautiverio (Wildon & Kleyn, 2012).

Lamentablemente como señalan autores, no existen investigaciones ni información detallada sobre la nutrición para estas aves, la cual es necesaria para mantenerlas en buenas condiciones (Ritchie, Harrison, & Harrison, 1994).

### **Antecedentes**

El tráfico ilegal de aves silvestres como mascotas ha impactado considerablemente las poblaciones de psitácidos. Esta familia de aves cuenta con el mayor número de especies amenazadas a nivel mundial en comparación con cualquier otro grupo de aves (Engbretson, 2006).

Una vez confiscadas las aves por parte de las autoridades, no pueden ser reintroducidas a la vida silvestre por lo que deben permanecer en cautiverio. En estas condiciones suele descuidarse la nutrición de estos animales debido a la falta de conocimiento sobre las dietas (Weston & Memon, 2009).

Durante su mantenimiento como mascotas, los propietarios de psitácidos conocen poco o nada de los requerimientos necesarios para que sobrevivan en cautiverio, por lo que son mantenidos en malas condiciones y bajo dietas inadecuadas (Weston & Memon, 2009).

Los psitácidos en cautiverio eligen qué comer en base a preferencias individuales por un determinado alimento, sin importar su valor nutricional (Moore, Marsh, Wallis, & Foley, 2005). Como consecuencia, las aves seleccionan los ingredientes descartando los que no son de su agrado, por ende el nivel de desperdicio es alto. Es importante destacar que para la conservación adecuada de las especies en cautiverio es necesario prácticas de manejo que permitan prevenir el desperdicio de alimento (Váldez, 2008).

La experiencia práctica no documentada no es suficiente y se requiere la información generada en investigaciones objetivas y sistemáticas que contribuyan al desarrollo de programas de alimentación para estas aves (Dierenfeld & Graffam, 1996).

La malnutrición es una de las principales causas de trastornos en la salud de estas especies en cautiverio (Koutsos, Matson, & Klasing, 2001). En este contexto, se vuelve imprescindible realizar una investigación experimental con el fin de establecer una correcta nutrición para los psitácidos del Zoológico de Quito.

## **Justificación**

La nutrición es considerada como uno de los aspectos más importante en el manejo preventivo de especies en cautiverio según la Estrategia Mundial de Conservación de la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios del 2005.

La nutrición tiene un impacto positivo en la salud de todos los animales. Una alimentación apropiada a lo largo de todas las etapas de la vida puede ayudar a evitar enfermedades, asociadas con la dieta (Baldwin, *et al.*, 2010).

El mal manejo de la nutrición puede ocasionar tres estados adversos de salud que son difíciles de distinguir en los animales que llegan por primera vez a un centro de rescate o zoológico (Wildon & Kleyn, 2012):

(1) **Malnutrición**, la cual se refiere a la deficiencia de un nutriente en particular; (2) **Desnutrición**, que implica la ingesta inadecuada de energía o proteína debido a dietas de baja calidad; (3) **Sobrenutrición**, que ocurre cuando la absorción de energía sobrepasa las demandas pudiendo resultar en obesidad, problemas reproductivos y trastornos metabólicos (Moore, Marsh, Wallis, & Foley, 2005; Baldwin, et al., 2010).

En los zoológicos es poco frecuente que se ofrezcan las dietas que normalmente consumen los animales silvestres en vida libre, por lo se deben sustituir los nutrientes requeridos a partir de otras fuentes (Moore, Marsh, Wallis, & Foley, 2005). Para lograr esto se deben proporcionar dietas con una gran variedad de ingredientes con el fin de asegurar una dieta nutritiva.

## **Identificación del problema**

La tendencia a nivel de zoológicos, por muchos años ha sido manejar nociones preconcebidas con respecto a la nutrición de los animales silvestres en cautiverio. Asumiendo que ciertos ingredientes como por ejemplo las frutas, constituyen la base de la alimentación de algunos animales, se llegan a manejar dietas poco nutritivas con este tipo de ingredientes (Kawata, 2008). Esta situación también se presenta en el Zoológico de Quito en Guayllabamba.

Las dietas basadas solamente en frutas suelen ser deficientes en calcio y otros minerales, vitaminas liposolubles y su concentración de energía es baja (Stahl & Kronfeld, 1998). Mientras que el uso imprudente de suplementos vitamínicos y minerales implican

un riesgo para los animales. Se han reportado toxicidad a vitamina A y D<sub>3</sub> en animales suplementados (Stahl & Kronfeld, 1998).

En el Zoológico de Quito también ocurre que las aves seleccionan los ingredientes descartando los que no son de su agrado, dando como resultado altos niveles de desperdicio. Este desperdicio atrae a ratas al área donde se encuentran las aves. Estos vectores pueden actuar como reservorios y vectores mecánicos de agentes etiológicos de muchas enfermedades (Dulzaines, Cepero, & Lazo, 2010).

Por lo que con este antecedente se intentó delimitar esta investigación y plantear las siguientes interrogantes: ¿es posible formular una dieta balanceada para los psitácidos del Zoológico de Quito en Guayllabamba, que cubra los requerimientos de macro y micronutrientes necesarios para estas aves? ¿Se puede establecer un modo de ofrecer el alimento que disminuya el desperdicio por parte de los animales?

## **Hipótesis**

Una dieta específica formulada para un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito en Guayllabamba, además de ser nutricionalmente adecuada para estas aves, permitirá disminuir el desperdicio.

## **Objetivos de investigación**

### **Objetivo general.**

Estudiar la composición nutricional de la dieta actual y desarrollar una dieta específica, para un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito en Guayllabamba.

### **Objetivos específicos.**

1. Establecer el volumen de alimento ofrecido



2. Determinar la composición nutricional del alimento que se administra actualmente y establecer el nivel de desperdicio.
3. Formular una dieta nutricionalmente balanceada para psitácidos en cautiverio, basándose en los requerimientos nutricionales de la especie.
4. Comparar la calidad nutricional y el nivel de desperdicio de la dieta ofrecida por el zoológico con la dieta experimental
5. Diseñar una presentación del alimento propuesto que disminuya su desperdicio sin afectar la calidad nutricional.

## MARCO TEÓRICO

Comúnmente conocidos como loras, las aves pertenecientes a la familia Psittacidae, se caracterizan por presentar grandes picos en forma de gancho (Rodríguez, Rojas, Arzuza, & González, 2005) y pies zigodáctilos, con los dedos dos y tres hacia delante y los dedos uno y cuatro hacia atrás (Sánchez & Tully, 2010).

Los psitácidos son especies gregarias, por lo que la mayoría de veces se los ve en parejas o grupos numerosos. Estas aves son nativas del hemisferio sur del planeta habitando frecuentemente las regiones tropicales (Kalmar, Janssens, & Moons, 2010).

### **Historia natural y ecología alimenticia de la familia Psittacidae**

La historia natural de los psitácidos ha sido poco estudiada, por lo que existe escasa información sobre su dieta en vida libre (Matuzak , Bezy , & Brightsmith , 2008). Se sabe a grandes rasgos que en la naturaleza los loros consumen una gran variedad de alimentos, desde frutas verdes y maduras; brotes de hojas, partes de flores, semillas, e incluso insectos (Matuzak , Bezy , & Brightsmith , 2008; Rodríguez, Rojas, Arzuza, & González, 2005). Muchas de las semillas que estas aves consumen en vida libre son tóxicas para los humanos y otros mamíferos (Gilardi & Toft, 2012).

Los psitácidos tienen lugares preferidos para la alimentación, como el dosel de los bosques, a los cuales se desplazan diariamente para comer (Paradise, 2000). El forrajeo es un comportamiento comúnmente restringido en loros cautivos. La mayoría de las aves psitácidas invertirá 50% de su tiempo en la naturaleza en busca de alimento (Jiménez J., 2008), lo que ocasiona un considerable gasto de energía. Además, suelen pasar de 4 a 6 horas diarias forrajeando. Adicionalmente viajan varias millas buscando el árbol en donde se alimentan, manipulan y seleccionan diferentes alimentos (Meehan, Millam, & Mench, 2003).

Las horas de forrajeo son de 06:30 a 10:30 de la mañana y de 14:00 a 18:00 de la tarde (Matuzak , Bezy , & Brightsmith , 2008).

### **Taxonomía**

Existen alrededor de 300 especies de psitácidos en el mundo, en Latinoamérica encontramos al 44% de la población de aves, de las cuales 148 especies son psitácidos (Weston & Memon, 2009). En el Ecuador existen 43 especies y 17 géneros (Ridgely & Greenfield, 2007) pertenecientes a esta familia.

Durante el periodo de junio del 2012 a marzo del 2013 ingresaron al Zoológico de Quito ciento cincuenta y cinco animales, provenientes del tráfico ilegal, de los cuales el 21% son psitácidos. Treinta y nueve aves de las especies *Brotogeris phyrropterus*, *Brotogeris cyanoptera*, *Brotogeris versicolorus*, *Aratinga erythrogonis*, *Aratinga weddellii*, *Pionus menstruus*, *Pionus sordidus*, *Pionus chalcopterus*, *Amazona amazonica*, *Amazona autumnalis*, *Amazona farinosa*, *Ara ararauna*, *Ara maca* y *Ara chloroptera*, son parte de la colección del Zoológico y participaron de este estudio.

### **Pericos *Brotogeris***

El género *Brotogeris* está constituido por pequeños loros neo tropicales de aproximadamente 67 gramos de peso corporal (Merle, 2010). Viven en diversos hábitats, desde bosques tropicales secos hasta sabanas. Esta tolerancia a distintos hábitats, es probablemente una de las razones de su gran distribución (Ribas, Miyaki, & Cracraf, 2009) En vida libre se alimentan de néctar, frutas y semillas de diversas especies de plantas (Ragusa-Netto, 2008).

*Brotogeris phyrropterus* se caracteriza por presentar las mejillas de color gris y su coronilla y nuca de color azul, Anexo 1A. Los juveniles tienen la coronilla azul verdosa y

el pico negro. Habitan los bosques húmedos, semi húmedos y secundarios a 1500 metros sobre el nivel del mar, desde el Suroccidente de Ecuador hasta el extremo noroccidente de Perú (Rodríguez, Rojas, Arzuza, & González, 2005), en el área conocida como centro de endemismo tumbésico (provincias de El Oro y Azuay) (Ribas, Miyaki, & Cracraf, 2009). Es poco común encontrarlo en el dosel y bordes de los bosques (Rodríguez, Rojas, Arzuza, & González, 2005).

*Brotogeris cyanoptera* se distingue por la coloración azul cobalto de sus plumas de vuelo y su barbilla naranja, Anexo 1B. Habita bosques secundarios y sabanas hasta los 600 metros sobre el nivel del mar. Se alimenta en el dosel de los árboles. Su distribución abarca el Oriente de Colombia, el Suroccidente de Venezuela hasta el norte de Bolivia y la amazonia brasileña (Rodríguez, Rojas, Arzuza, & González, 2005; Ridgely & Greenfield, 2007).

*Brotogeris versicolorus* presenta un parche amarillo con blanco y azul en la punta de las alas. Habita en bosques húmedos, riparios, áreas abiertas y urbanas a 300 metros sobre el nivel del mar. Se distribuye en toda la ribera del río Amazonas desde el oriente del Ecuador hasta el sur de la Guyana Francesa (Rodríguez, Rojas, Arzuza, & González, 2005). Estudios indican que probablemente ésta sea una especie introducida en la ciudad de Guayaquil (Freile, Salas, Solano-Ugalde, & Navarrete, 2012).

### **Pericos *Aratinga***

En este género se encuentran pericos medianos, de cola larga y con piel sin pluma alrededor de los ojos (Ridgely & Greenfield, 2007). Las especies se diferencian según la ubicación y extensión del color rojo de las plumas en la cabeza y alas (Juniper & Parr, 2010). Se distribuyen principalmente en arboledos y bosques bajos (Ridgely & Greenfield, 2007).

*Aratinga erythrogenys* es un perico verde, de rostro y nuca completamente rojos. Presentan una mancha roja en el ala, a nivel del borde carpal. Su peso corporal promedio es de 190 gramos (Canaday & Jost, 1999). Los juveniles no presentan la coloración roja en la cabeza. Habita en tierras bajas y pendientes al Oeste de Ecuador y al Noroeste de Perú, a 2500 metros sobre el nivel del mar (Forshaw, 2010). Distribuido desde las bajuras hasta la sierra en Loja (Ridgely & Greenfield, 2007). Han sido observadas esporádicamente en Río Verde, provincia de Bolívar (Pierre-Yves, 2005).

*Aratinga weddellii* es un perico de aproximadamente de 92 gramos de peso (Canaday & Jost, 1999). Se caracteriza por su pico negro y cabeza totalmente gris. Su cuerpo es verde y la punta de la cola de color azul oscuro. Los juveniles presentan la cabeza de color verdoso. Se distribuyen por el Este de los Andes, desde el Sureste de Colombia, el Este de Ecuador y Perú hasta el Noroeste de Brasil y Bolivia, hasta los 500 metros sobre el nivel del mar (Forshaw, 2010). En el Ecuador, se encuentran en las provincias amazónicas, principalmente en Napo (Racheli & Racheli, 2003; Ridgely & Greenfield, 2007).

### **Loros *Pionus***

Loros medianos con colas cortas y cuadradas. Todas las especies presentan plumas de color rojo en la zona de la cloaca. Habitan ampliamente en el dosel de bosques húmedos y montañosos (Ridgely & Greenfield, 2007). Se distribuyen ampliamente por Suramérica (Juniper & Parr, 2010).

*Pionus menstruus* es un loro de tamaño mediano, cola corta, de color verde. El área de la cloaca presenta plumas rojas y su cabeza, cuello y pecho plumas de color azul. Los juveniles tienen la cabeza de color verde (Juniper & Parr, 2010). Habita en el dosel de bosques tropicales hasta los 1500 metros sobre el nivel del mar (Juniper & Parr, 2010). Su

dieta consiste en frutas, flores y semillas. Su distribución va desde el Sur de Costa Rica hasta Bolivia y el Sureste de Brasil (Harrison & Greensmith, 2000).

*Pionus chalcopterus* es un ave de tamaño medio, robusto. Su plumaje es oscuro, con un parche pálido en la zona de la garganta. Su pico es pálido. Las plumas coberteras de las alas son de color azul ultramarino y café. Su distribución va desde el Norte de los Andes Colombia, Ecuador y al Noroeste de Perú. Habitan en tierras altas húmedas a 1400 metros sobre el nivel del mar (Juniper & Parr, 2010). Se los puede encontrar comúnmente en el Valle de Mindo (Shade, 2004).

*Pionus sordidus* habita en el dosel de los bosques húmedos (Ridgely & Greenfield, 2007) desde los 200 metros hasta 2800 metros sobre el nivel del mar. Son loros de tamaño medio. Su aspecto suele parecer desaliñado, de color café oscuro con tonalidades verdosas. Las plumas de vuelo son verdes y la cabeza azul. Su pico es rojo (Juniper & Parr, 2010).

### ***Amazonas Amazona***

Son los más conocidos de todos los loros del Nuevo Mundo. Hay 27 miembros de este género, 12 de los cuales se consideran amenazadas o en peligro de extinción (Levine, 2003). Son loros de tamaño mediano, que miden entre los 25 y 48 centímetros (Rodríguez, Rojas, Arzuza, & González, 2005). Se distribuyen en todos los países de América Central y del Sur, así como también en islas colindantes del Caribe. Su alimentación incluye frutas, nueces y bayas (Paradise, 2000).

*Amazona autumnalis* presenta la frente roja y mejillas de color amarillo verdoso. Pesan alrededor de 351 gramos (Merle, 2010). Habitan en selvas húmedas, manglares y áreas deforestadas hasta los 1.000 metros sobre el nivel del mar (Rodríguez, Rojas, Arzuza,

& González, 2005). Se distribuyen en tierras bajas de la parte oriental y central de México, así como en Brasil y la cuenca del Amazonas (Paradise, 2000).

*Amazona amazonica* tiene las mejillas amarillas, la frente celeste y el espejuelo naranja (Ridgely & Greenfield, 2007). Su peso promedio es de 340 gramos (Merle, 2010).

*Amazona farinosa* es grande, con un amplio anillo orbital de color blanco y su plumaje es de aspecto polvoreado (Ridgely & Greenfield, 2007). Pesa alrededor de 790 gramos (Merle, 2010). Habita en el dosel y bordes de bosques húmedos en las bajuras del este y oeste del Ecuador (Ridgely & Greenfield, 2007). Estas amazonas han sido reportadas en el Parque Nacional Sangay, provincia de Morona-Santiago (Guevara, Santander, Guevara, Gualotuña, & Ortiz, 2010).

### **Guacamayos *Ara***

Este género es uno de los más amenazados en el mundo (Robaldo, 2004). Son los psitácidos más grandes, poseen un gran pico, el rostro desnudo y de coloración blanca con pequeñas líneas formadas por plumas (Forshaw, 2010). Los guacamayos son diurnos, se alimentan en los árboles (Fulton, 2005) consumiendo principalmente semillas y en menor cantidad frutas (Gilardi & Toft, 2012).

En las tierras bajas de la Amazonía ecuatoriana existen cinco especies de guacamayos, de las cuales *A. ararauna*, *A. chloroptera* y *A. macao* se encuentran distribuidos en las provincias de Orellana, Sucumbíos, Napo, Pastaza y Morona Santiago (Karubian, y otros, 2005; Ridgely & Greenfield, 2007).

*Ara ararauna* se caracteriza por su coronilla de color verde, el cuello de color negro y plumas negras verdosas en el rostro. Su peso corporal es en promedio de 1.150 kilogramos (Harcourt-Brown & Chitty, 2005). Se distribuyen desde el Este de Panamá

hasta Colombia, al Este del Ecuador y Perú, Venezuela, Guayanas y al sur en Brasil, Bolivia y Paraguay (Forshaw, 2010).

*Ara macao* se caracteriza por su coloración rojo escarlata; alas tricolor (rojo, amarillo en la parte media y azul intenso en los extremos), y base de la cola azul. Presenta la cara desnuda, sin plumas y el pico de color negro y blanco (Rodríguez, Rojas, Arzuza, & González, 2005). Pesa alrededor de 1 kilogramo (Harcourt-Brown & Chitty, 2005). Se distribuye en América Central y al norte de América del Sur, desde México a Brasil, a 500 metros sobre el nivel del mar (Forshaw, 2010; Vaughan, Bremer, & Dear, 2009).

*Ara chloroptera* es un poco más grande que el *Ara macao*, pesa 1.230 kilogramos (Canaday & Jost, 1999). Presenta una coloración más oscura. Las plumas de vuelo, la espalda y la cola son de color azul, las coberteras medianas y escapulares son verdes y en su rostro desnudo, presenta líneas de plumas rojas. Se distribuye desde el Este de Panamá, al Noroeste de Colombia hasta el Centro de Suramérica por el Este de los Andes (Forshaw, 2010)

El punto de partida en la formulación de dietas para alimentar fauna silvestre en cautiverio debe ser el conocimiento del comportamiento de la especie en vida libre (Jiménez G. , 2008).

Una vez revisada la biología de las especies es necesario estudiar el tracto digestivo de los psitácidos. Los requerimientos nutricionales de los animales están determinados por el tipo de tracto gastrointestinal que posee, ya que según este obtienen beneficios nutrimentales de un tipo específico de alimento. (Cheeke & Dierenfeld, 2010).



## **Anatomía y fisiología digestiva de los psitácidos**

Las aves poseen un tracto digestivo corto, de poco volumen, lo que les permite pesar menos para volar. Por esta razón las aves ingieren cantidades pequeñas pero frecuentes de alimento y extraen su energía rápidamente para mantener su alta tasa metabólica (O'Malley, 2005). La mayoría de aves y mamíferos se alimentan de forma continua para mantener sus demandas endotérmicas (Kardong, 2008).

Para cubrir sus necesidades energéticas, los vertebrados utilizan los productos finales que se obtienen de la digestión de los alimentos (Kardong, 2008). La principal función del sistema digestivo es el desglose de la comida en proteína, carbohidratos y ácidos grasos.

El pico es una estructura ósea cubierta de queratina dura (Sánchez & Tully, 2010). Una de las principales funciones del pico es la de tomar el alimento y procesarlo en un bolo antes de que pase al esófago (Barboza & Parker, 2009). En los psitácidos el pico sirve también para la locomoción (O'Malley, 2005).

Los loros poseen una lengua caracterizada por una gran musculatura intrínseca, lo que les permite a estas aves una mayor destreza para manipular, coleccionar y tragar el alimento (Harcourt-Brown & Chitty, 2005). Además presenta mecanorreceptores, lo que confiere a la lengua un gran sentido del tacto (Koutsos, Matson, & Klasing, 2001).

Las aves poseen un sentido del gusto poco desarrollado, asociado al rápido tránsito por el tracto digestivo (O'Malley, 2005) y al reducido número de papilas gustativas (Mason & Clark, 1999). Poseen alrededor de 400 a 500 de estos receptores gustativos, los cuales se ubican a nivel de la lengua, el paladar y la orofaringe (Graham, Wright, Dooling, & Korbel, 2006).

La mayoría de especies de aves muestran una moderada preferencia por el sabor dulce, a diferencia de los psitácidos quienes tienen una mayor respuesta a este sabor (Mason & Clark, 1999).

Poseen una gran cantidad de glándulas salivales ampliamente distribuidas en la lengua, paladar, mejillas y orofarínge. Estas glándulas son estructuras tubulares compuestas de múltiples lóbulos con sus respectivos túbulos secretores, los cuales drenan una saliva espesa (Harcourt-Brown & Chitty, 2005). Esta secreción facilita la lubricación de alimento seco y semillas.

Con la saliva inicia la digestión enzimática por medio de la amilasa salival, la cual digiere carbohidratos (Denbow, 1999). Al no poseer paladar blando y músculos faríngeos, no hay peristaltismo para tragar, por lo que es fundamental el movimiento rostro caudal de la lengua, el cual empuja el alimento hacia la orofaringe y el esófago (O'Malley, 2005).

El esófago se encuentra ubicado a la derecha del cuello (Greenacre, 2003). Posee una pared delgada con pliegues longitudinales que le permiten distenderse con facilidad y está compuesto de epitelio escamoso con glándulas mucosas (Harcourt-Brown & Chitty, 2005). A nivel de la base del cuello, el esófago se dilata y forma el buche.

El buche posee un pH ácido, bacterias gram positivas y una pequeña cantidad de *Candida* sp. En psitácidos se localiza transversalmente al cuello y su función es la de almacenar comida cuando el estómago está lleno (O'Malley, 2005).

No existe un esfínter que separa al esófago del estómago. El estómago se caracteriza por la ausencia de pliegues longitudinales. Se encuentra dividido por medio de un istmo en proventrículo y ventrículo muscular (Martín, Marín, & González, 2004). En el proventrículo ocurre la producción de jugos gástricos a través de dos tipos de células:

epiteliales que producen moco, el cual produce una reacción alcalina para proteger al estómago de las enzimas proteolíticas y ácidos (Cheeke & Dierenfeld, 2010); y células oxinticopépticas que se encargan de producir pepsinógeno y ácido clorhídrico (O'Malley, 2005). Su función es facilitar la digestión del alimento (Kardong, 2008) al hidrolizar proteínas y polisacáridos para su posterior digestión (Harcourt-Brown & Chitty, 2005).

La digestión es la preparación de los nutrientes ingeridos para su absorción; proteínas en aminoácidos, carbohidratos en monosacáridos y grasas en monoglicéridos y ácidos grasos. Los minerales y vitaminas no son digeridas por lo que se absorben como tal, excepto la vitamina B3 que debe ser degradada en el proventrículo (Martín, Marín, & González, 2004).

Las secreciones gástricas son controladas por hormonas del tracto gastrointestinal como la gastrina, la cual es liberada al percibir estímulos visuales y gustativos que actúan sobre el nervio vago. La gastrina regula la producción de histamina en el estómago para la producción de iones de hidrógeno y cloro (Cheeke & Dierenfeld, 2010).

Ubicado a la derecha de la línea media, caudal al esternón, se encuentra el ventrículo o molleja. Formado por músculo liso y recubierto por una cutícula que lo protege. Esta porción del estómago se encarga de la digestión mecánica de los alimentos, así como también de la digestión de proteínas (O'Malley, 2005). Los psitácidos a diferencia de aves granívoras, poseen un ventrículo poco desarrollado en tamaño, pero con una gran musculatura (Harcourt-Brown & Chitty, 2005) y no necesitan ingerir piedras para triturar el alimento (Sánchez & Tully, 2010). El alimento se mueve hacia adelante y atrás entre el proventrículo y ventrículo para facilitar la digestión (Sánchez & Tully, 2010).

La apertura del duodeno se encuentra cercana al proventrículo para que pase directamente el alimento que no requiera ser triturado (O'Malley, 2005). A nivel del

remanente del saco vitelino, llamado divertículo de Meckel, se ubica la separación del yeyuno con el íleon (Denbow, 1999).

La pared intestinal posee tres tipos de células epiteliales: *las células principales*, caracterizadas por un borde en cepillo y su capacidad de absorción. *Células caliciformes*, las cuales secretan moco y las *células endocrinas*, presentes también en estómago y páncreas, forman un órgano endocrino difuso (Harcourt-Brown & Chitty, 2005). Las especies de psitácidos que se alimentan de frutas y néctar presentan microvellosidades intestinales largas, se cree que esto favorece la absorción de azúcares de los alimentos (Koutsos, Matson, & Klasing, 2001).

En el intestino delgado ocurre la digestión y absorción de nutrientes. Las enzimas pancreáticas como la tripsina, amilasa y lipasa son fundamentales para la digestión de proteínas, carbohidratos y lípidos (Cheeke & Dierenfeld, 2010).

El intestino grueso es corto y algunos psitácidos presentan un ciego vestigial (Sánchez & Tully, 2010), pero la mayoría de las aves de esta familia no presentan ciego (Denbow, 1999). El intestino grueso tiene como función principal la de absorber agua y electrolitos (Martín, Marín, & González, 2004).

La sangre del tracto gastrointestinal pasa primero por el hígado antes de entrar a la circulación. El hígado de las aves posee dos lóbulos, que rodean al corazón (O'Malley, 2005). Muchos de los nutrientes pasan al hígado, donde son modificados para volver a la circulación (Cheeke & Dierenfeld, 2010). Se encarga de la digestión, el metabolismo de proteínas, grasas, carbohidratos; almacenamiento de glucógeno, minerales, vitaminas y sangre (Soto & Bert, 2010).

Los psitácidos no presentan vesícula biliar, por lo que la bilis fluye del lóbulo derecho del hígado al duodeno por medio del ducto hepato-entérico (Martín, Marín, & González, 2004). La bilis tiene como función la emulsificación de grasas. La enzima bilirrubin reductasa está ausente en los psitácidos por lo que la biliverdina es el principal pigmento de la bilis (O'Malley, 2005). Ésta es excretada en las heces dándoles una coloración verdosa (Soto & Bert, 2010).

El páncreas en psitácidos secreta las mismas enzimas digestivas que en mamíferos: amilasa, proteasa y lipasa. También secreta bicarbonato de sodio, glucagón e insulina, esta última tiene poca participación en el metabolismo de la glucosa, el cual está controlado principalmente por hormonas esteroideas (Harcourt-Brown & Chitty, 2005; Doneley, 2010).

El tracto digestivo termina en la cloaca, en donde también se excreta orina, por lo que las heces y la orina se mezclan (Cheeke & Dierenfeld, 2010). Los excrementos normales de los psitácidos se caracterizan por ser de color café verdoso, con presencia de uratos y orina (Sthal & Kronfeld, 1998). La presencia de sangre o material verde brillante puede ser causada por una mala nutrición o desordenes metabólicos (Sthal & Kronfeld, 1998).

## **Requerimientos nutricionales**

El término requerimiento es usado para referirse a la cantidad de agua, nutrientes o energía que un animal necesita en su dieta (Barboza & Parker, 2009).

Los nutrientes son definidos como componentes dietéticos esenciales para una o más especies de animales. No todas las especies requieren los mismos nutrientes (Cheeke

& Dierenfeld, 2010). La cantidad de nutrientes requeridos por un animal depende de la demanda metabólica para el mantenimiento de su masa corporal en relación a la etapa fisiológica en la que se encuentre el individuo (Barboza & Parker, 2009).

Por esta razón una correcta la formulación, implica considerar, no sólo los requerimientos de la especie, sino también las condiciones de cada individuo dependiendo de su edad, estado reproductivo y salud (Tully, Dorrestein, & Jones, 2009).

Los requerimientos de energía de las aves que viven en libertad son mayores que los de aquellas en cautiverio. Esto es debido a la mayor cantidad de energía necesaria para la termorregulación, forrajeo y la defensa del territorio (McDonald D. , 2006). Sin embargo, las necesidades diarias de aminoácidos, minerales y vitaminas son relativamente constantes para todas las aves independientemente del gasto energético.

### **Agua**

El agua es esencial para el mantenimiento de la homeostasis celular, la integridad epitelial, la digestión de alimentos, la excreción de los residuos, y numerosas reacciones metabólicas (Koutsos, Matson, & Klasing, 2001). Al excretar residuos nitrogenados como ácido úrico insoluble y no urea, fisiológicamente hablando, las aves dependen menos del agua que los mamíferos. No obstante, el agua sigue siendo un componente esencial de la dieta (Harper & Skinner, 1998).

La cantidad exacta de agua requerida diariamente depende del tamaño corporal del individuo, la dieta, y la temperatura ambiental (Koutsos, Matson, & Klasing, 2001). En condiciones termoneutras, el requerimiento diario de agua de un loro adulto equivale al 2.4% de su peso corporal (Matson & Koutsos, 2006).

## **Proteína**

Las proteínas son moléculas grandes compuestas de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. Constituyen la mayor parte de la estructura corporal como los músculos, tejido conectivo y membranas celulares; y son fundamentales para el metabolismo (Cheeke & Dierenfeld, 2010).

La proteína de la dieta proporciona una fuente de aminoácidos esenciales, que el ave no puede sintetizar, y también una fuente de nitrógeno que puede ser utilizado para la síntesis de aminoácidos no esenciales (Harper & Skinner, 1998).

Todos los aminoácidos contienen nitrógeno, por lo que las proteínas también (alrededor del 16%). La digestibilidad de las proteínas se mide calculando el contenido de nitrógeno en el alimento o en las heces (Cheeke & Dierenfeld, 2010).

El contenido de proteína cruda de los alimentos se calcula determinando su contenido de nitrógeno y multiplicándolo por el factor 6.25. El nitrógeno se mide por medio del método de Kjeldahl. En este proceso, se hierve la muestra en ácido sulfúrico concentrado para provocar la oxidación de todo el material orgánico con la degradación completa de las proteínas y aminoácidos, liberando así el amonio. Esta solución se vuelve alcalina convirtiendo el amonio en amoniaco. Se pasa vapor por la solución para sacar el amoniaco, y este es atrapado en una solución de ácido bórico. La concentración de amoniaco se mide por titulación (Cheeke & Dierenfeld, 2010).

Los requerimientos de proteína dependen del estado fisiológico del ave. En general, lo individuos jóvenes y hembras en postura requieren de un mayor porcentaje de proteína, en comparación a un animal adulto en mantenimiento (Matson & Koutsos, 2006).

Para contrarrestar los niveles bajos de proteína en los alimentos en vida libre, las aves presentan mecanismos adaptativos como baja pérdida endógena de proteína y bajos requerimientos de proteína en comparación con las aves de corral (Cornejo , Dierenfeld, Bailey, & Brightsmith, 2011).

La concentración de proteína en materia seca que requieren los psitácidos en etapa fisiológica de mantenimiento y cuya dieta se basa principalmente en futas es del 10-15% (McDonald D. , 2006; Jiménez G. , 2008). Existen 11 aminoácidos considerados esenciales y de obligatorio suministro en la dieta de las aves: lisina, valina, metionina, cisteína, leucina, isoleucina, triptófano, histidina, treonina, arginina y fenilalanina (Soto & Bert, 2011).

La metionina, lisina y cisteína están relacionadas con un crecimiento normal en las plumas; por lo que deficiencias de metionina pueden originar líneas de estrés en las plumas y deficiencias de lisina provocan plumas débiles (Soto & Bert, 2011).

### **Energía**

La energía se obtiene a partir de carbohidratos, lípidos y proteínas; su función es la de mantener el metabolismo basal.

Los requerimientos de energía metabolizable para animales adultos en etapa de mantenimiento se calculan mediante una ecuación alométrica para determinar la tasa metabólica basal del individuo en base a su masa corporal (Kirkwood, 1999).

La tasa metabólica basal es la cantidad de energía requerida por un organismo para mantener las funciones básicas celulares (Dierenfeld & Graffam, 1996). El metabolismo basal se define como la tasa de consumo de energía en las aves en reposo y termoneutralidad (Denbow, 1999).



La determinación de la tasa metabólica basal (TMB) es el cálculo directo de la cantidad de energía neta que el animal debe obtener de los alimentos para cubrir las necesidades de mantenimiento. Esto guarda relación con el área de superficie de los animales, pero es muy difícil de medir, por lo que se idearon métodos para predecir la TMB a partir del peso corporal (McDonald, Edwards, & Morgan, 1999).

A partir del peso corporal, se dice que el área de superficie del cuerpo es proporcional al peso elevado a la potencia de dos tercios,  $P^{0.67}$ . Posteriormente se encontró que la relación más exacta se daba entre el metabolismo y  $P^{0.73}$ . Por lo que el factor determinante en los requerimientos energéticos es el peso del individuo (Harper & Skinner, 1998).

Los requerimientos de energía de las aves varía según la temperatura ambiental, nivel de actividad y estado fisiológico (Matson & Koutsos, 2006). Las aves en vida libre suelen gastar mucha energía, ya que se encuentran constantemente activas, alimentándose y volando (O'Malley, 2005).

El requerimiento energético se ha medido en un gran número de aves concluyendo que el vuelo es una de las actividades que más energía requiere para las aves. Al volar a baja velocidad, se requiere de una gran cantidad de energía para mantener al pájaro en el aire con tan poco impulso. Volar a alta velocidad es también costosa debido a la fricción que ejerce el viento sobre la superficie del ave (Denbow, 1999). El menor costo energético se logra cuando el vuelo ocurre a una velocidad intermedia (Denbow, 1999).

La energía bruta (EB) de un alimento es la energía producida cuando una muestra del alimento se combustiona completamente en condiciones de laboratorio (Dierenfeld & Graffam, 1996). Las calorías actuales disponibles para el animal luego de la digestión, se

denominan energía digestible y energía metabolizable. (Dierenfeld & Graffam, 1996). La energía metabolizable es la cantidad de energía asimilada de la comida (Denbow, 1999).

### **Carbohidratos**

Los carbohidratos son la principal fuente de energía para los animales. Son producto de la fotosíntesis en las plantas. Este proceso consiste en la reducción de dióxido de carbono a través de los electrones provenientes de la energía solar. Cuando los animales consumen las plantas, la energía contenida en los carbohidratos se vuelve disponible, a través de procesos metabólicos, en forma de adenosin trifosfato (ATP). El ATP es usado en el metabolismo animal como fuente de energía (Cheeke & Dierenfeld, 2010).

Las necesidades de energía aportada por los carbohidratos en las aves puede variar en dependencia a la actividad física que realicen, por lo que las aves de vida libre tienen más necesidad de este elemento en la dieta que las sedentarias aves mascotas que tienden a convertir lo excesos de carbohidratos de los alimentos en depósitos grasos convirtiéndose en aves obesas (Soto & Bert, 2011).

### **Lípidos**

Son aquellos compuestos solubles en soluciones orgánicas como el dietil éter, presente en animales y plantas (Cheeke & Dierenfeld, 2010). El contenido de lípidos en el alimento es conocido como extracto etéreo (EE). Este se determina al extraerlo de una muestra de alimento con dietil éter. La pérdida de peso de la muestra equivale al EE (Cheeke & Dierenfeld, 2010).

Los lípidos de importancia en nutrición animal son las grasas y los aceites. Estos son más ricos en energía que los carbohidratos. Otros lípidos incluyen: las vitaminas liposolubles, el colesterol y los carotenoides (Cheeke & Dierenfeld, 2010).

## **Grasas**

Las propiedades de las grasas están determinadas por el ácido graso que contenga (Cheeke & Dierenfeld, 2010). Al igual que el resto de animales, los psitácidos, requieren de ácidos grasos esenciales. Estos se encargan de mantener la integridad a las membranas, por medio del transporte de vitaminas de tipo liposolubles, como la vitamina A (Soto & Bert, 2011). El único ácido graso esencial reportado dentro de los requerimientos de las aves es el ácido linoleico (Harper & Skinner, 1998) el cual está presente en semillas oleaginosas (Soto & Bert, 2011), pero cuyos niveles requeridos aún no se han establecido.

En general los porcentajes de grasa requeridos en la dieta para psitácidos en mantenimiento es del 5% (Jiménez G., 2008).

Una dieta deficiente en grasa está asociada al deterioro de las membranas, lo que provoca que la piel se vuelva áspera, escamosa y permeable (Harper & Skinner, 1998).

## **Fibra**

Las frutas pueden ser ricas en hidratos de carbono como el almidón o el azúcar, pero suelen ser bajas en fibra (Barboza & Parker, 2009).

La disposición de fibra en la alimentación de psitácidos no ha demostrado tener algún efecto beneficioso debido a que la mayoría de estas aves presentan un ciego vestigial por lo que no poseen la capacidad de fermentar fibra (Harper & Skinner, 1998). Los componentes fibrosos de la dieta no digeridos son colectados en el recto y cloaca por periodos cortos de tiempo (Klasing, 1999).

La fibra que pasa por el tracto gastrointestinal de las aves sin digerir probablemente tiene los mismos efectos fisiológicos que en otras especies no fermentadoras. Por lo tanto, el efecto de la fibra es la retención de agua y la disminución del tiempo de tránsito

intestinal aumentando el volumen de las heces y el contenido de agua fecal. La fibra puede afectar la ingesta máxima de alimento, la digestibilidad (Harper & Skinner, 1998) y el tránsito intestinal debido a que la pared celular es difícil de disolver y degradar (Barboza & Parker, 2009).

**Tabla 1.** Requerimientos nutrimentales estimados para psitácidos

Nutriente	Concentración	Nutriente	Concentración
Arginina	1.30%	Cobre	20 ppm
Isoleucina	1.10%	Yodo	1 ppm
Lisina	1.20-1.50 %	Selenio	0.3 ppm
Metionina	0.40%	Vitamina K	4 ppm
Metionina + cisteína	0.90%	Riboflavina	6 ppm
Treonina	0.95%	Ácido Pantoténico	20 ppm
Triptófano	0.24%	Niacina	55 ppm
Ácido linoléico	2.00%	Vitamina B12	0.025 ppm
Calcio	1.10%	Colina	1,700 ppm
Fósforo	0.80%	Biotina	0.3 ppm
Potasio	0.70%	Folacina	0.9 ppm
Sodio	0.20%	Tiamina	6 ppm
Cloro	0.20%	Piridoxina	6 ppm
Magnesio	0.15%	Vitamina A	8,000-10,000 IU/kg
Manganeso	65 ppm	vitamina D3	2,000 IU/kg
Zinc	120 ppm	Vitamina E	250 IU/kg
Hierro	150 ppm	% Grasa Cruda	5-10%

McDonald, D. (2006). Sección I: Nutrition and Dietary Supplementation. En G. J. Harrison , & T. L. Lightfoot , *Clinical Avian Medicine*. Palm Beach: Spix Publishing.

## Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos que se requieren en pequeñas cantidades, para sostener el metabolismo normal y no son sintetizados por el organismo (con algunas excepciones) (Soto & Bert, 2011). A pesar de que las necesidades de vitaminas son bajas,

las deficiencias prolongadas en la ración de alimento provoca alteraciones metabólicas y la correspondiente enfermedad carencial (McDonald, Edwards, & Morgan, 1999).

Las vitaminas pueden subdividirse en dos categorías: hidrosolubles y liposolubles. Las vitaminas liposolubles requieren de la presencia de grasa en el tracto digestivo, para ser absorbidas apropiadamente. En esta categoría se incluyen vitaminas A, E, D y K (Dierenfeld & Graffam, 1996).

La vitamina A se encuentra en presentaciones como el retinol, palmitato de retinilo, ácido retinoico y carotenoides. Está en los lácteos y otros productos de origen animal. El  $\beta$ -caroteno es un provitamina A que se encuentra en grandes cantidades en frutas de color amarillo y naranja, así como también en vegetales y hojas verdes (McCullouch, Northrop-Clewes, & Thurnham, 1999).

Esta vitamina juega un papel importante en la diferenciación celular y la visión, así como también cumple una función en el crecimiento, la reproducción y la respuesta inmune (McCullouch, Northrop-Clewes, & Thurnham, 1999).

La vitamina D se sintetiza en el organismo cuando la piel se encuentra expuesta a la luz del sol y es la fuente primaria de vitamina D en la naturaleza. En la ausencia de luz, debe existir una suplementación con luz en todos los espectros o se deben examinar fuentes concentradas de vitamina D (Dierenfeld & Graffam, 1996).

Dentro de las vitaminas hidrosolubles se incluyen la C y el complejo de vitaminas B. Estas no son almacenadas en el cuerpo, por lo tanto deben ser aportadas por la dieta diariamente (Dierenfeld & Graffam, 1996).

La vitamina C no tiene un requerimiento específico para muchos de los animales debido a que puede ser sintetizada en el cuerpo. La mayoría de las aves sintetizan esta

vitamina en el riñón, el hígado o en ambos órganos. Las necesidades dietéticas de vitaminas del grupo B no han sido evaluadas para las aves de compañía (McDonald D. , 2006).

Se cree que los psitácidos requieren de las mismas vitaminas que otras aves. Sin embargo, existen pocos estudios para cuantificar sus requerimientos (Matson & Koutsos, 2006).

### **Minerales**

Los minerales son elementos inorgánicos que son imprescindibles para el correcto funcionamiento del metabolismo. Muchos de estos minerales son requeridos en mínimas cantidades y son denominados minerales trazas o micro minerales. Dentro de los micro minerales esenciales se incluyen cromo, cobalto, cobre, yodo, hierro, manganeso, molibdeno, selenio y zinc. Dentro de los macro minerales se incluyen: calcio, cloro, magnesio, fósforo, potasio, sodio y azufre (Dierenfeld & Graffam, 1996).

El fósforo, desempeña un papel en el mantenimiento del equilibrio ácido-base, así como de macronutrientes y el metabolismo de energía dentro del cuerpo. Está estrechamente relacionado con el metabolismo del calcio y sus funciones a nivel de hueso y la formación del huevo (Harper & Skinner, 1998). Por esta razón es importante la evaluación del calcio y el fosforo en la nutrición de las aves (Matson & Koutsos, 2006).

El nivel adecuado en la dieta de calcio:fósforo para psitácidos es de 1:1 a 2:1 (Werquin, De Cock, & Ghysels, 2005; Weston & Memon, 2009; Sánchez & Tully, 2010).

La ingesta por debajo de un requisito implica una deficiencia, la cual va acompañada por síntomas específicos que directa o indirectamente reflejan el papel metabólico de los nutrientes (Barboza & Parker, 2009).

## **Frutas y vegetales adecuados para la formulación**

Es necesario conocer las proporciones de nutrientes en los alimentos para entender los mecanismos subyacentes de las aves para su elección. Por ejemplo algunas frutas son ricas en carbohidratos, en su mayoría hexosas (glucosa y la fructosa), pero con un bajo contenido de proteína (Schaefer , Schmidt , & Bairlein , 2003).

Los siguientes tipos de frutas y vegetales son adecuados para la alimentación de psitácidos: variedades dulces de manzana, pera, banana, gajos de naranja, mandarina, papaya, higos, piña entre otros. (Verhoef-Verhallen, 2004).

Entre las frutas más utilizadas en la alimentación de loros se hallan el banano, melón y melocotón, pero al poseer un alto contenido de azúcar, estas frutas deben ofrecerse en poca cantidad y pocas veces a la semana (Soto & Bert, 2011).

Las verduras más utilizadas se hallan la acelga, berro, espinacas, apio, pimiento verde, ají picante, alcachofa, coliflor, brócoli, pepino, zanahoria y tomate; recordando que si no se las ofrece frescas, pueden ser más difíciles de digerir por el ave (Soto & Bert, 2011).

## **METODOLOGÍA**

El estudio se realizó entre los meses de abril y julio de 2013 en el Zoológico de Quito en Guayllabamba, ubicado a 25 kilómetros al noreste del Distrito Metropolitano de Quito.

Se realizó el experimento en 39 animales en cuarentena de la familia Psittacidae (Tabla 2), de sexo no determinado, los cuales no se encontraban en estado reproductivo ni de muda.

Las aves se hallaban separadas por géneros en 2 áreas de la cuarentena: área 1 y área 3; mientras que en otra área, denominada octogonal, se mantenían 14 individuos de diferentes géneros. Todos los psitácidos se encontraban bajo condiciones constantes de luz, temperatura y humedad relativa con respecto al valle de Guayllabamba en el que se sitúa el Zoológico de Quito.



**Tabla 2.** Clasificación taxonómica en la subfamilia Psittacinae de las 39 aves en cautiverio en el Zoológico de Quito en Guayllabamba.

Familia/Subfamilia	Especie	Nombre común	N
Psittacidae			
Psittacinae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Periquito alicobáltico	1
	<i>Brotogeris pyrrhopterus</i>	Periquito cachetigrís	1
	<i>Brotogeris versicolorus</i>	Periquito aliblanco	4
	<i>Aratinga erythrogastra</i>	Perico caretirrojo	6
	<i>Aratinga weddelli</i>	Perico cabecioscuro	2
	<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul	5
	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro alibronceado	5
	<i>Pionus sordidus</i>	Loro piquirrojo	2
	<i>Amazona autumnalis</i>	Amazona frentirroja	3
	<i>Amazona amazonica</i>	Amazona alinaranja	4
	<i>Amazona farinosa</i>	Amazona harinosa	2
	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azuliamarillo	1
	<i>Ara macao</i>	Guacamayo escarlata	1
	<i>Ara chloroptera</i>	Guacamayo rojo y verde	2

**Autor:** Alejandra Recalde. Tomado de Ridgely, R. S., & Greenfield, P. J. (2007). Aves del Ecuador. Fundación Jocotoco.  
N número de individuos.

En el estudio fue necesario establecer el peso corporal de las aves para el cálculo de los requerimientos energéticos, para lo cual se realizó un registro del peso de las loras, al inicio y al final del estudio (Anexos 1) a través del uso de dos balanzas digitales. Se utilizó una balanza digital CAMRY® con capacidad máxima de 5 kilogramos para las aves pequeñas, y una balanza digital Montero® con capacidad máxima de 30 kilogramos para las aves más grandes.

### **Fase I. Evaluación de la dieta ofrecida por el Zoológico de Quito.**

Se pesó los ingredientes de las dietas ofrecidas por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito (Anexos 2) para los psitácidos en cuarentena, durante un periodo de 15 días. La repartición del alimento estaba a cargo del personal técnico-operativo y cuidadores responsables de los animales del estudio. La alimentación iniciaba entregando una pequeña porción de la dieta en el área 1 de la cuarentena a las 08:30 am, después de

realizar la limpieza de los encierros, finalizando a las 10:00 am en el área octogonal de la cuarentena. A las 12:00 se ofrecía a las aves el resto del alimento, de igual manera iniciando en el área 1 y culminando en el área octogonal.

Se realizó un muestreo de las dietas ofrecidas, de 400 gramos diarios, durante 4 días. Las muestras se conservaron en recipientes herméticos Sterilite® *Ultra-seal* bajo refrigeración, hasta el momento del análisis químico.

Para facilitar el pesaje de los residuos se colocó mallas plásticas por debajo de los comederos.

Durante la investigación, los residuos fueron recogidos y colocados en bolsas plásticas para el pesaje. La recolección de residuos se realizó 3 horas después de ofrecidos los alimentos. Las loras despedazan por completo las semillas, ingiriendo solamente su contenido, por lo que este factor fue considerado al momento de la recolección y pesaje, pesando por separado las cáscaras y restando este valor de lo que realmente se ofreció a las aves. Lo mismo se realizó con las mazorcas de maíz tierno (choclo), del cual las aves solo se alimentaban de los granos más no de la tuza.

Se pesó los residuos de las dietas, tanto de la primera ración, como de la ración del medio día y se registraron los datos para cada grupo.

El aporte nutricional y calórico de la dieta ofrecida por el Zoológico de Quito en Guayllabamba fue determinado inicialmente a través del software “*Zootrition™ versión 2.6*”. Desarrollado por la Sociedad de Conservación de Vida Silvestre en la década de 1980 por el Dr. David Baer. El software fue diseñado específicamente para el análisis y formulación de dietas para zoológicos. Este programa está basado en Windows® y consta

de una base de datos sobre la composición de ingredientes y su aporte nutritivo (Crissey, 2001).

Se ingresaron en el programa los gramos de cada ingrediente de las dietas para obtener los porcentajes de proteína cruda, grasa, fibra, calcio, fósforo y energía metabolizable.

Posteriormente se procesaron las muestras colectadas del alimento ofrecido por el Zoológico de Quito, en el Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos, del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Se realizaron 3 análisis proximal, macro elementos y energía metabolizable (Anexo 3 y 4).

## **Fase II. Formulación y propuesta del nuevo sistema de alimentación.**

Mediante el software *Zootrition*<sup>TM</sup> 2.6 se formuló la dieta experimental basada en los requerimientos nutricionales específicos para psitácidos en mantenimiento (Tabla 1).

La fórmula para el cálculo de la tasa metabólica basal, para psitácidos que se encuentran en jaula es la siguiente:

$$TMB (cal) = 73.5 \times kg \text{ peso vivo}^{0.73}$$

Tasa Metabólica Basal expresada en calorías (cal) es igual a la constante para aves no paseriformes por los kilogramos (kg) de peso vivo del individuo elevado a la constante 0.73 (McDonald D. , 2006; Koutsos, Matson, & Klasing, 2001).

Luego se multiplicó por el factor corrector para aves con poca actividad física (McDonald D. , 2006) para así obtener los requerimientos energéticos de las aves en mantenimiento.

$$RED \frac{kcal}{día} = 73.5 \times kg \text{ peso vivo}^{0.73} \times 2.3$$

Las necesidades calóricas de cada grupo se estimaron mediante la sumatoria de las necesidades calóricas de cada individuo (Dierenfeld & Graffam, 1996) (Tabla 3).

El porcentaje de inclusión de ingredientes para psitácidos usado fue; 40% verduras, 30% frutas, 25% alimento balanceado (avícola) y 5% de semillas. Esta recomendación fue adaptada del trabajo realizado por Soto y Bert en 2011 Principios en la alimentación de psitácidos.

Para la nueva forma de presentación del alimento se utilizó un procesador de marca *Oster®* modelo: BPST02-B00 con motor reversible. En este se colocaron tanto frutas como verduras hasta obtener una papilla. A esta mezcla se le adicionó harina de maíz, los suplementos (*Pecutrin®*) y carbontato de calcio (*Calcefor®*), el balanceado *Proaves®* Engorde 2 y se revolvió todo con una herramienta de cocina, hasta obtener una papilla homogénea. Las semillas se agregaron al final.

Se envió una muestra de 2.000 gramos de la dieta Experimental al INIAP para su respectivo análisis químico.

Además de ofrecer el alimento en forma de papilla, se administró en platos individuales, requiriéndose un total de 39 platos, 35 de éstos eran de acero inoxidable para las aves pequeñas y medianas. Mientras que para las aves más grandes, específicamente las guacamayas, se ofreció la comida en platos plásticos individuales sujetos a la jaula. Se construyeron bases con malla de alambre para cada plato, lo que facilitó la colecta de los residuos, aunque se mantuvo la malla plástica usada al inicio del experimento. En el área octogonal, adicional a los platos individuales se procedió a separar en jaulas a las aves según la misma especie.

### **Fase III. Transición y evaluación de la dieta Experimental**

Una vez realizados los cambios en la infraestructura de la cuarentena y obtenidos los resultados del laboratorio, se expuso a las aves a la dieta experimental durante un periodo de adaptación de 12 días, con el fin de eliminar el sesgo que puede ocasionar el cambio de alimentación y facilitar la adaptación. Durante los primeros 3 días se ofreció el 75% de la dieta tradicionalmente usada por el Zoológico y el 25% restante de la dieta Experimental. Los siguientes 3 días se ofreció el 50% de cada dieta. Se procedió a ofrecer durante 3 días más las dietas en una proporción del 75% para la Experimental y tan solo el 25% de la dieta tradicional. Por último se ofreció únicamente la dieta Experimental, ofreciéndose la mitad de la cantidad requerida por cada individuo a las 8:00 am y la otra mitad a las 12:00pm.

Una vez lograda la transición a la nueva dieta, se colectaron de las mallas los residuos que dejaban las aves durante los 15 días siguientes. Las aves disponían de un tiempo de 3 horas para alimentarse antes de retirar los sobrantes y pesarlos.

### **Análisis de datos**

La distribución de la variable “residuos” y su normalidad se analizó mediante estadística descriptiva.

Para determinar si los valores nutricionales de las dietas, experimental y testigo (zoológico), obtenidos a partir del programa *Zootrition*<sup>TM</sup> variaban respecto a los resultados del laboratorio se utilizó la prueba F para varianzas de 2 muestras con un intervalo de confianza del 95%. Los valores obtenidos fueron representados gráficamente mediante diagramas de caja o *box plot*.

La distribución de los niveles de nutrientes de las dietas consumidos por las aves (porcentaje de calcio, grasa, fibra, proteína, fósforo y calorías de energía) se compararon con diagramas de caja.

Todas los análisis estadísticos fueron analizadas con el programa *Microsoft Excel 2013*.

## RESULTADOS

### Requerimientos energéticos y ración para cada especie

**Tabla 3.** Tasa metabólica basal TMB (kcal), requerimiento energéticos diarios RED (kcal/día), gramos en base húmeda de alimento para cada individuo a ofrecer según el peso ideal de cada especie de psitácido de este estudio

Especie	Peso (kg)	TMB kcal	RED kcal/día	BH (g) alimento
<i>Brotogeris sp.</i>	0.070	10.44	24.01	40
<i>Aratinga weddellii</i>	0.092	12.76	29.34	49
<i>Pionus chalcopterus</i>	0.245	26.18	60.21	100
<i>Pionus sordidus</i>	0.245	26.18	60.21	100
<i>Pionus menstruus</i>	0.210	23.38	53.77	89
<i>Aratinga erythrogyne</i>	0.120	15.50	35.66	59
<i>Amazona autumnalis</i>	0.315	31.48	72.41	120
<i>Amazona amazonica</i>	0.330	32.57	74.92	124
<i>Amazona farinosa</i>	0.810	62.97	144.82	241
<i>Ara ararauna</i>	1.150	81.44	187.31	311
<i>Ara chloroptera</i>	1.230	85.56	196.79	327
<i>Ara macao</i>	1.000	73.50	169.05	281

**Autor:** Alejandra Recalde

Fórmulas para el cálculo de la TMB y los RED tomadas de McDonald, D. (2006). Sección I: Nutrition and Dietary Supplementation. En G. J. Harrison, & T. L. Lightfoot, Clinical Avian Medicine. Palm Beach: Spix Publishing.

### Inclusión de ingredientes en las dietas

**Tabla 4.** Porcentaje (%) de inclusión de frutas, verduras, semillas, alimento comercial y otros (huevo) en las dietas ofrecidas por el Zoológico de Quito y la dieta Experimental a un grupo de psitácidos durante el estudio.

	% Inclusion Ingredientes				
	frutas	verduras	semillas	alimento comercial	otros
Dieta Zoo1	67	23	0.3	7	2
Dieta Zoo2	64	37	3	3	2
Dieta Zoo3	55	45	0.5	6	-
Dieta Experimental*	30	40	5	25	-

**Autor:** Alejandra Recalde

\*Recomendación adaptada de Soto, C.J. y Bert, E. (2011). Principios en la Alimentación de Psitácidos (Principles of Psittacine Birds Nutrition. RED VET

## Comparación de la oferta de la dieta testigo (Zoo) y dieta experimental a un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito en Guayllabamba

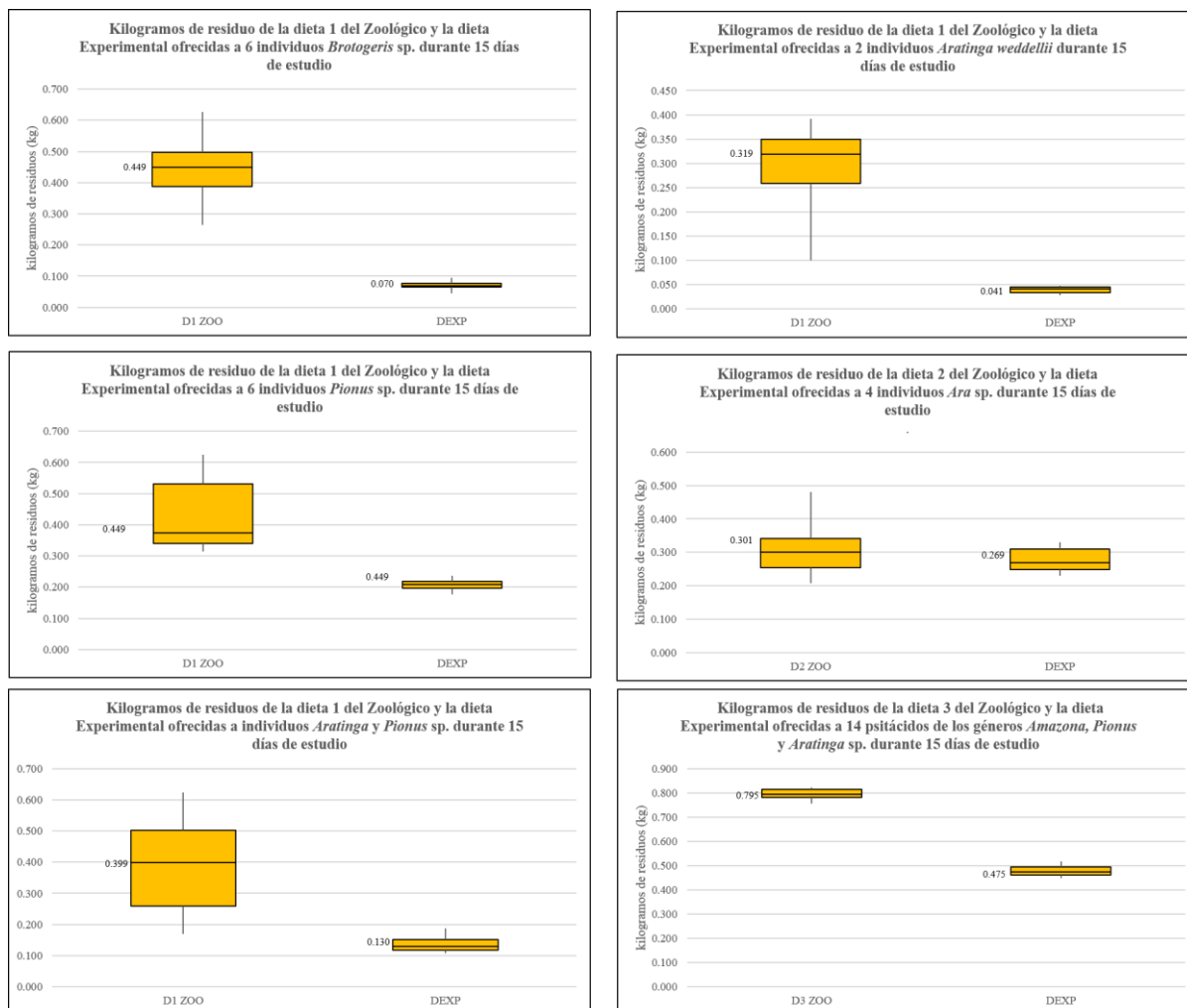


**Gráfico 1.** Kilogramos (kg) de alimento ofrecido un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito. **A., B., C., E.,** de la dieta 1, **D.** de la dieta 2 y **F.** de la dieta 3 ofrecidas por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito en Guayllabamba (**Dieta Zoo**) durante 15 días de estudio (línea azul). Kilogramos (kg) de alimento de la dieta Experimental (**Dieta Exper**) ofrecida a los mismos individuos durante 15 días de estudio (línea naranja).

**Autor:** Alejandra Recalde



## Comparación de los residuos de la dieta testigo (Zoo) y la dieta experimental dejados por un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito en Guayllabamba



**Gráfico 2.** Kilogramos de residuos (kg) dejado por los psitácidos en cuarentena del Zoológico de Quito a partir de las dietas ofrecidas (D1,D2 y D3 ZOO) por el Departamento de Nutrición del zoológico durante 15 días de estudio. Residuos (kg) de la dieta Experimental dejados por los mismos individuos durante 15 días de estudio. **A.** residuos dejados por los *Brotogeris sp.* **B.** residuos dejados por los *Aratinga weddellii* **C.** residuos dejados por *Pionus sp.* **D.** residuos dejados por los *Ara sp.* **E.** residuos dejados por *Aratinga y Pionus sp.* **F.** residuos dejados por los *Amazonas, Pionus y Aratinga sp.* del octogonal.

**Autor:** Alejandra Recalde

**Tabla 5.** Nivel de residuos (media, DS, min, máx) dejados de las dietas ofrecidas por el Zoológico de Quito y de la dieta Experimental, durante 15 días de muestreo para cada dieta.

	Dietas Zoológico de Quito					Dieta Experimental				
	media	DS	min	máx	CV	media	DS	min	máx	CV
<i>Brotogeris</i> sp.	0.452	0.090	0.265	0.627	21%	0.070	0.010	0.046	0.094	19%
<i>Aratinga weddellii</i>	0.293	0.080	0.100	0.392	28%	0.039	0.006	0.028	0.047	16%
<i>Pionus</i> sp.	0.435	0.104	0.314	0.625	24%	0.209	0.016	0.177	0.237	8%
<i>Aratinga</i> y <i>Pionus</i> sp.	0.388	0.139	0.169	0.623	36%	0.135	0.020	0.107	0.187	17%
<i>Ara</i> sp.	0.310	0.080	0.208	0.480	26%	0.274	0.030	0.229	0.330	11%
Octogonal	0.795	0.002	0.755	0.823	3%	0.478	0.002	0.448	0.518	4%

**Autor:** Alejandra Recalde

**DS** desviación estándar, **min** valor mínimo, **máx** valor máximo, **CV** coeficiente de variación.  
Los valores se presentan en kilogramos

**Tabla 6.** Resultados de los niveles de nutrientes presentes en las dietas ofrecidas a un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito obtenidos por medio de análisis químico en el Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) comparado con el software Zootrition™ versión 2.6

	INIAP		Zootrition™		P*
	media	varianza	media	varianza	
% fibra	5.3	0.77	1.51	0.79	0.488
% proteína	11.82	9.48	9.58	7.27	0.377
% grasa	6.75	0.47	4.52	0.67	0.347
% calcio	0.62	0.05	0.62	0.07	0.371
% fósforo	0.5	0.02	0.6	0.02	0.462
EM kcal	1439.68	506689.4	906.5	703933.8	0.349

**Autor:** Alejandra Recalde

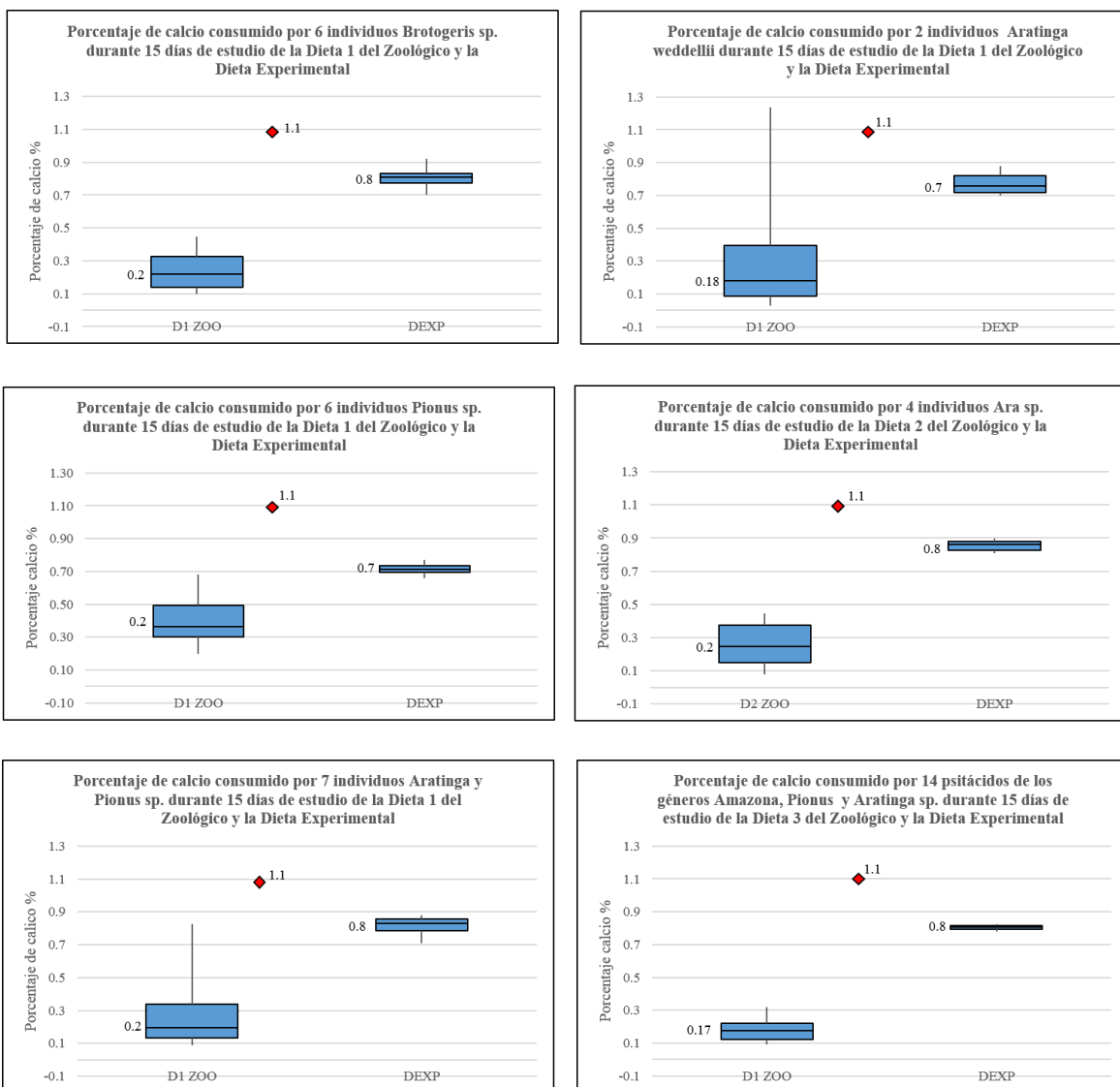
**EM** energía metabolizable, % porcentaje

**P** probabilidad

\* Si **P** < **0.05** se acepta que la diferencia entre las varianzas es significativa

## Nivel de nutrientes consumidos

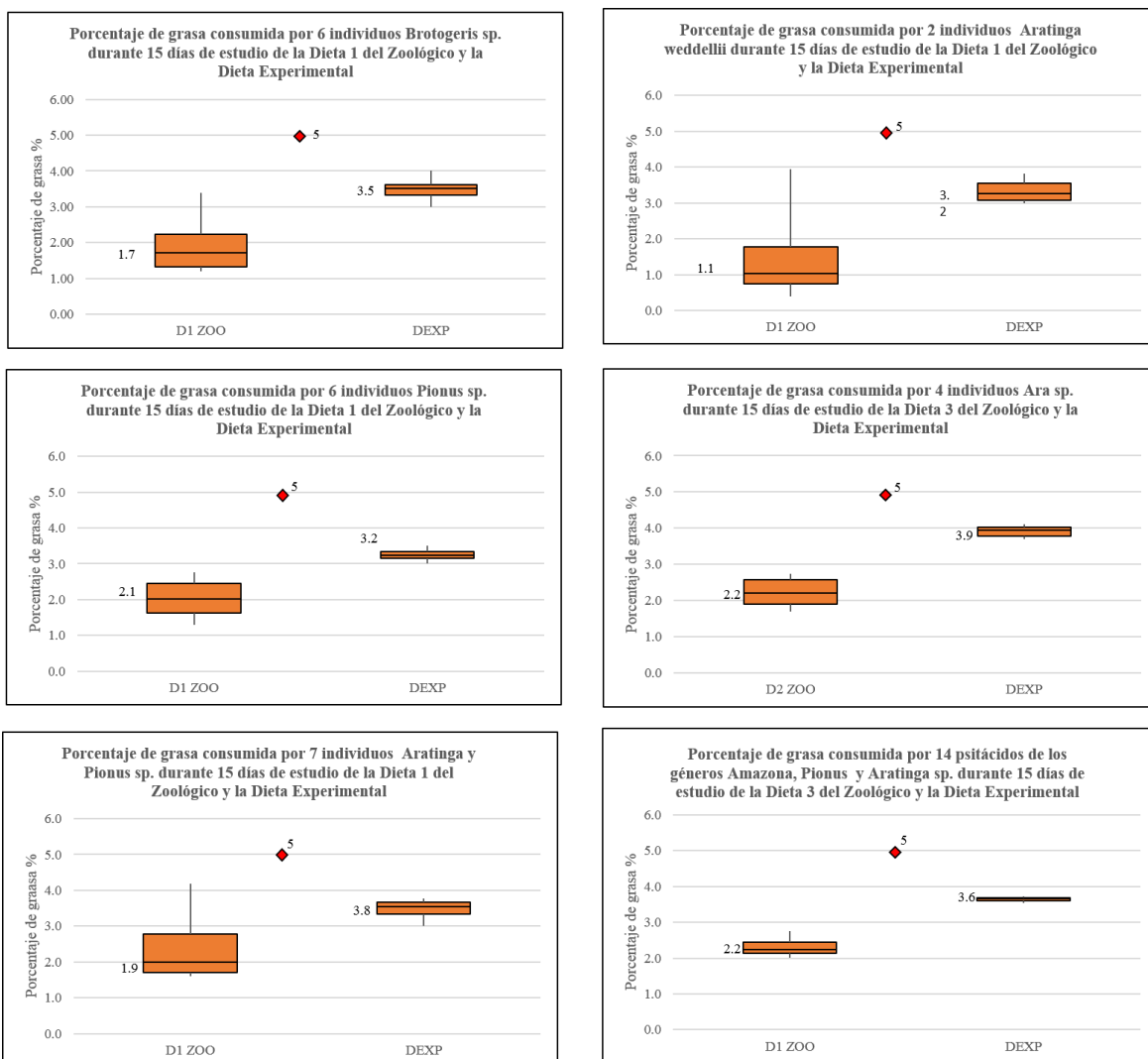
### Calcio.



**Gráfico 3.** Porcentaje de calcio (%) consumido por un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito. **A., B., C., E.,** con la dieta 1 (**D1 ZOO**), **D.** con la dieta 2 (**D2 ZOO**) y **F.** con la dieta 3 (**D3 ZOO**) ofrecidas por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito en Guayllabamba durante 15 días de estudio. Porcentaje de calcio (%) consumido por los mismos individuos con la dieta Experimental (**DEXP**) propuesta durante 15 días de estudio. El requerimiento general de calcio para psitácidos se representa con la figura roja.  $P < 0.05$

**Autor:** Alejandra Recalde

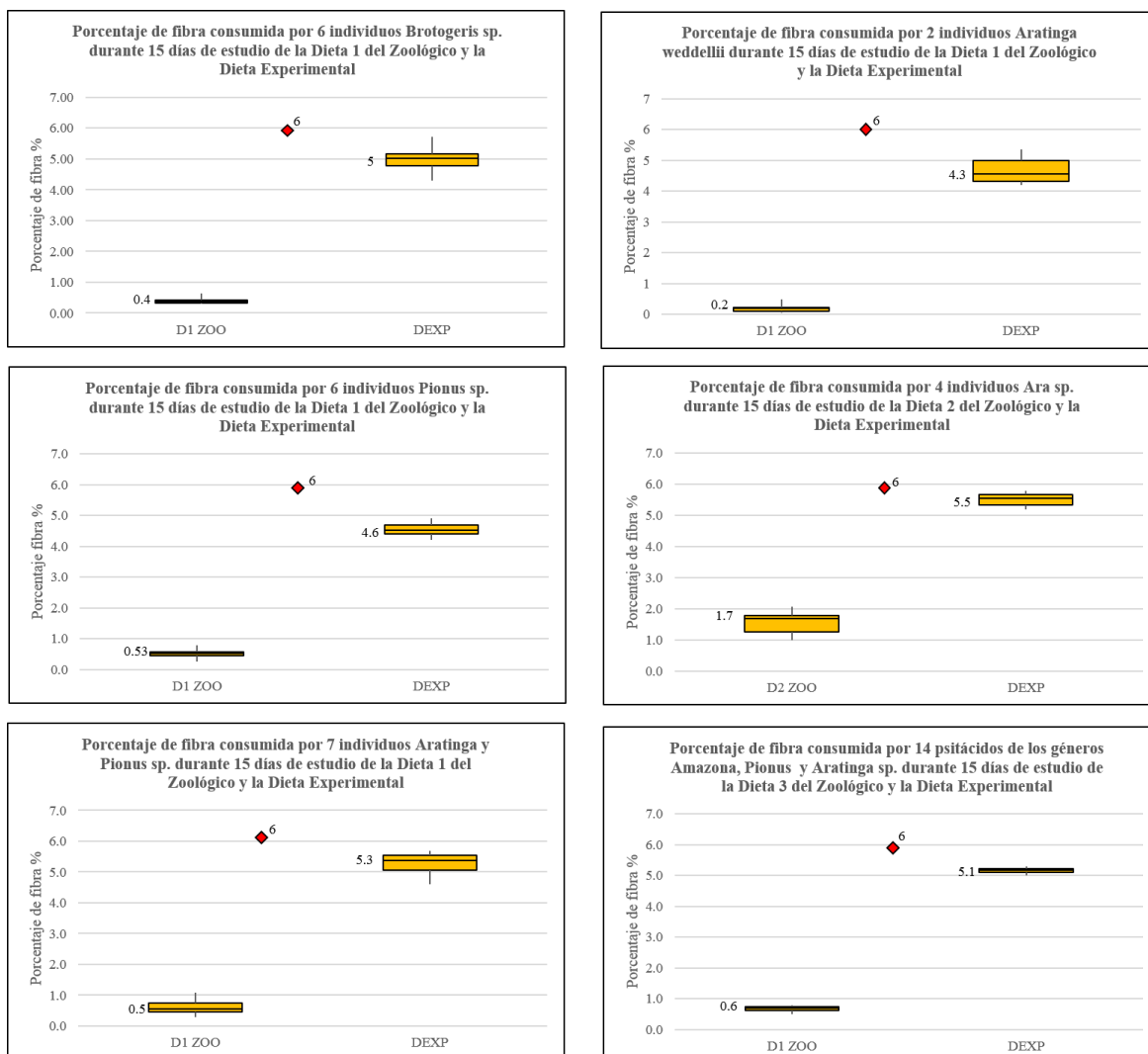
## Grasa



**Gráfico 4.** Porcentaje de grasa (%) consumida por un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito. **A., B., C., E.,** con la dieta 1 (**D1 ZOO**), **D.** con la dieta 2 (**D2 ZOO**) y **F.** con la dieta 3 (**D3 ZOO**) ofrecidas por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito en Guayllabamba durante 15 días de estudio. Porcentaje de grasa consumida por los mismos individuos con la dieta Experimental (**DEXP**) propuesta durante 15 días de estudio. El requerimiento general de grasa para psitácidos se representa con la figura roja.  $P < 0.05$

**Autor:** Alejandra Recalde

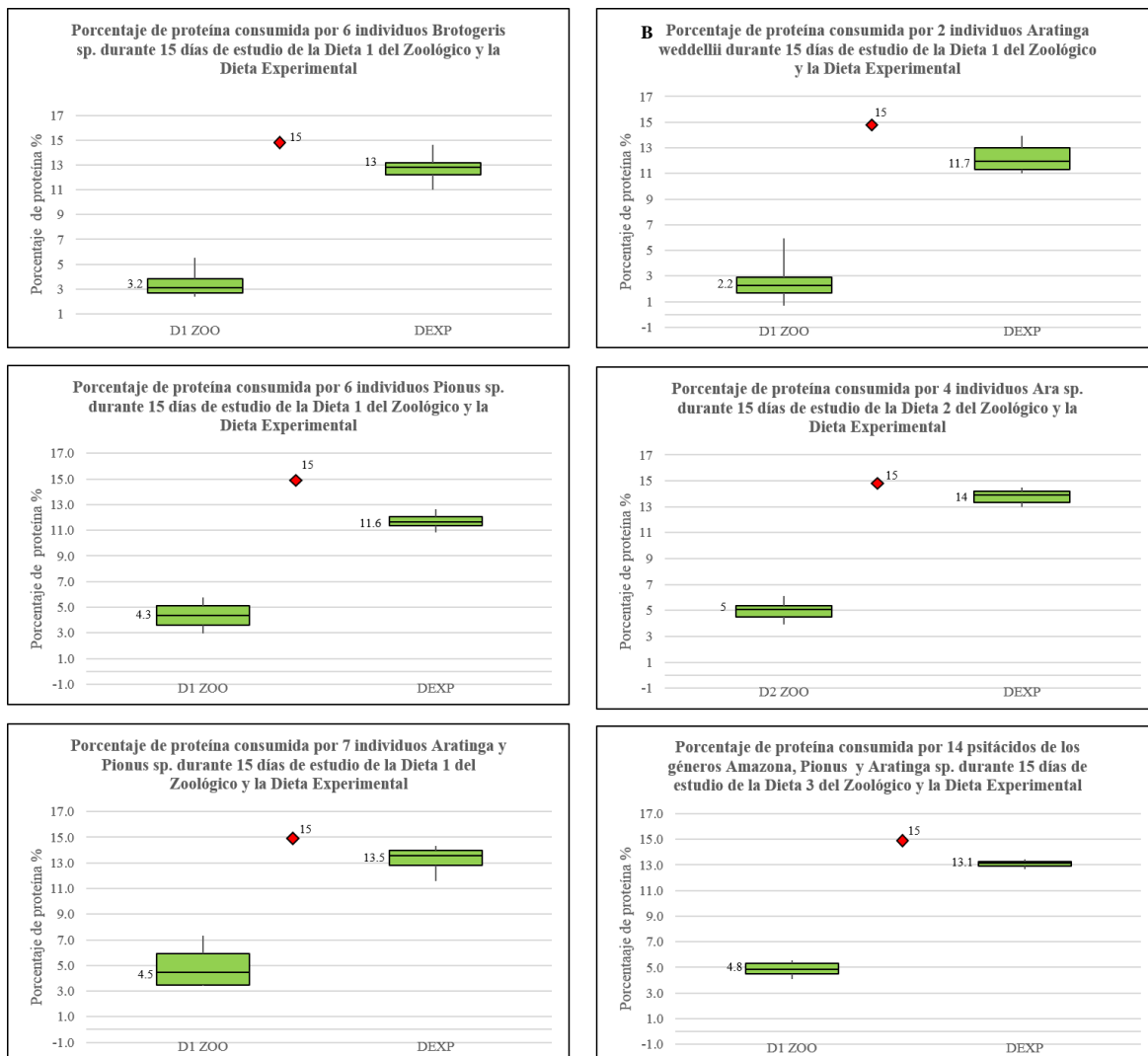
## Fibra



**Gráfico 5.** Porcentaje de fibra (%) consumida por un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito. **A., B., C., E.,** con la dieta 1 (**D1 ZOO**), **D.** con la dieta 2 (**D2 ZOO**) y **F.** con la dieta 3 (**D3 ZOO**) ofrecida por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito en Guayllabamba durante 15 días de estudio. Porcentaje de fibra consumida por los mismos individuos con la dieta Experimental (**DEXP**) propuesta durante 15 días de estudio. El requerimiento general de fibra para psitácidos se representa con la figura roja.  $P < 0.05$

**Autor:** Alejandra Recalde

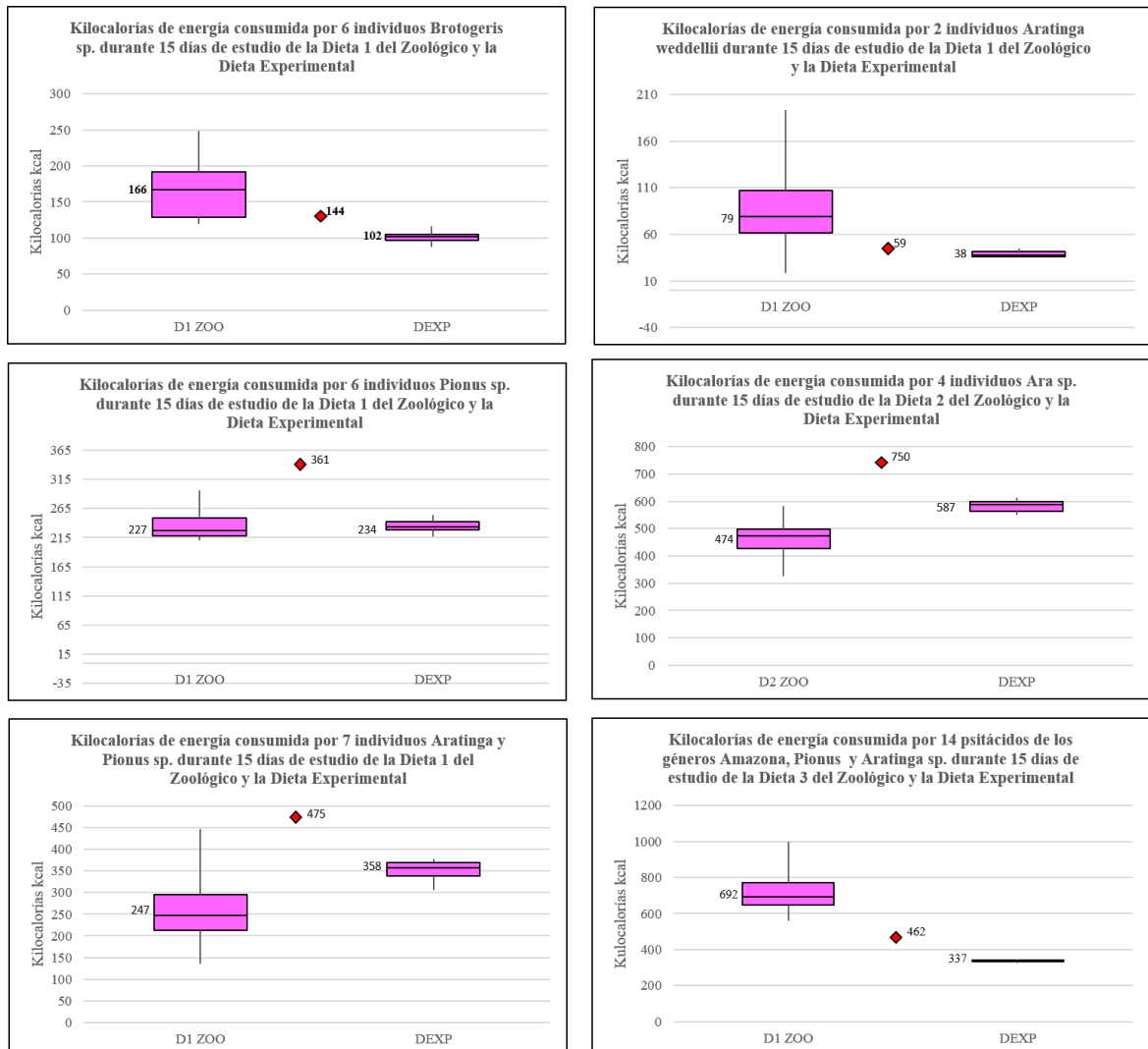
## Proteína



**Gráfico 6.** Porcentaje de proteína (%) consumida por un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito. **A., B., C., E.,** con la dieta 1 (**D1 ZOO**), **D.** con la dieta 2 (**D2 ZOO**) y **F.** con la dieta 3 (**D3 ZOO**) ofrecidas por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito en Guayllabamba durante 15 días de estudio. Porcentaje de proteína consumida por los mismos individuos con la dieta Experimental (**DEXP**) propuesta durante 15 días de estudio. El requerimiento general de proteína para psitácidos se representa con la figura roja.  $P < 0.05$

**Autor:** Alejandra Recalde

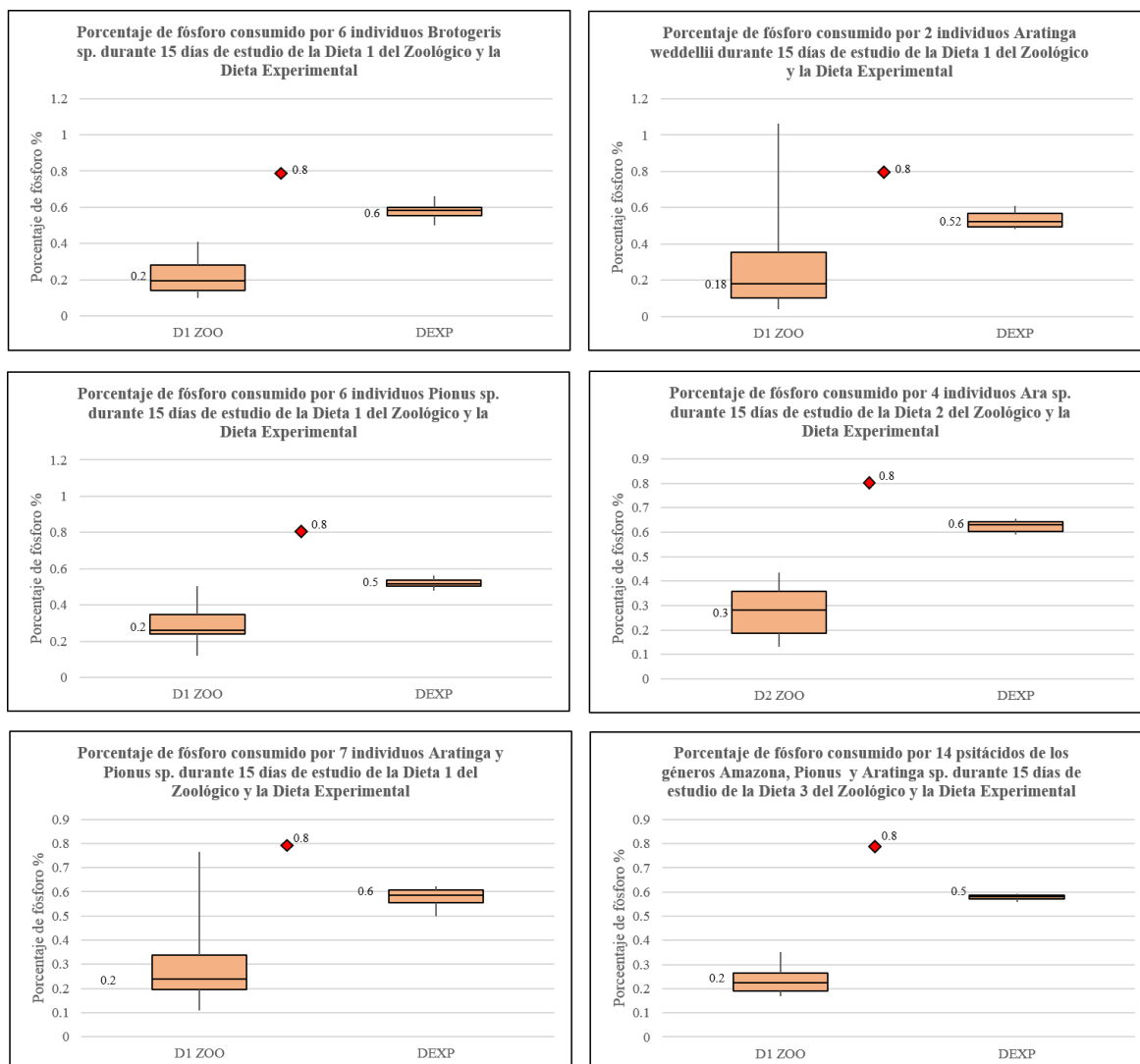
## Energía



**Gráfico 7.** Kilocalorías (kcal) consumidas por un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito. **A., B., C., E.** con la dieta 1 (**D1 ZOO**). **D.** con la dieta 2 (**D2 ZOO**) y **F.** con la dieta 3 (**D3 ZOO**) ofrecidas por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito en Guayllabamba durante 15 días de estudio. Kilocalorías consumidas por los mismos individuos con la dieta Experimental (**DEXP**) propuesta durante 15 días de estudio. El requerimiento general de energía para psitácidos se representa con la figura roja.  $P < 0.05$

**Autor:** Alejandra Recalde

## Fósforo



**Gráfico 8.** Porcentaje de fósforo (%) consumido por un grupo de psitácidos del Zoológico de Quito. **A., B., C., E.,** con la dieta 1 (**D1 ZOO**), **D.** con la dieta 2 (**D2 ZOO**) y **F.** con la dieta 3 (**D3 ZOO**) ofrecidas por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito en Guayllabamba durante 15 días de estudio. Porcentaje de fósforo consumido por los mismos individuos con la dieta Experimental (**DEXP**) propuesta durante 15 días de estudio. El requerimiento general de fósforo para psitácidos se representa con la figura roja.  $P < 0.05$

**Autor:** Alejandra Recalde



## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos sobre los ingredientes incluidos en las dietas tradicionales del Zoológico indican que existe un desbalance, (Tabla 4). Debido a que las dietas están constituidas en más del 50% por frutas, la inclusión de fuentes de grasa y proteína están por debajo de la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos de las aves. Las dietas basadas en un solo tipo de ingrediente no son beneficiosas, muchos de los artículos alimenticios no contienen todos los nutrientes requeridos por un animal en las proporciones correctas (Moore, Marsh, Wallis, & Foley, 2005). A diferencia de la dieta experimental, la cual se formuló con porcentajes de frutas, verduras, semillas y balanceado, según las recomendaciones.

Muchas veces de forma empírica se incluyen proporciones de alimentos en la dieta de psitácidos sin valorar realmente sus preferencias alimentarias y necesidades nutricionales relacionadas con cada especie, creándose esquemas generales que no comparten las realidades objetivas para una buena alimentación de las aves (Soto & Bert, 2011).

Los detalles de las dietas ofrecidas por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito y de la dieta Experimental se encuentran en el Anexo 3.

Durante la fase de evaluación de la dieta ofrecida por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito a los psitácidos, se encontró que la cantidad de alimento entregada a los animales supera en exceso la cantidad que se les debería ofrecer de acuerdo a su peso.

En el caso de los *Brotogeris* sp. se encontró un exceso de alimento 4 veces mayor a la cantidad necesaria para las seis aves. Las dos *Aratinga weddellii* recibían 6 veces más comida, mientras que las *Aratinga* y *Pionus* sp. recibían el doble de alimento. Las guacamayas y las 14 aves que se encontraban en el área Octogonal de la cuarentena, a

pesar de que no se les formuló las dietas, recibían aproximadamente la cantidad necesaria de alimento.

Estos hallazgos están representados en el Gráfico 1, en el cual se encuentra que la cantidad de alimento ofrecida por el zoológico no es homogénea. Unos días se ofrece más volumen de comida y en otros días menos. Esto está asociado a que no se maneja una dieta formulada para estos animales de acuerdo a sus necesidades y peso corporal, en lugar de esto, los zoo cuidadores reparten la ración diaria de comida en base a su criterio personal, dependiendo también del zoo cuidador en turno y de acuerdo a la cantidad de ingredientes enviada desde el almacén de alimentos.

En el caso de la dieta Experimental, se observa homogeneidad en la cantidad de alimento durante los 15 días de estudio, Gráfico 1. Esto es debido a que la cantidad de gramos de alimento a ofrecer se determinó en base a los requerimientos de cada individuo, usando el software *Zootrition*<sup>TM</sup>. La cantidad de alimento en base húmeda para cada especie de psitácido se resume en la Tabla 3.

Adicional a la formulación, la preparación de las dietas se realizó con total precisión, utilizando la cantidad exacta de cada ingrediente.

Al evaluar la cantidad de residuos que dejan las aves, se encontró que los de la dieta ofrecida por el zoológico difieren de los residuos de la dieta experimental, siendo mayor el desperdicio en los primeros (Tabla 5). Esto se debe a que la cantidad de alimento ofrecida por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito es alta en relación a lo que las aves requieren, como se indicó anteriormente en el gráfico 1.

También se encontró que la cantidad de residuos dejados de la dieta Experimental presenta una variabilidad relativamente menor con respecto a su media, que los residuos de

la dieta del Zoológico, Tabla 5. Esto puede estar asociado a que la dieta Experimental se elaboró con la cantidad exacta de ingredientes durante los 15 días de estudio, mientras que la dieta del Zoológico no presentaba una formulación previa y era elaborada con cantidades irregulares de ingredientes.

Los datos tomados del grupo octogonal durante la exposición a la dieta Experimental presentan una variabilidad mayor con respecto a su media, respecto a los residuos de la dieta del Zoológico. Esto puede deberse posiblemente a un error durante el muestreo.

A pesar de que no estaba dentro de los objetivos del estudio, se comparó los niveles de nutrientes de las dietas obtenidos a partir del software *Zootrition*<sup>TM</sup> con el análisis químico de las muestras en el Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Tabla 6, y se encontró que no hay una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los valores de proteína, grasa, calcio, fósforo y energía.

En el caso de la fibra encontramos que a pesar de no haber diferencia significativa, los valores entregados por el INIAP son mayores a los del *Zootrition*<sup>TM</sup>. Esto podría deberse a cuestiones relacionadas con el laboratorio, por lo que un nuevo estudio de este analito en otro laboratorio sería de utilidad para confirmar los niveles de fibra en las dietas.

A pesar de las variaciones en los niveles de nutrientes, el software es una herramienta útil para la formulación de dietas. Sobre esto Fraser, 2001 menciona en *Practical applications of Zootrition and changing hoofstock diets* sobre la utilidad del *Zootrition*<sup>TM</sup> para la evaluación de la calidad nutricional y la formulación de dietas para animales silvestres en cautiverio.

Se determinó que las concentraciones de calcio, grasa, fibra, proteína, energía y fósforo consumidas por los psitácidos a partir de la dieta ofrecida por el Zoológico fueron más bajas que las concentraciones de la dieta Experimental. Esto se debe a que las dietas ofrecidas por el Departamento de Nutrición no son formuladas previamente.

Las dietas a base de frutas son deficientes en calcio y otros minerales (Sthal & Kronfeld, 1998). Esto se puede observar en la dietas ofrecidas por el Departamento de Nutrición del Zoológico, Gráfico 3, en las cuales los niveles están por debajo de los requerimientos, (Tabla 1).

La deficiencia de calcio se produce si los niveles en la dieta son bajos. Los signos clínicos de la deficiencia de calcio incluyen fracturas patológicas, flexión de los huesos largos, deformidades esqueléticas y retención de huevos (Sánchez & Tully, 2010).

Los niveles plasmáticos de calcio pueden permanecer normales hasta la última etapa de la enfermedad debido a la reabsorción de calcio de los huesos. El tratamiento se inicia con gluconato de calcio (10%) a dosis de 50-100 mg/kg EV, IO o IM, si el animal se presenta con convulsiones. La vitamina D<sub>3</sub> (3300 IU/kg IM cada 7 días) y el glubionato cálcico 10mg/kg PO (cada 12 horas) deben ser seguidos por una dieta equilibrada (Sánchez & Tully, 2010).

Con respecto a los porcentajes de grasa, se encontró que de igual manera son bajos en la dieta ofrecida por el Zoológico. Esta baja concentración de grasa en la dieta puede estar asociada a la falta de inclusión de semillas. En el estudio realizado por Gilardi y Toft en 2012, se encontró que la fuente tanto de proteína como de grasa para 17 especies de psitácidos estudiados en vida libre, provenía de las semillas (Gilardi & Toft, 2012).

La inclusión de semillas en la dieta, en la proporción adecuada, es importante porque son fuente de grasa, la cual mejora la absorción de retinol en el intestino, al facilitar el paso de este precursor a través de los enterocitos (D'Ambrosio, Clugston, & Blaner, 2011)

Al formular la dieta Experimental, las referencias indicaban una concentración mínima del 5% de grasa para cumplir los requerimientos de los psitácidos con baja actividad. El estudio realizado por Werquin, (2005) indica que dietas con porcentajes de grasa menores al 7% son adecuadas para los cautivos que presenten obesidad. Sin embargo, se debe considerar que la energía y los niveles de grasa bajos pueden ser insuficientes para aves en programas de reproducción (Werquin, De Cock, & Ghysels, 2005).

Con respecto a los niveles de fibra encontramos que estos son bajos en la dieta del zoológico a diferencia de la dieta experimental. A pesar de no se han encontrado beneficios en la presencia de fibra dietética en la alimentación de psitácidos, las recomendaciones indican la necesidad de incluirla en la dieta en niveles apropiados, ya que un exceso de fibra puede llegar a afectar la digestibilidad de los nutrientes de la dieta (Harper & Skinner, 1998).

Los porcentajes de proteína consumidos por los psitácidos en este estudio a partir de la dieta del Zoológico se encuentran considerablemente debajo del requerimiento mínimo para estas aves. Siendo el 15% la cantidad para cubrir las necesidades de proteína en psitácidos, encontramos que con la dieta tradicional del Zoológico las aves no consumían más del 5% en el mejor de los casos, ver Gráfico 6. Esto está asociado a la baja inclusión del alimento balanceado para aves en la dieta, junto con la forma de presentación de dicho ingrediente.

Al espolvorear el balanceado sobre las bandejas de comida, las aves no lo consumían en su totalidad como se espera. Dado el bajo contenido de proteínas de los frutos, muy pocas especies de aves pueden subsistir con una dieta exclusivamente de frutas (Pryor, Levey, & Dierenfeld, 2001).

Debido a la baja proporción de proteína digerible y la falta de aminoácidos esenciales en las frutas, la capacidad de discriminación de alimentos en las aves en vida libre, es aparentemente una estrategia para complementar su dieta mediante el consumo de semillas, insectos y otros alimentos (Schaefer, Schmidt, & Bairlein, 2003). Por esta razón es necesaria la inclusión de semillas y balanceado en las cantidades correctas dentro de la dieta, así como también la forma en la que se presenta el alimento.

Los resultados obtenidos del consumo de proteína con la dieta Experimental fueron satisfactorios, superando 3 veces la cantidad consumida de este nutriente con la dieta del Zoológico, Gráfico 6. Esto está asociado a la cantidad de alimento balanceado que se incluyó dentro de la formulación, así como también a la presentación de la dieta. La nueva forma de presentar el alimento permitió ofrecer todos los ingredientes de manera homogénea facilitando la ingesta del balanceado y evitando así la selección por parte de las aves.

Cabe resaltar la importancia de la correcta inclusión de los ingredientes en la dieta en base a su previa formulación. La proteína es un nutriente esencial para las aves, cumpliendo un papel importante en la reproducción así como también en la muda. Mientras que un exceso en los niveles de proteína en la dieta puede provocar daño renal y gota en psitácidos (McDonald D., 2006).

Al ofrecer una nueva dieta con niveles más altos de proteína, aumentan la demanda de agua en el cuerpo para poder excretar el exceso de nitrógeno (Harper & Skinner, 1998)

por este motivo se introdujo en cada encierro un recipiente con agua durante la exposición a la dieta Experimental.

La energía consumida por las *Brotogeris* sp., *Aratinga* sp. y las aves del octogonal a partir de la dieta ofrecida por el Zoológico de Quito es mayor a sus requerimientos, Gráfico 7. Las aves sobrealimentadas consumen no solo la cantidad de alimento necesaria para cubrir sus necesidades energéticas, sino también un exceso de calorías, el cual sobrepasa el gasto diario de energía (McDonald D., 2006). Esto asociado a la baja actividad física predispone a un acumulo de grasa en el cuerpo presentándose obesidad en los individuos (Rees, 2011).

Para la dieta Experimental, se encontró un consumo menor de energía con respecto a las necesidades de las aves, Gráfico 7. Esto puede estar asociado a que las aves no consumieron todo el alimento ofrecido, más no a una densidad energética baja en la dieta, ya que se formuló con la cantidad necesaria de energía para cada ave. Sin embargo, hay que considerar que los déficits de energía se pueden corregir incrementando la densidad energética de la dieta, al reducir el contenido de fibra y aumentando el de carbohidratos y grasas (Sthal & Kronfeld, 1998).

Por último el consumo de fósforo con la dieta del Zoológico no cumple con los niveles recomendados en la literatura, que indican una concentración del 0.8%. De igual manera que con el resto de nutrientes evaluados en este estudio, al no realizar una formulación previa se ha descuidado la cantidad de fósforo necesaria para las aves, Gráfico 8, y esto es importante ya que los niveles de calcio pueden verse afectados si los de fósforo son superiores (McDonald D., 2006).

En los resultados de la dieta Experimental se encontró que los niveles de fósforo consumidos son mayores que los de la dieta del Zoológico, pero aun así no cubren las necesidades diarias requeridas, Gráfico 8.

Una vez comparados todos los analitos, se encontró que las dietas del Zoológico muestran una diferencia estadísticamente significativa con la dieta Experimental con respecto a los niveles de nutrientes presentes en cada una ( $P < 0.05$ ).

A pesar de la formulación, los resultados obtenidos con la dieta Experimental indican que los animales no consumieron los niveles de nutrientes necesarios para cubrir sus requerimientos nutricionales. Sin embargo, estos se mantienen por sobre los resultados de la dieta ofrecida por el Departamento de Nutrición del Zoológico de Quito.

Por el contrario, la dieta experimental sí ofreció la concentración de nutrientes necesaria para psitácidos, sin embargo las aves no consumieron todo el alimento entregado, como se puede ver en los residuos dejados por los animales, Gráfico 2. Esto puede estar asociado al tiempo de exposición a la dieta. Como indica la literatura, estas aves forrajea alrededor de 4 horas (Matuzak , Bezy , & Brightsmith , 2008) y durante el estudio la exposición al alimento fue durante 3 horas, debido a cuestiones administrativas y manejo en el zoológico.

También hay que considerar que los cambios de dieta en psitácidos, en algunas ocasiones, resultan en una baja del consumo de alimento (Harcourt-Brown & Chitty, 2005). Esta pudo haber influenciado a que las aves no consuman todo el alimento ofrecido. Los cambios de alimento deben realizarse de forma gradual, pudiendo llegar a tomar varios días o semanas.



Es importante ofrecer a estos animales dietas equilibradas, en las que se incluya además de frutas, un porcentaje de verduras, semillas y balanceado para aves. En cautiverio es común encontrar loros alimentados con dietas a base solamente de frutas obviando el hecho de que a pesar de ser considerados frugívoros, la mayoría de psitácidos se alimentan también de semillas (Gilardi & Toft, 2012).

Estudios de psitácidos en vida libre indican la existencia de la capacidad que presentan estas aves para discriminar diferencias en la concentración de nutrientes, permitiéndoles elegir entre frutos de diferentes plantas (Schaefer , Schmidt , & Bairlein , 2003). Mientras que en cautiverio, estas aves no expresan dicha capacidad para seleccionar los ingredientes de las dietas, mostrando una notable preferencia por alimentos con alto contenido energético (McDonald D. , 2006).

Además al tener una mayor actividad de forrajeo, los individuos en vida libre tienden a escoger entre una mayor gama de ingredientes, por lo tanto tendrán una mayor ingesta de nutrientes a diferencia de las aves en cautiverio, las cuales tienden a seleccionar una menor cantidad de ingredientes (Schaefer, Spitzer, & Bairlein, 2008; Meehan, Millam, & Mench, 2003).

Los resultados del estudio permiten apreciar que la dieta experimental disminuyó la selección de los ingredientes y facilitó su ingesta, como en el caso del balanceado. Los psitácidos en cautiverio se caracterizan por elegir qué comer en base a preferencias individuales por un determinado alimento, sin importar su valor nutricional (Moore, Marsh, Wallis, & Foley, 2005). Por lo que al disminuir esta selección, se aseguró una mayor ingesta de los nutrientes.

De acuerdo con el estudio realizado por Cavalieri *et al*, en 2006 indica que en dietas donde las aves pueden escoger los ingredientes libremente, hay una variación

significante en la selección de dichos ingredientes, y como consecuencia, las dietas son nutricionalmente heterogéneas y no balanceadas (Cavaliere, Barbanti, Mendes, & Domingues, 2006).

El manejo nutricional de especies en cautiverio depende también de la forma en que se presenta la dieta formulada. Se debe tener en cuenta las propiedades visuales y textura del alimento, las cuales influyen en la selección de los alimentos (Mason & Clark, 1999). Además se debe considerar el número de comederos en los que se entregará la dieta. Al ofrecer la dieta experimental en platos individuales permitió la ingesta de la cantidad de alimento necesaria para cada individuo.

Durante la evaluación de la forma en que se alimenta al grupo de psitácidos con los que se realizó este estudio en el Zoológico de Quito se encontró que no se tiene en cuenta el número de animales por comederos. La sobrepoblación aumenta la agresividad en especial hacia los individuos de menor rango social durante la alimentación (Noriega & Lozano, 2008). Esto se observó durante con la forma de ofrecer la dieta tradicional del Zoológico. Un ejemplo es el de los cuatro guacamayos, los cuales recibían alimento en 2 bandejas.

Esta práctica se realizaba sin considerar que los loros con mayor rango jerárquico tienen un mayor acceso al alimento (Sebiert, 2006). Por esta razón, durante la dieta Experimental, se debió separar a las aves más dominantes del grupo en el octogonal, para evitar peleas y asegurar que todas las aves tengan acceso al alimento.

Al ofrecer la dieta experimental en platos individuales no solo se promovió la ingesta de la cantidad de alimento necesaria para cada individuo, sino que también influyó en el comportamiento de los animales cambiando su convivencia de forma

positiva.. Esto fue un hallazgo que no estaba dentro de los objetivos iniciales de este estudio.

Los registros del peso de las aves al inicio y final del estudio indican que algunas aves bajaron de peso. A pesar de que se mantuvieron dentro de los rangos promedio de peso para cada especie, es importante considerar que durante los periodos de transición a una nueva dieta, se debe monitorear a las aves, para evitar una pérdida de peso abrupta. La disminución en el número de excretas es señal de que el ave no está aceptando la nueva dieta. Diarrea o poliuria pueden presentarse durante el cambio de dieta (Sthal & Kronfeld, 1998).

Con la dieta experimental se observó un cambio en la coloración de las heces, lo cual es normal debido a la presencia de la remolacha en la dieta. Bayas, vegetales de color amarillo y la remolacha producen cambios normales en la coloración de las heces y uratos (Sthal & Kronfeld, 1998).

## CONCLUSIONES

Al evaluar el volumen, los niveles de desperdicio y la composición nutricional del alimento ofrecido por el Departamento de nutrición del Zoológico de Quito, se concluye que a pesar de que la experiencia no documentada cumple un papel importante en el cuidado de los animales de zoológico, la información, resultado de investigaciones objetivas y sistemáticas, representa un elemento crucial para el desarrollo de programas de alimentación de animales silvestres en cautiverio. El uso inapropiado dietas no formuladas pueden llegar a causar trastornos en la salud de los psitácidos, pudiendo provocar un desequilibrio nutricional.

La dieta experimental formulada en este estudio resultó ser nutricionalmente adecuada para psitácidos, a pesar de que las aves no consumieron todo el alimento debido al factor tiempo. Para la formulación de una dieta específica para estas aves en cautiverio, es importante conocer previamente la dieta en vida libre de estos animales. Así como también su anatomía y fisiología gastrointestinal, en combinación con los requerimientos nutricionales obtenidos en esa especie en estudios anteriores.

El uso de la dieta alternativa propuesta en este estudio puede ofrecer varios beneficios vinculados a este tipo de alimentación a diferencia de dietas sin una previa formulación. Como por ejemplo una provisión adecuada de vitaminas, minerales y oligoelementos.

Se concluye también que a pesar de que la dieta ofrecida puede ser nutricionalmente la adecuada, el animal puede escoger consumir uno o dos ingredientes de la ración los cuales no ofrecen un aporte nutricional balanceado. Por esta razón, el nuevo modo de ofrecer el alimento en este estudio cumplió con el objetivo de evitar la selección por parte de las aves y así disminuir los niveles de desperdicios.

El uso de un software para la formulación de dietas para animales en cautiverio es una herramienta para el nutricionista o veterinario para diseñar dietas específicas para cada especie. A pesar de que estos programas no proporcionen respuestas exactas, son útiles para realizar una aproximación a dietas equilibradas.

La nutrición a nivel de zoológicos implica un trabajo conjunto entre veterinarios, biólogos y especialistas en nutrición, con el fin de formular la dieta adecuada para cada especie.

Finalmente se concluye que para evitar deficiencias, toxicidades o desequilibrios en los psitácidos del Zoológico de Quito en Guayllabamba, se debe proporcionar una dieta nutricionalmente adecuada en base a las necesidades de las aves, y así garantizar su salud y bienestar.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario fomentar en el Zoológico la formulación de las dietas en base a los requerimientos nutricionales para los psitácidos en cuarentena.
2. Se recomienda estimular al personal encargado a que prepare la dieta con la cantidad de ingredientes precisa, de acuerdo con lo establecido en la formulación.
3. Se debe concientizar al personal encargado y zoo cuidadores sobre la importancia del sistema de alimentación en la nutrición de las aves. A pesar de que implica invertir más tiempo en el lavado de los recipientes, se recomienda ofrecer la dieta en un plato para cada individuo.
4. Se recomienda continuar con la implementación de la dieta y el sistema de alimentación propuestos en este estudio para las loras en cuarentena del Zoológico.
5. Se recomienda que el Zoológico asigne un presupuesto para realizar un análisis químico de las muestras de alimento de manera que se pueda conocer la composición real de las dietas ofrecidas a los psitácidos.
6. Además se recomienda realizar futuras investigaciones que confirmen la pertinencia de propuestas como la realizada en este estudio, así como también realizar una valoración de la consistencia del alimento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baldwin, K., Bartges, J., Buffington, T., Freeman, L., Grabow, M., Legred, J., & Ostwald, J. D. (2010). AAHA Guías para la Evaluación Nutricional de Perros y Gatos. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 46, 285-297.
- Barboza, P. S., & Parker, K. L. (2009). *Integrative wildlife nutrition*. Berlín: Springer.
- Canaday, C., & Jost, L. (1999). *Aves comunes de la amazonia. 50 especies fáciles de observar (con referencia a la Reserva Cuyabeno, Ecuador)* (Vol. 8). Quito: Parques Nacionales y Conservación Ambiental y CECIA (Fundación Ornitológica del Ecuador).
- Cavaliere, A., Barbanti, J. M., Mendes, D., & Domingues, L. (2006). Food Selection and Digestibility in Yellow-Headed Conure (*Aratinga jandaya*) and Golden-Caped Conure (*Aratinga auricapilla*) in Captivity. *The Journal of Nutrition*, 136, 2014S–2016S.
- Cheeke, P. R., & Dierenfeld, E. S. (2010). *Comparative animal nutrition and metabolism*. Oxfordshire: Cabi.
- Coles, B. (2005). Species and natural history. En N. Harcourt-Brown, & J. Chitty, *BSAVA Manual of psittacines birds* (págs. 1-6). England: British Small Animal Veterinary Association.
- Cornejo, J., Dierenfeld, E. S., Bailey, C. A., & Brightsmith, D. J. (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*, 1-9.
- Crissey, S.D. (2001). The history of zoo nutrition. Application of existing domestic animal condition scoring systems for captive (zoo) animals. *Fourth NAG Conference Publications Zoological Society of San Diego* (págs. 45-50). Lake Buena Vista: AZA Nutrition Advisory Group.
- D'Ambrosio, D., Clugston, R. B., & Blaner, W. S. (2011). Vitamin A Metabolism: An Update. *Nutrients*, 3, 63-103.
- Denbow, M. D. (1999). Chapter 12. Gastrointestinal anatomy and physiology. En C. G. Whittow (Ed.), *Sturkley's Avian Physiology* (págs. 299-321). Academic Press.

- Dierenfeld, E. S., & Graffam, W. S. (1996). *Manual de nutrición y dietas para animales silvestres en cuativerio (Ejemplos para animales de América Latina)*. Nueva York: Animal Welfare Information Center.
- Doneley, B. (2010). *Avian medicine and surgery in practice. Companion and aviary birds*. Londres: Manson Publishing.
- Dulzaines, T., Ceperto, O., & Lazo, L. (2010). Propuesta de una metodología para la evaluación de la bioseguridad en zoológicos tradicionales. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 11,1-9.
- Engebretson, M. (2006). The welfare and suitability of parrots as companion animals: a review. *Animal Welfare*, 15, 263-276.
- Forshaw, J. M. (2010). *Parrots of the World. Princeton Field Guides*. New Jersey: Princeton University Press.
- Fraser, K. (2001). Practical applications of Zoo nutrition and changing hoofstock diets. *Second European Zoo Nutrition Conference* (págs. 16-20). Southampton: Sparsholt College.
- Freile, J. F., Salas, J. A., Solano-Ugalde, A., & Navarrete, R. (2012). *Brotogeris versicolorus* (Statius Müller, 1776) (Aves: Psittacidae): Introduced established population in Ecuador. *Check List*, 8, 572-574.
- Fulton, S. (2005). *Husbandry Manual for Blue and Gold Macaw Ara ararauna*. Sydney: Richmond College.
- Gilardi, J. D., & Toft, C. A. (2012). Parrots Eat Nutritious Foods despite Toxins. *PlosOne*, 7, 1-8.
- Graham, J., Wright, T. F., Dooling, R. J., & Korbel, R. (2006). Sensory capacity of parrots. En A. U. Luescher (Ed.), *Manual of parrot behavior* (págs. 33-41). Ames: Blackwell Publishing.
- Greenacre, C. B. (2003). Chapter Two. The avian patient. En B. Ballard, & R. Cheek, *Exotic Animal Medicine for the Veterinarian Technician* (págs. 5-29). Iowa: Blackwell Publishing.
- Guevara, E., Santander, T., Guevara, J. E., Gualotuña, R., & Ortiz, V. (2010). Birds, Lower Sangay National Park, Morona-Santiago, Ecuador. *Check List*, 6, 319-325.



- Harcourt-Brown, N., & Chitty, J. (2005). *BSAVA Manual of psittacines birds*. Londres : British Small Animal Veterinary Association.
- Harper, J. E., & Skinner, N. D. (1998). Clinical nutrition of small psittacines and passerines. *Seminars in Avian Medicine and Exotic Pet Medicine*, 7, 116-127.
- Harrison, C., & Greensmith, A. (2000). *Birds of the World*. New York: Dorling Kindersley.
- Jiménez, G. (2008). Nutrición en el manejo de psitácidas y primates neotropicales. *Memorias de la conferencia interna en medicina y aprovechamiento de fauna silvestre, exótica y no convencional* (págs. 75-81). Bogotá: Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre.
- Jiménez, J. (2008). Avian clinical nutrition. *Proceeding of the Southern European Veterinary Conference* (págs. 1-5). Barcelona: SEVC.
- Juniper, T., & Parr, M. (2010). *Parrots. A guide to parrots of the world*. Yale University Press.
- Kalmar, I. (18 de 02 de 2011). *Features of psittacine birds in captivity: focus on diet selection and digestive characteristics*. Recuperado el 26 de Marzo de 2013, de Ghent University Academic Bibliography. Publications.: <https://biblio.ugent.be/record/1919305>
- Kalmar, I. D., Janssens, G., & Moons, C. (2010). Guidelines and Ethical Considerations for Housing and Management of Psittacine Birds Used in Research. *ILAR Journal*, 51, 409-423.
- Kardong, K. V. (2008). *Vertebrates. Comparative anatomy, function, evolution*. United States: McGraw-Hill.
- Karubian, J., Fabara, J., Yunes, D., Jorgenson, J. P., Romo, D., & Smith, T. (2005). Temporal and spatial patterns of macaw abundance in the ecuadorian amazon. *The Condor*, 107, 617-626.
- Kawata, K. (2008). Zoo Animal Feeding: A Natural History Viewpoint. *Der Zoologische Garten*, 78, 17-42.
- Kirkwood, J. K. (1999). Energy requirements for maintenance and growth of wild mammals, birds and reptiles in captivity. *Journal of Nutrition*, 121, s29-s34.

- Klasing, K. C. (1999). Avian gastrointestinal anatomy and physiology. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 8, 42-50.
- Koutsos, E. A., Matson, K. D., & Klasing, K. C. (2001). Nutrition of Birds in the Order Psittaciformes: A Review. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 15, 257–275.
- Levine, B. S. (2003). Common disorders of amazons, australian parakeets, and african grey parrots. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 125-130.
- Mason, R. J., & Clark, L. (1999). Chapter 3. The Chemical Senses in Birds. En C. G. Whittow (Ed.), *Sturkle's Avian Physiology* (págs. 46-56). Academic Press.
- Matson, K. D., & Koutsos, E. (2006). Captive parrot nutrition: Interactions with anatomy, physiology and behavior. En A. U. Luescher (Ed.), *Manual of parrot behavior* (págs. 49-58). Ames: Blackwell Publishing.
- Matuzak , G. D., Bezy , B., & Brightsmith , D. J. (2008). Foraging ecology of parrots in a modified landscape: seasonal trends and introduced species. *The Wilson Journal of Ornithology*, 120, 353–365.
- McCullouch, F. S., Northrop-Clewes, C. A., & Thurnham, D. L. (1999). The effect of vitamin A on epithelial integrity. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 289-293.
- McDonald, D. (2006). Sección I: Nutrition and Dietary Supplementation. En G. J. Harrison , & T. L. Lightfoot , *Clinical Avian Medicine*. Palm Beach: Spix Publishing.
- McDonald, P., Edwards, J. F., & Morgan, C. A. (1999). *Nutrición Animal* (Quinta ed.). Acribia.
- Meehan, C. L., Millam, J. R., & Mench, J. A. (2003). Foraging opportunity and increased physical complexity both prevent and reduce psychogenic feather picking by young Amazon parrots. *Applied Animal Behaviour Science*, 80, 71–85.
- Merle, M. (2010). Tabla de referencia del peso corporal relacionado con el sexo de las especies de aves seleccionadas. Apéndice 1. En J. Samour, *Medicina Aviaria* (págs. 411-419). Elsevier Mosby.
- Moore, B., Marsh, K. J., Wallis, I. R., & Foley, W. J. (2005). Taught by animals: how understanding diet selection leads to better zoo diets. *Int. Zoo Yb.*, 39, 43-61.

- Noriega, M. A., & Lozano, I. (2008). Evaluación de un programa de nutrición para las especies *Amazona amazónica* (lora alianaranjada) y *Amazona ochrocephala* (lora real), en la Fundación Zoológico Santacruz, con énfasis en el comportamiento de los animales en exhibición. *Revista Ciencia Animal*, 99-109.
- O'Malley, B. (2005). Avian anatomy and physiology. En B. O'Malley (Ed.), *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species. Structure and function of mammals, birds, reptiles, and amphibians* (págs. 97-161). Elsevier Saunders.
- Paradise, P. R. (2000). *Los loros amazónicos. Especies, alojamiento, cuidados, adiestramiento, cría, enfermedades*. Barcelona, España: Hispano Europea S.A.
- Pierre-Yves, H. (2005). New distributional records of birds from Andean and western Ecuador. *Cotinga*, 23, 27-32.
- Pryor, G. S., Levey, D. J., & Dierenfeld, E. S. (2001). Protein requirements of a specialized frugivore Pesquet's parrot (*Psittrichas fulgidus*). *The Auk*, 118, 1080-1088.
- Racheli, L., & Racheli, T. (2003). Historical relationships of Amazonian areas of endemism based on raw distributions of parrots (Psittacidae). *Tropical Zoology*, 16, 33-46.
- Ragusa-Netto, J. (2008). Yellow-chevroned Parakeet (*Brotogeris chiriri*) abundance and canopy foraging at a dry forest in Western Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 43, 99-105.
- Rees, P. A. (2011). *An Introduction to Zoo Biology and Management*. Reino Unido: Wiley-Blackwell.
- Ribas, C. C., Miyaki, C. Y., & Cracraf, J. (2009). Phylogenetic relationships, diversification and biogeography in Neotropical *Brotogeris* parakeets. *Journal of Biogeography*, 36, 1712-1729.
- Ridgely, R. S., & Greenfield, P. J. (2007). *Aves del Ecuador*. Fundación Jocotoco.
- Ritchie, B. W., Harrison, G. J., & Harrison, L. R. (1994). *Avian Medicine: Principles and Application*. Florida: Wingers Publishing.
- Robaldo, N. M. (2004). Management and conservation of the large macaws in the wild. *Ornitología Neotropical*, 15, 279-283.

- Rodríguez, J. V., Rojas, F., Arzuza, D., & González, A. (Edits.). (2005). *Loros, pericos y guacamayas neotropicales*. Bogota: Conservación Internacional.
- Sánchez, D., & Tully, T. N. (2010). Medicina Aviar. Psitácidos: práctica clínica básica y enfermedades no infecciosas. En R. F. Aguilar, S. M. Hernández, J. J. Divers, & D. Perpiñán, *Atlas de Medicina de Animales Exóticos* (págs. 233-306). Buenos Aires: Inter-Médica.
- Schaefer, H. M., Schmidt, V., & Bairlein, F. (2003). Discrimination abilities for nutrients: which difference matters for choosy birds and why? *Animal Behaviour*, 65, 531-541.
- Schaefer, M. H., Spitzer, K., & Bairlein, F. (2008). Long-term effects of previous experience determine nutrient discrimination abilities in birds. *Frontiers in Zoology*, 5, 4.
- Sebiert, L. M. (2006). Social behavior of psittacine birds. En A. U. Luescher (Ed.), *Manual of parrot behavior* (págs. 43-48). Ames: Blackwell Publishing.
- Shade, R. (2004). *The Practical Pionus: Pet Pionus Parrots*. Gladwyne: Mindo Press LLC.
- Soto, C. J., & Bert, E. (2010). Valoración de las afectaciones hepáticas en aves ornamentales. *Revista electrónica de Veterinaria*, 11, 1-16.
- Soto, C. J., & Bert, E. (2011). Principios en la alimentación de psitacidas (Principles of psittacine birds nutrition). *REDVET*, 1-38.
- Stahl, S., & Kronfeld, D. (1998). Veterinary Nutrition of Large Psittacines. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 7, 128-134.
- Tully, T. N., Dorrestein, G. M., & Jones, A. k. (Edits.). (2009). *Handbook of avian medicine* (Segunda ed.). Londres: Saunders, Elsevier.
- Váldez, V. V. (2008). Prácticas de manejo en la conservación Ex Situ y su relación con la sostenibilidad ambiental. *Tecnología en Marcha*, 21, 152-160.
- Vaughan, C., Bremer, M., & Dear, F. (2009). Scarlet Macaw (*Ara macao*) (Psitaciformes: Psittacidae) Parental Nest Visitation in Costa Rica: Implications for Research and Conservation. *Revista de Biología Tropical*, 57, 395-400.

Verhoef-Verhallen, E. J. (2004). *La enciclopedia de los pájaros domésticos*. Libsa.

Werquin, G., De Cock, K., & Ghysels, P. (2005). Comparison of the nutrient analysis and caloric density of 30 commercial seed mixtures (in toto and dehulled) with 27 commercial diets for parrots. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 215-221.

Weston, M. K., & Memon, M. A. (2009). The ilegal parrot trade in Latin America. *Bird Populations*, 9, 76-83.

Wildon, A., & Kleyn, R. (2012). *SPEEDFEED Animal Nutrition and Feeding Excellence*. Recuperado el 22 de Marzo de 2013, de [http://www.spesfeed.co.za/The\\_Nutritionists\\_Role\\_in\\_the\\_Management\\_and\\_Care.pdf](http://www.spesfeed.co.za/The_Nutritionists_Role_in_the_Management_and_Care.pdf)

## ANEXOS

**Anexo 1.** Grupo de psitácidos del Zoológico de Quito en Guayllabamba. **A)** *Brotogeris phyrropterus*. **B)** *Brotogeris cyanoptera*. **C)** *Brotogeris versicolorus*. **D)** *Aratinga erythrogastrus*. **E)** *Aratinga weddellii*. **F)** *Pionus menstruus*. **G)** *Pionus chalcopterus*. **H)** *Pionus sordidus*. **I)** *Amazona autumnalis*. **J)** *Amazona amazonica*. **K)** *Amazona farinosa*. **L)** *Ara ararauna*. **M)** *Ara macao*. **N)** *Ara chloroptera*. Recalde, A (2013).



**Anexo 2.** Registro del peso (gramos) de las aves al inicio del estudio (abril 2013) y a final del estudio (julio 2013) comparado con el peso de referencia para cada especie

Especie	Peso referencia	Peso inicial	Peso final
<i>Brotogeris pyrrhopterus</i>		0.083	0.078
<i>Brotogeris cyanoptera</i>		0.082	0.077
<i>Brotogeris versicolorus</i>	0.067	0.082	0.081
<i>Brotogeris versicolorus</i>		0.080	0.079
<i>Brotogeris versicolorus</i>		0.083	0.081
<i>Brotogeris versicolorus</i>		0.082	0.080
<i>Aratinga weddellii</i>	0.092	0.125	0.112
<i>Aratinga weddellii</i>		0.123	0.112
<i>Pionus sordidus</i>	0.220	0.210	0.224
<i>Pionus sordidus</i>		0.210	0.222
<i>Pionus chalcopterus</i>		0.235	0.218
<i>Pionus chalcopterus</i>		0.230	0.213
<i>Pionus chalcopterus</i>	0.210	0.225	0.209
<i>Pionus chalcopterus</i>		0.250	0.229
<i>Pionus chalcopterus</i>		0.238	0.220
<i>Aratinga erythrogeus</i>		0.180	0.191
<i>Aratinga erythrogeus</i>		0.180	0.194
<i>Aratinga erythrogeus</i>	0.190	0.178	0.200
<i>Aratinga erythrogeus</i>		0.185	0.191
<i>Aratinga erythrogeus</i>		0.190	0.200
<i>Aratinga erythrogeus</i>		0.180	0.213
<i>Ara ararauna</i>	1.147	1.010	1.100
<i>Ara macao</i>	1.004	1.300	1.250
<i>Ara chloroptera</i>	1.238	1.120	1.220
<i>Ara chloroptera</i>		1.150	1.200
<i>Pionus menstruus</i>		0.280	0.253
<i>Pionus menstruus</i>		0.260	0.239
<i>Pionus menstruus</i>	0.210	0.280	0.235
<i>Pionus menstruus</i>		0.289	0.218
<i>Pionus menstruus</i>		0.280	0.261
<i>Amazona autumnalis</i>		0.360	0.356
<i>Amazona autumnalis</i>	0.351	0.430	0.410
<i>Amazona autumnalis</i>		0.410	0.380
<i>Amazona amazonica</i>		0.470	0.455
<i>Amazona amazonica</i>	0.337	0.520	0.483
<i>Amazona amazonica</i>		0.440	0.425
<i>Amazona amazonica</i>		0.462	0.428
<i>Amazona farinosa</i>	0.798	0.920	0.812
<i>Amazona farinosa</i>		0.980	0.789

**Anexos 3.** Gramos diarios (promedio) de ingredientes utilizados para la preparación de las dietas 1, 2, y ofrecidas por el Zoológico de Quito para un grupo de psitácidos. Promedio obtenido durante 15 días de pesaje de cada ingrediente. Gramos diarios de ingredientes utilizados en la dieta Experimental formulada a partir de los requerimientos nutricionales de los psitácidos en cuarentena durante 15 días de estudio.

#### Dieta 1 Zoológico\*

ingredientes	manzana	banano	papaya	sandia	melón	zanahoria	choclo	granadilla	almendra	pasas	piña	huevo	Pecutrin®	Pediasue®	balanceado
gramos/día	59	719	335	491	113	159	479	60	8	13	60	50	13	9	202

#### Dieta 2 Zoológico\*\*

ingredientes	manzana	banano	papaya	sandia	yuca	zanahoria	choclo	granadilla	almendra	pasas	piña	huevo	nuez	Pecutrin®	Pediasue®	balanceado
gramos/día	21	266	122	198	91	72	204	16	1	2	15	20	25	4	2	33

#### Dieta 3 Zoológico\*\*\*

ingredientes	manzana	banano	papaya	sandia	lechuga	zanahoria	choclo	granadilla	almendra	pasas	piña	acelga	Pecutrin®	Pediasue®	balanceado
gramos/día	70	538	117	91	94	96	532	41	8	5	34	14	4	3	101

#### Dieta Experimental\*\*\*\*

ingredientes	manzana	banano	papaya	marañá	pimiento	zanahoria	arveja	renolacha	mani	grasol <sup>1</sup>	harina <sup>2</sup>	balanceado	Pecutrin®	Ca
gramos/día	259	301	301	259	347	428	428	428	89	89	144	1168	21	14

\*Dieta 1: ofrecida a las aves de los géneros *Brotogeris* sp., *Aratinga* sp. y *Pionus* sp.

\*\*Dieta 2: ofrecida a las aves del género *Ara* sp.

\*\*\*Dieta 3: ofrecida a las aves de los géneros *Amazona* sp., *Pionus* sp., y *Aratinga* sp.

\*\*\*\*Dieta experimental: ofrecida a los 39 psitácidos. La cantidad de gramos total ofrecida a cada individuo se determinó según los requerimientos energéticos de cada ave.

1. semillas: semillas de grasol.

2. harina: harina de maíz.



Anexo 4. Análisis químico proximal Dieta 1 Zoológico de Quito en Guayllabamba.


**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA  
 DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD  
**LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS**  
 Panamericana Sur Km. 1, Cutuguea Tifs. 2690691-3007134. Fax 3007134  
 Casilla postal 17-01-340

**INFORME DE ENSAYO No: 13-177**

**NOMBRE PETICIONARIO:** Srta. Alejandra Recalde  
**DIRECCION:** Francisco Cruz Miranda y Mañosca  
**FECHA DE EMISION:** 19 de junio del 2013  
**FECHA DE ANALISIS:** Del 04 al 19 de junio del 2013

**INSTITUCION:** Universidad San Francisco de Quito  
**ATENCION:** Srta. Alejandra Recalde  
**FECHA DE RECEPCION:** 31 de mayo del 2013  
**HORA DE RECEPCION:** 10h59  
**ANALISIS SOLICITADO:** Proximal, FDN, FDA, Macroelementos Vit. C, Energía Metabolizable

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS <sup>U</sup>	E.E. <sup>U</sup>	PROTEINA <sup>U</sup>	FIBRA <sup>U</sup>	E.L.N. <sup>U</sup>	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
13-1115	82.80	5.16	7.17	11.03	4.90	71.74	Dieta psitacidas1 cuarentena3
		<b>Ca<sup>U</sup></b>	<b>P<sup>U</sup></b>	<b>Mg<sup>U</sup></b>	<b>K<sup>U</sup></b>	<b>Na<sup>U</sup></b>	
		MO-LSAIA-03.01.01	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.03	MO-LSAIA-03.01.04	MO-LSAIA-03.01.05	
		U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	
		%	%	%	%	%	
		0.61	0.48	0.21	2.05	0.11	
		<b>FDN<sup>U</sup></b>	<b>FDA<sup>U</sup></b>	<b>ENERGIA M.<sup>U</sup></b>	<b>Vit.C<sup>U</sup></b>		
		MO-LSAIA-02.01	MO-LSAIA-02.02	MO-LSAIA-13	MO-LSAIA-10		
		U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	REFLECTOMÉTRICO		
		%	%	Mcal/Kg	%		
		11.54	6.47	2.78	8.86		

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.  
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

  
**Dr. Armando Rubio**  
**RESPONSABLE DE CALIDAD**

**LABORATORIO LSAIA**  
**I. N. I. A. S. C.**  
 I. N. I. A. S. C.  
 I. N. I. A. S. C.

  
**Dr. Iván Samaniego**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.  
 NOTA DE DESCARGO. La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

## Anexo 5. Análisis químico proximal Dieta 2 y Dieta 3 Zoológico de Quito en Guayllabamba, y Dieta Experimental.

MC-LSAIA-2201-03

**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA**  
**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD**  
**LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS**  
 Panamericana Sur Km. 1, Cutugagua Tifs. 2690691-3007134, Fax 3007134  
 Casilla postal 17-01-340

**LSAIA/DN/CI/EESC**

**INFORME DE ENSAYO No: 13-184**

**NOMBRE PETICIONARIO:** Srta. Alejandra Recalde  
**DIRECCION:** Francisco Cruz Miranda y Mañosa  
**FECHA DE EMISION:** 21 de junio del 2013  
**FECHA DE ANALISIS:** Del 05 al 20 de junio del 2013

**INSTITUCION:** Universidad San Francisco de Quito  
**ATENCIÓN:** Srta. Alejandra Recalde  
**FECHA DE RECEPCION.:** 04 de junio del 2013  
**HORA DE RECEPCION:** 10h15  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Proximal, Macroelementos, Vitamina C, Energía Metabolizable, FDN, FDA

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS <sup>U</sup>	E.E. <sup>U</sup>	PROTEINA <sup>U</sup>	FIBRA <sup>U</sup>	E.L.N. <sup>U</sup>	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
13-1137	63,20	6,56	5,33	18,67	7,07	62,36	Dieta psitiácidas experimental
13-1138	79,29	4,36	6,38	10,57	6,20	72,48	Dieta psitiácidas octogonal
13-1139	79,21	4,35	6,89	9,38	4,90	74,48	Dieta psitiácidas guacamayas
ANÁLISIS	Ca <sup>P</sup>	Mg <sup>P</sup>	P <sup>P</sup>	K <sup>P</sup>	Na <sup>P</sup>		
METODO	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.04	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.03	MO-LSAIA-03.01.03	
METODO REF.	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
13-1137	1,12	0,83	0,22	1,58	0,16	0,16	
13-1138	0,39	0,36	0,17	1,95	0,07	0,07	
13-1139	0,44	0,43	0,16	1,91	0,05	0,05	
ANÁLISIS	F.D.N. <sup>Q</sup>	VITAMINA C <sup>Q</sup>	ENERGÍA MET. <sup>Q</sup>				
METODO	MO-LSAIA-02.01	MO-LSAIA-02.01	MO-LSAIA-10	MO-LSAIA-13			
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1974			
UNIDAD	%	%	%	Mcal/kg			
13-1137	19,04	9,31	43,99	2,68			
13-1138	13,50	7,52	44,80	2,26			
13-1139	13,00	7,89	6,92	2,75			

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.  
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

**LABORATORIO LSAIA**  
**I.N.I.A.P.**  
 EST. EXP. SANTA CATALINA

**RESPONSABLE DE CALIDAD**

Dr. Armando Rubio

**RESPONSABLE TECNICO**

Dr. Msc. Iván Samaniego

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo  
 NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.