



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE DOS DOSIS DE MANANOOLIGOSACÁRIDOS (MOS) EN LA
ABSORCIÓN APARENTE DE ELEMENTOS MINERALES Y SU DEPOSICIÓN EN
PLUMAS DE INSEPARABLES, *AGAPORNIS ROSEICOLLIS*.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

FRIDA QUETZALI PINEDA ORTIZ

Asesores:

MVZ. MPA. DR.C. Carlos Gutiérrez Olvera

MVZ. MSc. René Rosiles Martínez

México, D.F.

2016

~ I ~



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

Toda meta siempre tiene obstáculos, con esfuerzo y perseverancia se alcanzan, y si estas rodeado de las personas que amas es más fácil desplegar el vuelo.

Es por eso te dedico en primer lugar a ti mami Alma Rosa Ortiz, gracias por tu esfuerzo, tu preocupación, la dedicación, constancia, comprensión, consejos y sobre todo tu amor, para mi formación como una persona con valores.

A mi padre Mario Pineda por su sabiduría, comprensión, sus consejos reflexivos; por ayudarme a mi crecimiento como profesionista y compartir el amor hacia la ciencia y el conocimiento.

También a Alma Nayeli mi hermana por su apoyo en mis estudios, expresar sus ingeniosidades, protegerme y escucharme.

La Dra. MVZ. Rosa María Vázquez siempre recordaré con agrado sus enseñanzas, por impulsarme el amor por mi carrera, a dar el máximo con los pacientes en la clínica. Gracias por compartir sus conocimientos, la amistad y confianza depositada.

Mi amiga Betsy por su eterna amistad sincera y apoyo incondicional. Mi amiga Belem por su compañía en el laboratorio, la confianza al compartir experiencias sobre la carrera profesional y hacerme reír.

Mis amigos con escamas Pepín y Anita, de cuatro patas chispita, Tomás, muñeca, gatita blanca y de dos patas paca, pacolín, cacatúa Carola, palomo, gracias por su compañía y cariño. Por su puesto a mis 8 pollitos consentidos mis Agapornis, me ayudaron aprender más de su especie, disfrute de su compañía y su comportamiento.

Todos los animales en las prácticas y servicio social que intervinieron en mi formación, gracias a ellos aprendí la teoría y puse en práctica los conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México máxima casa de estudios por otorgarme la oportunidad de estudiar en sus aulas y formarme como Médica Veterinaria Zootecnista.

Al Dr. Carlos Gutiérrez como tutor, por su apoyo en la realización de ésta tesis, por explicarme, aclarar mis dudas y tener la disposición para la revisión de mí trabajo.

Al Dr. René Rosiles como tutor por el tiempo dedicado para la realización de la tesis y revisión de la misma.

A la Dra. María Guadalupe Sánchez por ayudarme en el análisis estadístico y su aportación en la presente tesis.

A mí jurado MVZ. Gary García Espinosa, Q.A. Agueda García Pérez, MVZ. Félix Domingo Sánchez Godoy por las observaciones realizadas para la elaboración de la tesis.

CONTENIDO

	Página
Resumen	1
1. Introducción	3
1.1. Antecedentes prehispánicos de México: en cuanto a las aves	3
1.2. El <i>Agapornis roseicollis</i>	4
1.3. Alimentación del inseparable <i>A. roseicollis</i> : alimentación en vida libre	6
1.4. Alimentación del inseparable <i>A. roseicollis</i> : Alimentación en cautiverio	8
1.4.1. Alimento peletizado o extrudizado	9
1.4.2. Semillas	11
1.4.3. Frutas y verduras	15
1.4.4. Complementos adicionados a la dieta	16
1.5. Elementos minerales	18
1.5.1. Elementos minerales mayores (macrominerales)	19
1.5.2. Elementos minerales menores (microminerales)	22
1.6. Patologías producidas por deficiencias o exceso de elementos minerales ...	24
1.6.1. Elementos minerales mayores (macrominerales)	24
1.6.2. Elementos minerales menores (microminerales)	28
1.7. Aproximación al Aparato digestivo del <i>Agapornis</i> y su fisiología digestiva ...	32

1.8. Ecología intestinal: bacterias	42
1.9. Características que debe cumplir un prebiótico	47
1.10. Descripción de los Mananooligosacáridos como prebiótico	49
1.10.1. Efectos de los Mananooligosacáridos	51
2. Justificación	58
3. Hipótesis	59
4. Objetivo general	59
4.1. Objetivo específico	59
5. Material y métodos	60
5.1. Sujetos de estudio y establecimiento	60
5.2. Alimentación	60
5.3. Manejo	61
5.4. Toma de muestras	63
5.5. Laboratorio	64
5.6. Análisis de muestras	64
5.7. Cálculos de los datos de las muestras	66
5.8. Análisis estadístico	67
6. Resultados	68
6.1. Alimento	68
6.2. Consumo de alimento	69

6.3. Heces	72
6.4. Digestibilidad	79
6.5. Plumas	86
7. Discusión	93
7.1. Alimento	93
7.2. Consumo de alimento	95
7.3. Heces	98
7.4. Digestibilidad	99
7.5. Plumas	102
8. Conclusiones	103
9. Referencias	105
10. Anexos	118

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Códice Desdré	3
2. Ejemplar de <i>Agapornis roseicollis</i>	5
3. <i>Agapornis roseicollis</i> alimentándose en vida libre	7

4. Parvada de <i>Agapornis roseicollis</i> ingiriendo arcilla	7
5. Dieta de extrudizados	11
6. Dieta tradicional con semillas para loro	12
7. Semillas descascarilladas para loro	13
8. Dieta de legumbres popular entre los avicultores	13
9. Cría de un psitácido ilustrando la coana	33
10. Proventrículo y ventrículo de un psitácido	36
11. Tracto digestivo de un psitácido	40
12. Vista lateral de los órganos de un loro	40
13. Fermentación de hidratos de carbono por bacterias del colon	46
14. Contención física	62
15. Administración vía oral de mananoligosacáridos	62
16. Jaulas en ambiente exterior manteniendo la unión de la parvada	62
17. Macrominerales: Consumo promedio	71
18. Microminerales: Consumo promedio	71
19. Macrominerales: calcio en heces	74
20. Macrominerales: fósforo en heces	74
21. Macrominerales: magnesio en heces	75
22. Macrominerales: sodio en heces	75
23. Macrominerales: potasio en heces	76

24. Microminerales: hierro en heces	78
25. Microminerales: cobre en heces	78
26. Microminerales: zinc en heces	79
27. Macrominerales: % digestibilidad de calcio	81
28. Macrominerales: % digestibilidad de fósforo	81
29. Macrominerales: % digestibilidad de magnesio	82
30. Macrominerales: % digestibilidad de sodio	82
31. Macrominerales: % digestibilidad de potasio	83
32. Microminerales: % digestibilidad de hierro	85
33. Microminerales: % digestibilidad de cobre	85
34. Microminerales: % digestibilidad de zinc	86
35. Plumas: calcio	88
36. Plumas: fósforo	88
37. Plumas: magnesio	89
38. Plumas: sodio	89
39. Plumas: potasio	90
40. Plumas: hierro	92
41. Plumas: cobre	92
42. Plumas: zinc	93

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Recomendaciones del perfil de elementos minerales en psitácidos	10
2. Semillas que consume el <i>Agapornis roseicollis</i>	12
3. Comparación del contenido de elementos minerales en el alimento	68
4. Consumo promedio de alimento en base seca	69
5. Consumo promedio de elementos minerales a lo largo del experimento	70
6. Cantidad promedio de heces en base seca	72
7. Cantidad promedio de macrominerales en heces a lo largo del experimento ..	73
8. Cantidad promedio de microminerales en heces a lo largo del experimento	77
9. % digestibilidad de macrominerales a lo largo del experimento	80
10. % digestibilidad de microminerales a lo largo del experimento	84
11. Cantidad promedio de macrominerales en plumas a lo largo del experimento	87
12. Cantidad promedio de microminerales en plumas a lo largo del experimento .	91

Resumen

PINEDA ORTIZ FRIDA QUETZALI. Efecto de dos dosis de mananooligosacáridos (MOS) en la absorción aparente de elementos minerales y su deposición en plumas de inseparables, *Agapornis roseicollis*. (Bajo la asesoría de: MVZ. MPA. DR.C. Carlos Gutiérrez Olvera y MVZ. MSc. René Rosiles Martínez).

Desde tiempos prehispánicos las aves adquirieron un significado místico, sagrado y religioso, que fueron domesticadas. Un ejemplo notorio sobre el cuidado de las aves es el de Moctezuma proporcionando a sus aves una dieta semejante a la de vida silvestre.

En diferentes estudios científicos los mananooligosacáridos (MOS) adicionados en la dieta han demostrado ofrecer beneficios a la salud, entre los efectos se encuentra una mayor absorción de nutrientes como elementos minerales en el epitelio intestinal.

Debido a la falta de estudios científicos que incluyan a los *Agapornis roseicollis* ya que los MOS son aplicados en la industria pecuaria como prebiótico, se decide realizar un estudio experimental evaluando la absorción aparente de elementos minerales (Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Zn, Cu) y su deposición en plumas en un periodo de 75 días, con dos diferentes dosis de MOS 1.5g/ Kg y 2g/ Kg alimento. Se formaron grupos: grupo A con 4 aves, se administró MOS a 1.5g/ Kg de alimento y

el grupo B con MOS a 2g/ Kg de alimento con 4 aves, al principio las 8 aves fueron su propio control, ya que se tomaron muestras previas a la administración de los mananoligosacáridos por 15 días. Se les tomaron muestras de heces agrupadas cada 15 días. Las plumas fueron colectadas sin administración del prebiótico y después con el prebiótico de MOS y se midió el consumo de alimento. Para el análisis de datos se utilizó el estudio estadístico de MANOVA con diseño de un factor, en los resultados el consumo de alimento tuvo diferencias a través del tiempo sin embargo los elementos minerales en las heces, digestibilidad y plumas no fueron estadísticamente significativos ($P > 0.05$). Por lo anterior se concluye que en el *Agapornis roseicollis*, no hay respuesta en la absorción aparente de elementos minerales y su deposición en plumas al aplicar el prebiótico de mananoligosacáridos pues la literatura menciona la ausencia de sacos ciegos o sus respectivos vestigios en psitácidos siendo el principal sitio de acción de los MOS.

1. Introducción

1.1. Antecedentes prehispánicos de México: en cuanto a las aves

Las aves influyeron de manera determinante en el mundo antiguo por lo que fueron representadas en muchas exposiciones religiosas y artísticas (murales, altos y bajos relieves, códices, petroglifos, esculturas y las extraordinarias piezas de cerámica e hilados de plumas, entre otros (Chávez y Gurrola, 2005).

Hernán Cortés menciona en una de sus cartas, al emperador Carlos V: “Moctezuma tiene una casa con 10 estanques para aves, las que se crían en el mar eran los estanques de agua salada y para las de los ríos, lagunas de agua dulce vaciando el agua de cierto a cierto tiempo. A las que comían pescado se los daban y a las que gusanos, gusanos y a las que maíz, maíz y a las que otras semillas por consiguiente se las daban. Tenían a 300 hombres para cuidar a las aves, otros hombres solo curaban las aves que adolecían”. El sentido que daba Moctezuma a su casa era como jardín zoológico, con gran variedad de aves (Reyes, 2003) (Figura 1).



Figura 1. Códice Florentino, representaciones de animales (Reyes, 2003).

1.2. El *Agapornis roseicollis*

El nombre *Agapornis* deriva de *Agapein* que significa amar y *ornis* pájaro debido a su comportamiento monógamo. Una vez que se encuentran y forman pareja siempre están juntos (Van den Abeele, 2006).

La clasificación taxonómica es la siguiente: clase: aves, orden: Psittaciformes, familia: Psittacidae. También llamado inseparable de rostro melocotón se encuentra entre las tres especies más comunes en cautividad y con mayor disponibilidad en establecimientos comerciales. Habita en el suroeste del continente Africano en Angola, Namibia y Botswana dentro de la sabana en praderas, árboles y arbustos (Club de España, 2011; Van den Abeele, 2006). Son muy conocidas y apreciadas en la avicultura, por lo que es criado mayormente que todas las demás especies juntas (Le Breton, 1996).

Tiene las siguientes características: tamaño 15-16cm, peso 50 g, ambos sexos tienen aspecto similar (Club de España, 2011). Aunque existen otras mutaciones o variantes de colores, el color estándar es el cuerpo verde en: flancos, parte inferior del pecho y abdomen; las alas son verde oscuro. La cabeza tiene una máscara rojo rosáceo intensa hasta la parte superior del pecho y un pico claro color hueso. Las plumas timoneras son azules y verdes con marcas negras y rojas. Las patas son grises con uñas gris oscuro (Le Breton, 1996; Van den Abeele, 2006; Club de España, 2011) (Figura 2).

Son animales muy sociables entre ellos pero no con otras especies, son algo ruidosos e inteligentes. Se agrupan en colonias debido a su comportamiento sociable, con ejemplares mayores a 30 excepto en la época de cría que se emparejan y nidifican (Club de España, 2011).



Figura 2. Ejemplar de *Agapornis roseicollis* de 2 años de edad, la máscara rojiza es una característica principal de la especie comúnmente llamada inseparable de rostro melocotón.

En época reproductiva anidan en agujeros de árboles (Club de España, 2011). Crían todo el año si se les permite hacerlo pero son recomendables las puestas en verano, con 3-4 puestas al año de 3-6 huevos (Club de España, 2011). La incubación es de 23-25 días (Van den Abeele, 2006).

1.3. Alimentación del inseparable *A. roseicollis*: alimentación en vida libre

Los requerimientos de la dieta de un ave adulta joven en estado salvaje serían mayores que en mantenimiento. Durante ésta etapa de su vida es más activa a medida que aprenden a volar se hacen eficientes en la recolección de alimento, evasión de depredadores y establecimiento del territorio (Olsen y Orosz, 2000).

En su hábitat natural las aves buscan compañeros aumentando los requisitos dietéticos debido al cortejo y la actividad de hacer nido. Los animales de compañía se mantienen solos en un hábitat donde la selección de pareja no está disponible o se emparejó por el propietario (Olsen y Orosz, 2000).

En vida libre los psitácidos consumen principalmente semillas que les aportan la cantidad de energía necesaria en forma de grasa para mantener su alto metabolismo y volar diariamente largas distancias en busca de comida y agua antes de regresar a sus dormitorios (Franco, 2013). También consumen frutas (Tinajero, 1989).

La dieta del *Agapornis roseicollis* en vida libre se basa en semillas de cereales, maíz cultivado, semillas de girasol, higos, brotes y follaje (Harcourt y Chitty, 2005). Se alimentan también de gramíneas y bayas e incluso se acercan a comer a cultivos cercanos (Club de España, 2011) (Figura 3).

En laderas de los ríos la ingestión de piedrecillas y arcilla incorporan sales minerales a su dieta. Se conoce de la capacidad de los componentes de la arcilla ingerida de adsorber sustancias tóxicas que pueden estar presentes en muchas de las semillas y plantas de las que se alimentan (Soto y Bert, 2011).

El consumo de arcilla en vida libre se ha asociado a varias teorías: Una de ellas es la falta de elementos minerales en la dieta y la otra es que la arcilla ayuda a evitar la absorción de toxinas de ciertas plantas; estudios han demostrado que las dos teorías son ciertas: hay plantas deficientes en sodio y los psitácidos que las consumen van a bancos de arcilla ricos en este elemento mineral asimismo se ha comprobado que la arcilla ayuda a neutralizar toxinas de las plantas como los taninos (Franco, 2013).

Se ha observado que los psitácidos en libertad roen y consumen sal y otros elementos minerales provenientes de la arcilla (Tinajero, 1989) (Figura 4).



Figura 3. *Agapornis roseicollis* alimentándose en vida libre.
<http://www.Sexadodeaves.com>



Figura 4. Parvada de *Agapornis roseicollis* ingiriendo arcilla.
<http://www.agapornisyperiquitos.com>

1.4. Alimentación del inseparable *A. roseicollis*: alimentación en cautiverio

Los psitácidos en particular tienen preferencias individuales para los alimentos basados en la experiencia previa (o hábito), la colocación de los alimentos (posición en la jaula), partículas, tamaño, contenido de grasa, textura, forma, color y sabor. La mayoría de los dueños ofrecen lo que el ave es más propensa a comer fácilmente. Algunos propietarios incluso interpretan estos hábitos como una "adicción" a ciertos alimentos (A menudo semillas de girasol, semillas o cacahuates) ya que el ave se niega a comer otra cosa por su propia voluntad. Este tipo de patrón de alimentación limitada puede resultar en graves deficiencias de nutrientes si la comida no está completa y equilibrada (Ritchie et al., 1994).

La interacción entre los distintos elementos que componen la dieta cuando esta no está bien balanceada puede hacer variar la capacidad de adsorción y metabolismo de algunos de ellos. Excesivos niveles de uno de estos elementos pueden ocasionar una pobre o elevada asimilación de otros lo cual es dañino para el organismo (Soto y Bert, 2011).

El propietario desconoce los efectos de las sustancias dañinas contenidas en los alimentos proporcionados a su ave de compañía como golosinas que actúan como venenos a corto o largo plazo hallándose entre los destacados el aguacate, perejil,

berenjena, café, dulces, embutidos, chocolate, quesos salados y pescado (Soto y Bert, 2011).

Comercialmente las dietas disponibles para loros se dividen en dos grupos: basada en una mezcla de semillas y dietas formuladas. Ambos grupos de dietas son complementados en combinación con mezclas de frutas y vegetales. La adición de vitaminas comerciales y complementos de elementos minerales a menudo son añadidos (Harcourt y Chitty, 2005).

1.4.1. Alimento peletizado o extrudizado

Las dietas comerciales para psitácidos tienen una infinidad de mezclas y productos que existen en el mercado tomando como patrón la alimentación de algunas especies y llevándolos a otras (Soto y Bert, 2011).

Se han creado dietas específicas para las especies más comunes en cautiverio por esta razón vemos en el mercado aparecer nuevos productos según va ganando difusión una especie como animal de compañía (Soto y Bert, 2011).

En la dieta formulada extrudizada no hay deficiencias esperadas, el fabricante sigue los requerimientos de nutrientes recomendados (Cuadro 1) aunque muchas

dietas formuladas parecen tener nutrientes en exceso del requerimiento hasta hipervitaminosis (Harcourt y Chitty, 2005).

Cuadro 1. Recomendaciones del perfil de elementos minerales en psitácidos.

Macrominerales	(Olsen y Orosz, 2000)		(Barrón, 2008)	(Ritchie et al., 1994)	
	Nivel mínimo	Nivel máximo		Nivel mínimo	Límite recomendado para el mantenimiento
Calcio	0.30%	1.20%	0.7- 1.2%	0.30%	0.50%
Fósforo total	0.30%		0.5-0.8%	0.30%	0.40%
Calcio/ Fósforo total	1:1	2:1		1.5:1	2:1
Potasio	0.40%		0.9%	0.30%	0.40%
Sodio	0.12%		0.4%	0.10%	0.15%
Magnesio	600ppm		0.12%	500ppm	600ppm
Minerales traza (Microminerales)					
Hierro			100mg/ Kg	60ppm	80ppm
Cobre	8ppm		6-14mg/ Kg	6ppm	8ppm
Zinc	50ppm		50-80mg/ Kg	40ppm	50ppm

La dieta formulada combina ingredientes que brindan una nutrición completa. Los loros no pueden seleccionar individualmente los componentes previniendo desbalances. La dieta con croquetas de figuras y diferentes colores proporciona interés en el loro (Figura 5), se puede complementar con legumbres o vegetales (Harcourt y Chitty, 2005).



Figura 5. Dieta para psitácidos de extrudizados, a la izquierda dieta de colores y figuras; a la derecha dieta orgánica sin conservadores artificiales (Harcourt y Chitty, 2005).

1.4.2. SEMILLAS

Las semillas comúnmente proporcionadas al *Agapornis roseicollis* son: alpiste, avena, cañamón, linaza, mijo amarillo, mijo blanco, mijo japonés, trigo, arroz con cáscara y semilla de girasol (Van den Abeele, 2006) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Semillas que consume el *Agapornis roseicollis* de acuerdo a la clasificación del tipo de pico (Barrón, 2008)

	Cártamo 	Alpiste 	Mijo 	Niger 
Ajonjolí 	Frijol 	Amaranto 	Garbanzo 	Cebada 
Centeno 	Trigo 	Soya 	Maíz 	Piñón 
Sorgo 	Salvado 			

La mezcla de semillas con una alta proporción de semilla de girasol, desafortunadamente es la dieta más común (Figura 6). Las dietas con semillas son a menudo de mala calidad, siendo común la contaminación bacteriana y fúngica. Aunque una dieta del 90% de semilla de girasol se vende como una dieta completa (Harcourt y Chitty, 2005).



Figura 6. Dieta tradicional con semillas para loro (Harcourt y Chitty, 2005).

Las semillas descascarilladas (Figura 7) mejoran la dieta al eliminar la oportunidad de contaminación bacteriana y micótica sin embargo la dieta es pobre nutricionalmente pues el proceso de descascarillado reduce el contenido de nutrientes de la mezcla (Harcourt y Chitty, 2005).



Figura 7. Semillas descascarilladas para loro (Harcourt y Chitty, 2005).

En la dieta de legumbres (Figura 8) aunque es la mejor mezcla de semillas debido a que tienen un mayor contenido de proteínas todavía hay deficiencias en nutrientes en particular de calcio y es alto en carbohidratos (Harcourt y Chitty, 2005).



Figura 8. Dieta de legumbres popular entre los avicultores (Harcourt y Chitty, 2005).

Los loros que sobreviven con una mezcla de semillas están crónicamente desnutridos, tendrán un pobre desempeño reproductivo. Estas dietas son

deficientes en componentes nutricionales, altos en grasa y con una inapropiada relación de calcio, fósforo. Las semillas deben considerarse como un complemento de la dieta (Harcourt y Chitty, 2005).

Una dieta basada en semillas puede tener deficiencias de calcio, hierro, cobre, zinc y sodio, exceso de grasa en un 65% que aumenta con la alimentación selectiva de las semillas favoritas. Puede haber desbalance de calcio y fósforo. La contaminación por bacterias y hongos es muy común (Harcourt y Chitty, 2005).

Los granos son deficientes en elementos minerales por lo que en los alimentos para aves es necesario suplementarlos con calcio, fósforo y sales que son necesarios en grandes cantidades (Barrón, 2008).

El ácido fítico es muy eficaz en quelar elementos minerales como zinc, hierro y calcio resultando en un complejo no disponible. Los fitatos se encuentran comúnmente en frutos secos, legumbres, granos de cereales (germen y salvado) (Ritchie et al., 1994). Todos los cereales son ricos en fósforo (Bondi, 1988).

La mayoría de las semillas comerciales disponibles son extremadamente deficientes en calcio. El contenido rico en grasas de las semillas oleaginosas interfiere con la absorción de calcio (Ritchie et al., 1994).

Los granos de cereales contienen hierro entre 30 y 60 ppm y las harinas de semillas oleaginosas de 100- 200 ppm. El cobre es mayor en semillas oleaginosas (10-30 ppm) que en los granos de cereales (4-10 ppm) (Bondi, 1988).

Las dietas que contienen únicamente semillas contienen altos niveles de energía, pero carecen de nutrientes esenciales. Las semillas solo deben ofrecerse a modo de recompensa o como una pequeña parte de la dieta (Aguilar et al., 2010).

1.4.3. Frutas y verduras

La dieta se complementa con frutas variadas (naranja, plátano, papaya, coco, melón y uvas), verduras (jitomate, elotes, zanahorias y lechugas) (Tinajero, 1989).

La contaminación de bacterias y hongos en materia vegetal es muy común. Depende mucho de la calidad de vegetales complementados (Harcourt y Chitty, 2005).

Los alimentos con altos niveles de ácido oxálico, oxalatos cálcicos insolubles ligan al calcio y disminuye su disponibilidad (Barrón, 2008). Los alimentos con mayor cantidad de oxalatos son la espinaca y niveles bajos en el chícharo, la zanahoria y lechuga (Ritchie et al., 1994).

1.4.4. Complementos adicionados a la dieta

La utilización de antibióticos no solo puede ocasionar la resistencia de los microorganismos si no puede provocar un intenso dismicrobismo en la flora intestinal de las aves, bloquear la absorción de nutrientes y causar diversos grados de toxicidad (Soto y Bert, 2011).

La disponibilidad de los elementos minerales depende no solo de la concentración en la comida sino además de otros factores como la forma química o la forma del elemento mineral, otros elementos minerales en el alimento, como por ejemplo altos niveles de fosfatos que reducen la absorción de calcio. La absorción activa y excreción de los elementos minerales en el intestino está estrechamente regulada para evitar toxicidad y deficiencias (Harcourt y Chitty, 2005).

En cautiverio al haber deficiencias de elementos minerales y sal principalmente; las aves se arrancan las plumas y las trituran obteniendo de ésta manera algo de sal, ésta situación se puede remediar al ofrecerles sal en la dieta, bloques de sal y roca caliza (Tinajero, 1989). Entre las múltiples causas del picaje y pérdida de plumas en psitácidos se encuentran la malnutrición debida a una alimentación deficiente (Bargalló, 2008).

Se agregan complementos vitamínicos en el agua. Sin olvidar una fuente de calcio como el hueso de jibia (hueso de sepia) (Tinajero, 1989).

Los complementos de elementos minerales no son necesarios, si se proporcionan dietas equilibradas. Sin embargo los loros en crecimiento y las hembras de puesta pueden beneficiarse con la complementación de calcio en forma de hueso de jibia (hueso de sepia), bloques minerales, cáscara molida de ostras, de huevo o calcio en polvo (Koutsos et al., 2001; Aguilar et al., 2010).

La interrelación de elementos minerales más importante en la nutrición de las aves de compañía y en la mayoría de las especies, es la relación entre calcio y fósforo. Para un adecuado crecimiento, mantenimiento del hueso y la salud, la proporción de calcio disponible y de fósforo debe ser de 1.5: 1 a 2: 1. En estas proporciones ambos elementos minerales son absorbidos eficazmente en el tracto gastrointestinal, así como metabolizado dentro del cuerpo (Ritchie et al., 1994). Los autores Olsen y Orosz (2000) recomiendan para psitácidos en la relación calcio/ fósforo como nivel mínimo 1:1 y nivel máximo 2:1. La autora Koutsos et al. (2001) refiere 1.4: 1 y 4: 1 en pollos en crecimiento.

Muchos criadores de aves proporcionan un hueso de sepia en la jaula de los pájaros pues además de carbonato de calcio contiene pequeñas cantidades de fosfatos, cloruros, yoduros, bromuros y fluoruros (Stroud, 1998).

El grit se define como un material mineral insoluble generalmente granito o cuarzo, no se requiere en psitácidos saludables, se requiere en aves que

consumen un conjunto de semillas intactas con cáscara como gallinas y palomas (Ritchie et al., 1994).

El suministro de grit es una buena fuente de elementos minerales en especial de calcio, ayuda en la digestión y mejora la molienda del proventrículo; ha demostrado tener un efecto destoxicante en la dieta de las aves. Está recomendado para grandes psitácidos aunque su requisito no ha sido demostrado (Harcourt y Chitty, 2005). El grit es probable que no sea necesario en la dieta formulada (Johnson, 1996).

Los psitácidos normalmente pueden retirar la cáscara fibrosa de las semillas, permitiendo que la parte a ser ingerida fácilmente actúen las enzimas digestivas. Loros amazónicos que no recibieron la arena (grit) durante más de cinco años todavía mantienen una alta digestibilidad al haber ingerido semillas de girasol, esto muestra que no es importante la arena en el ave sana (Ritchie et al., 1994).

1.5. Elementos minerales

Los minerales son elementos químicos que se encuentran en el medio natural, lo mismo en las plantas que en los animales, tienen la característica de permanecer en forma de ceniza cuando éstos son calcinados (Ávila, 1997).

Los elementos minerales se dividen en macrominerales y microminerales o minerales traza (Barrón, 2008). Algunos elementos minerales se requieren en grandes cantidades y por eso se llaman elementos minerales mayores o macrominerales (Ca, P, Mg, Na, K, etc). Otros son requeridos en pequeñas cantidades por lo que reciben el nombre de elementos minerales traza o menores (Cu, Fe, Zn, etc) (Ávila, 1997; Barrón, 2008). En las aves los elementos minerales son indispensables para diversas funciones, principalmente para el crecimiento (Ávila, 1997).

1.5.1. Elementos minerales mayores (macrominerales)

Calcio: participa en la coagulación sanguínea, es necesario junto con el sodio y potasio para la contracción muscular, el funcionamiento cardiaco, en la irritabilidad neuromuscular, conducción nerviosa, en la integridad de membranas y sustancias intracelulares, en el equilibrio ácido- básico, en la secreción pancreática y la producción y calidad del cascarón (Antillon y López, 1987; Calnek, 1995; Barrón, 2008).

La mayor parte de calcio se absorbe en la parte proximal del duodeno por transporte activo y el resto en el intestino delgado por difusión pasiva. Los fitatos y oxalatos pueden reducir la absorción del calcio pues al combinarse con éste elemento forman sales insolubles (Antillon y López, 1987).

Durante el periodo reproductivo el metabolismo del calcio de las aves es 20 veces mayor que en los mamíferos. El embrión recibe del cascarón el 80% de calcio que necesita (Antillon y López, 1987).

Fósforo: La absorción de fósforo en forma ortofosfato se lleva a cabo principalmente en el duodeno (Ritchie et al., 1994). Forma parte importante de los fosfolípidos de la membrana celular, además integra gran parte del ATP que es una fuente energética del organismo, de fluidos, tejidos y hueso (Barrón, 2008). Es un importante constituyente de proteínas, carbohidratos y lípidos que realizan funciones vitales en el cuerpo (Ritchie et al., 1994).

Las sales formadas por el fósforo desempeñan un importante papel en la conservación del equilibrio ácido básico, interviene en el transporte de calcio y formación del huevo (Calnek, 1995).

Magnesio: Participa en el desarrollo normal del hueso, músculo y nervio (Ávila, 1997). Influye en la transmisión del impulso nervioso, contracción y relajación de los músculos, transporte de oxígeno a nivel tisular y participa en el metabolismo energético (Barrón, 2008).

Es necesario para el metabolismo de los carbohidratos y activador de enzimas (Calnek, 1995). En los tejidos sirve como un activador para muchas de las enzimas (Ritchie et al., 1994).

Sodio: interviene en la regulación equilibrio ácido base, mantiene la presión osmótica y actúa en la contracción de fibras musculares (Antillon y López, 1987). También está implicado en la transmisión de los impulsos nerviosos y la permeabilidad de las células (Ritchie et al., 1994).

Potasio: El potasio se absorbe predominantemente en la parte superior intestino delgado (Ritchie et al., 1994). Se encuentra principalmente en la célula, en el eritrocito. Es un factor esencial en el balance osmótico pues mantiene la presión normal en el interior y exterior de las células, neutraliza ácidos en el equilibrio ácido básico, afecta la excitabilidad de nervios y músculos, regula la frecuencia cardiaca, mantiene un adecuado balance en el organismo, actúa como cofactor en varios sistemas enzimáticos relacionados con la transferencia de energía, síntesis de proteínas y metabolismo de carbohidratos (Antillon y López, 1987; Barrón, 2008). El potasio reduce la contractilidad e induce la relajación del músculo (Ritchie et al., 1994).

El sodio y el potasio se hallan presentes en fluidos corporales o en los tejidos blandos, su principal función es mantener el equilibrio ácido básico en los fluidos del organismo. El sodio se encuentra en el fluido extracelular y el potasio en el fluido intracelular (Ávila, 1997).

1.5.2. Elementos minerales menores (microminerales)

Hierro: es constituyente de la hemoglobina en los eritrocitos actuando como transportador de oxígeno (Ávila, 1997); se deposita intracelularmente en bazo, hígado y médula ósea (Forrellat et al., 2005). En la mioglobina para el almacenamiento muscular de oxígeno y citocromos para la producción oxidativa de energía celular en forma de ATP a través de su función en el transporte mitocondrial de electrones (Ziegler y Filer, 1996).

Los niveles normales de hierro en el plasma son necesarios para la pigmentación de la pluma (Ritchie et al., 1994).

Cobre: Participa en la formación de elastina, melanina, fibras de colágeno y sirve de apoyo en la integridad del sistema nervioso central. Es esencial para la formación de la sangre pues se requiere para la utilización del hierro en la formación de hemoglobina catalizando la incorporación de hierro en la estructura hemo y favorece la maduración de los eritrocitos. Es un componente de varias enzimas como citocromo oxidasa, tirosinasa, ceruloplasmina, galactosa, oxidasa y uricasa (Antillon y López, 1987; Ávila, 1997).

Zinc: éste metal es esencial para el crecimiento (Ávila, 1997). Se absorbe por el intestino delgado (Antillon y López, 1987). Está involucrado en la replicación celular, desarrollo del cartílago, hueso, producción de plumas, interviene en el

desarrollo de órganos reproductores y tiene propiedades antioxidantes (Chávez, 2014).

Forma parte de la enzima anhidrasa carbónica que interviene en las funciones del equilibrio ácido básico y la eliminación del CO_2 de los pulmones (Antillon y López, 1987). Esta enzima juega un importante papel en la calcificación de los huesos y en la formación de la cáscara de los huevos pues desempeña un papel importante en la calcificación del huevo en el útero (Bondi, 1988; Ávila, 1997).

El zinc es necesario para la formación de insulina y una gran variedad de enzimas ya sea como un activador enzimático o como un componente de ciertas metaloenzimas (Tully et al., 2009; Ritchie et al., 1994).

El cinc como componente de las RNA y DNA interviene en la síntesis de proteínas (Bondi, 1988).

1.6. Patologías producidas por deficiencias o exceso de elementos minerales

1.6.1. Elementos minerales mayores (macrominerales)

Calcio. Si la cantidad que el organismo absorbe es inferior a los requerimientos exigidos o si el fósforo se absorbe en proporción mayor en el tracto gastrointestinal, el proceso de mineralización ósea es deficiente y por lo tanto la formación de tejido óseo disminuye presentándose una enfermedad metabólica con fracturas espontáneas (Reyes, 2014).

La deficiencia en la gallina de postura se manifiesta con un adelgazamiento del cascarón. Utiliza primero el hueso medular y después el cortical lo que produce una mayor fragilidad del hueso, puede ocasionar fracturas espontáneas principalmente en huesos largos. Otros signos son retraso en el crecimiento, disminución del consumo de alimento y de la actividad física con dificultad para caminar y tetania (Antillon y López, 1987).

Las principales lesiones en la gallina son osteoporosis, postura anormal, susceptibilidad a hemorragias internas y desmineralización de tejido óseo (Antillon y López, 1987). En loros grises jóvenes causa osteodistrofia debida a la hipocalcemia por una dieta deficiente en calcio alterando el metabolismo de éste

mineral, manifestando también convulsiones y mal desempeño reproductivo (Harcourt y Chitty, 2005).

Las aves de compañía con una dieta basada en semillas pueden presentar convulsiones debido a la hipocalcemia (Ritchie et al., 1994).

Cuando la utilización y excreción de calcio exceden a su suministro se produce la hiperplasia de la glándula paratiroides como mecanismo compensatorio para mantener los niveles normales de calcio en el plasma. Esta entidad patológica se conoce como hiperparatiroidismo nutricional secundario (Reyes, 2014).

En general las lesiones más graves observadas son osteomalacia, raquitismo e hipertrofia de la glándula paratiroides (Reyes, 2014).

Un exceso de calcio puede ocasionar un deterioro en la actividad cardíaca y respiratoria y en el funcionamiento celular, nefrosis severa y cascarones conteniendo depósitos de elementos minerales anormales junto con calcificación de tejidos blandos (Antillon y López, 1987; Harcourt y Chitty, 2005).

Fósforo: su deficiencia es improbable, porque está en los alimentos comerciales. Una deficiencia trae pobre desempeño reproductivo y raquitismo (Harcourt y Chitty, 2005; Barrón, 2008).

El exceso de fósforo es común en una alimentación con semillas, pues la mayoría de éstas tienen cantidades altas de fósforo lo cual ocasiona hiperparatiroidismo nutricional secundario (Harcourt y Chitty, 2005). Otro trastorno causado por la ingestión excesiva de fósforo es la urolitiasis. Se trata de la formación de cálculos en el riñón (Bondi, 1988).

El calcio y el fósforo son minerales estrechamente relacionados, una deficiencia o exceso de uno de ellos puede interferir con la utilización del otro (Ávila, 1997).

Magnesio. Los pollitos recién nacidos con deficiencias de magnesio sobreviven unos cuantos días muestran aletargamiento, boqueo, pérdida del apetito y disminución de la ganancia de peso. En las gallinas productoras de huevo hay disminución en el grosor del cascarón y tamaño del huevo, hay una baja de Mg en sangre, huesos, yema, cascarón y membranas (Antillon y López, 1987). También causa letargia, convulsiones y muerte (Tully et al., 2009).

Cuando se suplementan cantidades excesivas de Mg en la dieta produce una reducción en el consumo de alimento (Antillon y López, 1987). Las cantidades excesivas pueden causar diarrea, irritabilidad, disminución de la producción de huevos y cáscara delgada de los mismos (Ritchie et al., 1994).

El exceso de magnesio perturba el equilibrio de calcio y fósforo de lo cual resultan deformaciones óseas así como disminución en la producción de huevo y adelgazamiento de la cáscara de los mismos (Calnek, 1995).

Sodio. Una deficiencia puede ser causada por enfermedad gastrointestinal, y urinaria. Habrá pérdida de agua y por lo tanto pérdida de peso. Reduce la utilización de proteína digestible y energía. También se presenta canibalismo, queratinización de la córnea, atrófia de gónadas, hipertrofia de glándulas adrenales, aumento del hematocrito, deshidratación, baja de la presión arterial, taquicardia, shock y muerte (Antillon y López, 1987).

La deficiencia de sal causa la pérdida de peso, disminución de la producción de huevos, huevos pequeños, hemoconcentración, huesos blandos, queratinización corneal y canibalismo. En las aves psitácidas, se ha sugerido que la deficiencia de sal puede desempeñar un papel en algunos casos de automutilación (Ritchie et al., 1994).

La intoxicación produce en gallinas baja de peso, reducción del crecimiento y mortalidad (Antillon y López, 1987). Los niveles altos de consumo de sodio en consecuencia darán un pobre plumaje, polidipsia, poliuria, nerviosismo, edema, deshidratación y la mortalidad (Ritchie et al., 1994).

Excesivas cantidades de sal pueden ser muy tóxicas pues se manifiesta sed intensa, debilidad muscular y convulsiones (Tully et al., 2009)

Potasio. La deficiencia produce baja en el consumo de alimento, retraso en el crecimiento por alteración en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas, flacidez muscular, disminución del peristaltismo gastrointestinal, incoordinación y parálisis (Antillon y López, 1987). Una deficiencia de sodio o potasio se traduce en una reducción del crecimiento, deshidratación del cuerpo y si la deficiencia es severa la muerte (Ávila, 1997).

La deficiencia de potasio es poco probable que ocurra, en pollos hay una disminución en la producción de huevo, cáscara del huevo delgada, debilidad del musculo cardíaco, convulsiones y la muerte (Ritchie et al., 1994).

La intoxicación por exceso en plasma y otros fluidos extracelulares puede causar la muerte (Antillon y López, 1987).

1.6.2. Elementos minerales menores (microminerales)

Hierro. La carencia causa una anemia nutricional que se caracteriza por la disminución de la hemoglobina y del tamaño de los eritrocitos, también produce despigmentación de las plumas (Ávila, 1997). La deficiencia de hierro puede

producir una mala síntesis proteica, pobre inmunidad, aumento del ácido láctico y producir un cuadro de anemia ferropénica (Barrón, 2008).

Crónicamente la alta ingesta de hierro puede dar lugar a elevados niveles en la sangre, aumento de las concentraciones en tejidos (especialmente del hígado y el bazo) y al eventual desarrollo de la enfermedad por acumulación de hierro. El daño hepático y a veces fibrosis pancreática se produce en esta condición (Ritchie et al., 1994). A menudo se asocia con una muerte repentina (Tully et al., 2009).

La enfermedad por almacenamiento de hierro (hemocromatosis) se presenta en aves frugívoras género *Icterus sp*, en psitaciformes *Anodorhynchus hyacinthinus*, también especies predispuestas como Tucanes (*Ramphastidae*), *Mynahs*, Lories, aves del paraíso, estorninos y cacatúas (Barrón, 2008; Soto y Bert, 2010; Marques y Marietto, 2010). Se ha observado en psitaciformes que la ingestión crónica de hierro lleva al almacenamiento de hierro en el hígado, bazo y médula ósea (Barrón, 2008; Marques y Marietto, 2010). Clínicamente se presentan severas hepatopatías (Harcourt y Chitty, 2005).

Cobre. Su deficiencia produce anemia aun en presencia de hierro (Ávila, 1997). Las deficiencias provocan anemia, disfunción del tejido conectivo, fragilidad ósea, problemas cardiovasculares, hemorragias internas, bajos niveles de elastina y desmineralización. En gallinas se presenta osteoporosis y acromotriquia que se manifiesta por una pérdida de la coloración del plumaje por falta de acción de la

tirosinasa que cataboliza la formación de melanina a partir de la tirosina (Antillon y López, 1987).

La deficiencia nutricional de cobre y hierro puede modificar la coloración de las plumas dando lugar a la acromía o falta de pigmentación (Cuevas y Gómez, 2011).

Su deficiencia está asociada a ruptura de aorta, fragilidad ósea, disminución en la producción de huevo y anomalías en la cáscara (Tully et al., 2009).

En las pollitas se ha visto que la intoxicación con 250 ppm de cobre producen un retraso en el crecimiento y erosión de la molleja, mientras que en pollos de engorda 324 ppm provocan una baja de peso y distrofia muscular (Antillon y López, 1987). En exceso causa desórdenes en el funcionamiento renal y a nivel neurológico (Barrón, 2008).

Zinc. En las gallinas la deficiencia de zinc retrasa la madurez sexual, se hiperqueratiniza el epitelio esofágico, disminuye el número de linfocitos circulantes, baja la producción de huevo, los embriones presentan deformación de columna vertebral, fusión de vertebrae toracolumbares y falta de formación de algunos dedos. Los pollitos muestran retardo en el crecimiento, pérdida del apetito y mortandad (Antillon y López, 1987). En psitácidos es rara la deficiencia de zinc; afectaría el sistema inmune y el crecimiento del hueso (Harcourt y Chitty, 2005).

Es notorio el deficiente desarrollo de las plumas en pollitos, emplume quebradizo y erizado, dermatitis, descamación epitelial de dedos, aumento en la articulación tibio tarsiana y engrosamiento de huesos de las patas (Antillon y López, 1987; Barrón, 2008). Su deficiencia se traduce en un retraso, los huesos largos de las alas y las patas se ensanchan y acortan (Ávila, 1997).

La deficiencia causa hiperqueratosis y deformidades de los huesos, pero es clínicamente raro (Tully et al., 2009).

En los embriones de pollo afectados por la deficiencia de cinc el desarrollo del esqueleto está totalmente reducido, con los huesos largos, cortos y engrosados (Bondi, 1988).

La intoxicación produce signos como retraso en el crecimiento, anemia, retraso en la mineralización ósea, problemas de pigmentación en las plumas, pérdida extrema del plumaje y anorexia (Antillon y López, 1987; Barrón, 2008).

Los pájaros de aviario están expuestos a este metal masticando el zinc impregnado en el recubrimiento galvanizado de la jaula de alambre (Tully et al., 2009). Es común en loros que mastican juguetes o alambre galvanizado clínicamente presentan enteritis hemorrágica, regurgitación, vómitos, diarrea, anomalías neurológicas y la muerte (Harcourt y Chitty, 2005; Tully et al., 2009).

Las deficiencias de elementos minerales tales como calcio, zinc, y magnesio pueden estar asociadas con plumas frágiles y dermatitis (Ritchie et al., 1994).

1.7. Aproximación al Aparato digestivo del *Agapornis* y su fisiología digestiva

La digestión incluye todos los procesos físicos y químicos por los cuales el alimento es desdoblado y preparado para la absorción. Antes de poder utilizar cualquiera de los nutrientes que se encuentran en el alimento, éste debe digerirse (Ávila, 1997).

Cavidad oral

Los labios y dientes están ausentes en las aves, reemplazados con un pliegue cutáneo del pico córneo; los psitácidos tienen un pico extremadamente fuerte dotado de una musculatura adaptada para triturar semillas y frutos de cáscara dura (Olsen y Oros, 2000; Barrón, 2008).

El pico se utiliza para la prensión, la preparación de los alimentos y en algunas especies como loros para la locomoción (Ritchie et al., 1994).

La coana es una fisura mediana en el paladar duro que conecta la orofaringe con la cavidad nasal (Figura 9), es la abertura común de las trompas auditivas (Ritchie et al., 1994; Olsen y Oros, 2000).

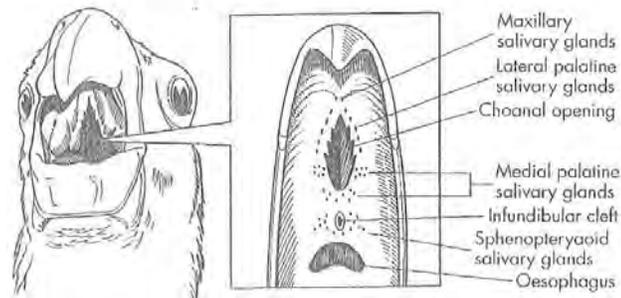


Figura 9. Cría de un psitácido ilustrando la coana, hendidura infundibular y glándulas salivales (Olsen y Oros, 2000).

La lengua posee una superficie rugosa o con espículas en la parte trasera que introduce el alimento hacia el esófago (Barrón, 2008). La lengua es carnosa y corta en aves comedoras de semillas y frutos secos, las papilas ayudan a mover el bolo alimenticio y evitar la regurgitación en aves domésticas (Olsen y Oros, 2000).

En loros la lengua es musculosa, esto permite que muchos loros puedan recoger alimentos tales como semillas y manipular los alimentos. Tiene una musculatura intrínseca, grasa y un tejido cavernoso vascular (Harcourt y Chitty, 2005).

En la laringe la epiglotis no está presente (Olsen y Oros, 2000).

Las glándulas salivales son numerosas y están extensamente distribuidas en el paladar, en la lengua, en el piso de la boca, en las mejillas y en la faringe (Harcourt y Chitty, 2005). Están mejor desarrolladas en aves que comen alimento seco y están dispersas por la orofaringe. Las glándulas salivales secretan moco que actúa como un lubricante en la deglución (Olsen y Oros, 2000).

La saliva secretada en pequeñas cantidades contiene amilasa que convierte el almidón en glucosa, maltosa y dextrinas. La saliva ayuda a reblandecer el alimento (Ávila, 1997).

Existen tres etapas en la deglución: A) la lengua mueve el bolo alimenticio en el paladar, la comida es retenida en ese lugar con una secreción mucosa. La apertura de la coana se cierra. B) la lengua arrastra el bolo caudalmente con un movimiento de rostral a caudal, la hendidura infundibular y la glotis se cierran reflejamente. C) La laringe transporta los alimentos hacia el esófago en un movimiento de rostral a caudal (Olsen y Oros, 2000).

Esófago

El esófago tiene paredes delgadas que son distensibles. La porción cervical del esófago y el buche se encuentran en el lado derecho del cuello. La superficie interna del esófago es plegada incrementando la distensibilidad. El esófago se amplía lateralmente para formar el ingluvis (Olsen y Oros, 2000; Barrón, 2008).

Buche o ingluvis

El buche o ingluvis es un saco esofágico con expansión simétrica bilateral del esófago cervical, desarrolla funciones de almacén y da paso al alimento. En éste órgano el alimento se humedece con agua y saliva de la boca, de modo que el buche permite a las aves consumir grandes cantidades de alimento. Del buche el alimento pasa al proventrículo (Ávila, 1997; Olsen y Oros, 2000).

El esófago y el buche transportan la comida en etapas: la comida pasa directamente del buche al proventrículo o la primera porción del estómago, la peristálsis propulsa la comida en el tracto gastrointestinal. La retroperistálsis es responsable de la secreción alimenticia en el buche (Olsen y Oros, 2000).

Proventrículo

El proventrículo o estómago glandular también conocido como estómago verdadero es la primera porción con glándulas que secretan jugo gástrico con células secretoras de ácido clorhídrico y pepsina (Figura 10). El proventrículo y ventrículo mezclan el ácido clorhídrico y la pepsina. El alimento mezclado con el jugo gástrico va a la molleja (Ávila, 1997; Olsen y Oros, 2000; Barrón, 2008).

El jugo gástrico contiene agua, HCl y pepsina que desdobla las proteínas en proteosomas y peptonas (Ávila, 1997).

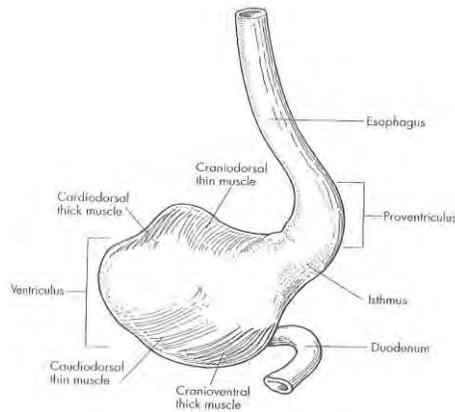


Figura 10. Proventrículo y ventrículo de un Psitácido (Olsen y Oros, 2000).

Ventrículo

El ventrículo (molleja) es la porción muscular del estómago siendo más pronunciado en granívoros (Figura 10). Las células principales excretan la proteína gástrica promotora de la proteólisis y que mantiene un pH bajo. Las secreciones gástricas de granívoros son menos ácidas que en rapaces (Olsen y Oros, 2000).

Los músculos están cubiertos internamente por epitelio cornificado. El epitelio superficial del ventrículo tiene una cutícula dura que ayuda en la digestión mecánica junto con la presencia del grit (Ávila, 1997; Olsen y Oros, 2000).

En los loros la molleja es extremadamente muscular pues internamente y externamente está adaptada para la molienda del alimento y el grit. La superficie interna está cubierta de una cutícula proteica; un complejo de carbohidrato y proteína y no queratina (Koutsos et al., 2001; Harcourt y Chitty, 2005).

El grit (arena) en la dieta de las aves ayuda al proceso de molienda de los alimentos (semillas enteras) proporciona de éste modo un sustrato sobre el que

las enzimas digestivas puedan actuar, conduce a una mejor acción digestiva y mejor asimilación de los alimentos principalmente si estos son altos en fibra cruda (Murillo et al., 1986; Ritchie et al., 1994; Barrón, 2008).

Ha habido numerosos informes de las aves, especialmente con problemas de salud y apetito deprimido consumiendo grandes cantidades de arena con desarrollo de impactaciones de ingluvis y gastrointestinales. Teniendo en cuenta la pequeña posibilidad de beneficio y el riesgo potencial, la alimentación ad libitum de arena debe ser evitado (Ritchie et al., 1994).

Cuando el ventrículo está vacío la actividad disminuye pero una vez que entra el alimento se incrementan las contracciones musculares. Entre más grandes sean las partículas de alimento más intensas son las contracciones (Barrón, 2008). Las contracciones propulsan la comida en direcciones alternadas entre el proventrículo y la molleja (Olsen y Oros, 2000).

El alimento se mueve hacia adelante y atrás entre el proventrículo y ventrículo para facilitar la digestión (Aguilar et al., 2010).

Intestino delgado

El intestino tiene tres tipos de células epiteliales: células principales con un borde de cepillo para la absorción, células caliciformes las cuales secretan moco y

células endócrinas junto con el páncreas difunden sustancias endócrinas (Harcourt y Chitty, 2005).

La absorción es la principal función del intestino delgado, aumentando la superficie de su capa mucosa y submucosa presentando pliegues formando las vellosidades intestinales. Otra forma de aumentar el área de absorción a nivel celular son las microvellosidades desarrolladas por células epiteliales (Koutsos et al., 2001; Estrada y Uribe, 2002).

El contenido del páncreas es vertido en el asa duodenal. El duodeno recibe el conducto del hígado y páncreas (Olsen y Oros, 2000).

El divertículo vitelino (divertículo de Meckel) es un remanente del conducto vitelino y está ubicado en la unión entre el íleon y el yeyuno (Aguilar et al., 2010).

La digestión química y absorción de alimentos tienen lugar en el intestino delgado (Olsen y Oros, 2000). El jugo intestinal de la pared del intestino delgado contiene peptidasas que desdobla los péptidos en aminoácidos, maltasa que rompe la maltosa en glucosa, sacarasa que convierte la sacarosa en glucosa y fructosa y la enzima 1-6 glucosidasa que desdobla las dextrinas en glucosa y maltosa (Ávila, 1997).

Las vitaminas y los elementos minerales no sufren ningún cambio durante la digestión (Ávila, 1997).

Páncreas

La función exocrina del páncreas proporciona la fase química de la digestión en el intestino delgado con secreciones de amilasa, lipasa y tripsina e incrementa el pH con la secreción de bicarbonato (HCO_3) (Olsen y Oros, 2000). El jugo pancreático contiene tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidasa actúa sobre proteínas, dividiéndolas en peptonas y péptidos; amilasa que desdobla el almidón en glucosa, maltosa y dextrinas, además lipasa que actúa en las grasas convirtiéndolas en ácidos grasos y monoglicéridos (Ávila, 1997).

La tripsina y la quimotripsina son secretadas como precursores inactivos y se convierten en activas sólo cuando entran en el duodeno. El activador es localmente producido, la enzima enteroquinasa que cambia el tripsinógeno a tripsina. Esto evita que el páncreas sea digerido por sus propias enzimas (Ritchie et al., 1994).

Las células de los islotes de Langerhans proveen la función endócrina (Olsen y Oros, 2000).

Hígado

El Hígado es una glándula anexa del sistema digestivo produce sales biliares que favorecen el proceso de la digestión de las grasas, es indispensable en la absorción de lípidos (Barrón, 2008). La vesícula biliar está ausente en muchas especies de loros, el lóbulo derecho del hígado tiene el ducto biliar que drena hacia el duodeno (Olsen y Oros, 2000; Harcourt y Chitty, 2005). Órganos del aparato digestivo de psitácidos (Figura 11 y 12).

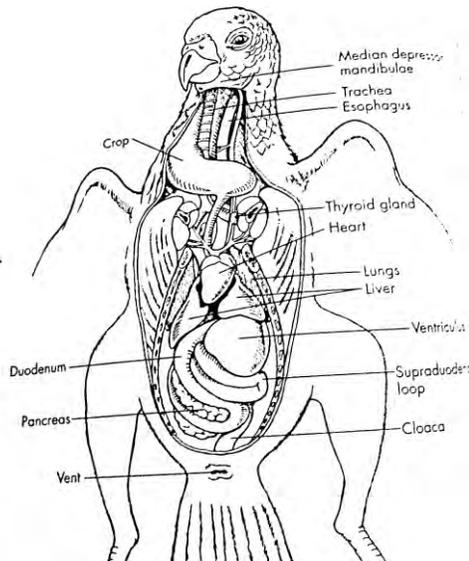


Figura 11. Tracto digestivo de un Psitácido (Olsen y Oros, 2000).

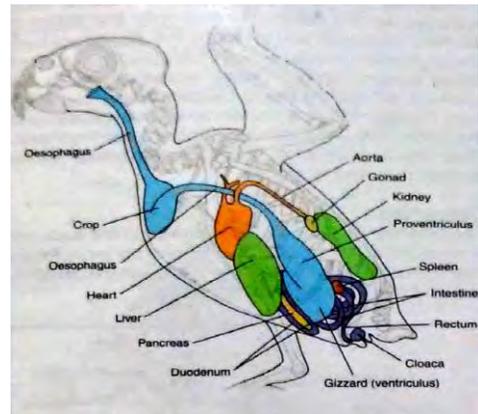


Figura 12. Vista lateral izquierda de los órganos de un loro (Harcourt y Chitty, 2005).

Entre el intestino delgado y el intestino grueso se localizan dos sacos conocidos como ciegos (Barrón, 2008). El ciego descompone la celulosa con bacterias simbióticas y reabsorbe el agua (Olsen y Oros, 2000). En el caso de Psittaciformes esta estructura no está desarrollada puede estar ausente o reducido en loros

como un vestigio del ciego (Ritchie et al., 1994; Olsen y Oros, 2000; Koutsos et al., 2001; Barrón, 2008).

Intestino grueso

El intestino grueso en *Psittaciformes* adultas es corto. El recto y la cloaca reabsorben agua del contenido intestinal y de la orina ureteral (especialmente en aves del desierto) (Olsen y Oros, 2000).

El colon no es más grueso que el intestino delgado (Aguilar, 2010).

Las secreciones del intestino grueso se componen de un líquido acuoso carente de enzimas que contiene bicarbonato sódico y mucina que lubrica los restos de los alimentos a su paso por el intestino grueso así como la superficie interna. La digestión en el intestino grueso tiene lugar como resultado de la actividad microbiana (Bondi, 1988).

Los ácidos grasos producidos en la luz del intestino grueso, agua y electrolitos se absorben a través del epitelio del intestino grueso. El intestino grueso es muy eficiente en la absorción de agua (Bondi, 1988).

Cloaca

La cloaca consta de tres compartimentos: el coprodeum continuo al recto, es el área de la cloaca donde termina el tracto gastrointestinal; el urodeum que contiene las aberturas de los uréteres siendo el final del tracto renal y reproductivo; y el proctodeo con los conductos genitales (Ritchie et al., 1994; Aguilar et al., 2010). Las heces, la orina, el semen y los huevos se evacuan a través del proctodeo (Aguilar et al., 2010). La cloaca es un órgano excretor común para los sistemas digestivo y genitourinario y termina externamente en el ano. Los residuos no digeridos son excretados en las heces (Ávila, 1997).

La digestión es rápida en las aves lleva alrededor de dos y media horas en la gallina en producción pero es más lenta en gallinas que no están produciendo huevos (Ávila, 1997). El tiempo medio de retención de la digesta en psitácidos no ha sido bien estudiado sin embargo en granívoros se sabe que es de aproximadamente 40- 100 minutos (Koutsos et al., 2001).

1.8. Ecología intestinal: bacterias

La microflora intestinal es una parte integral del sistema digestivo de todos los animales. Las bacterias gastrointestinales obtienen la mayor parte de su energía para reproducción y crecimiento a partir de los componentes de la dieta que son o bien resistentes al ataque de los fluidos digestivos o bien absorbidos tan

lentamente que las bacterias pueden competir con éxito por ellos (Apajalahti y Kettunen, 2002).

En el tracto gastrointestinal diversas comunidades bacterianas de diversos géneros incluyen *Bifidobacterium spp*, *Bacteroides spp*, *Eubacterium spp*, *Enterococcus spp* más grupos menores tales como *Clostridia* y *Lactobacillus spp*. Generalmente poblaciones microbianas en los ciegos de pollo parecen estar poco afectadas por cambios en la dieta. Bifidobacterias y Lactobacilos a menudo se consideran microorganismos beneficiosos. Por el contrario, muchas enterobacterias y clostridios son considerados como microorganismos indeseables produciendo metabolitos tóxicos. En consecuencia un aumento de la el crecimiento de las bifidobacterias y los lactobacilos con una disminución de las enterobacterias y una clostridios podría ser de beneficio para el animal huésped (Fernández et al., 2010).

La comunidad bacteriana en un momento de tiempo dado refleja entonces la capacidad de cada grupo bacteriano para competir frente a otros grupos y frente al sistema de defensa del huésped en unas determinadas condiciones físicas y químicas del medio (Apajalahti y Kettunen, 2002).

La composición de la dieta o en la densidad de nutrientes pueden tener efectos muy importantes sobre la población microbiana intestinal lo que a su vez influye en

la habilidad de los animales para digerir y absorber nutrientes (Apajalahti y Kettunen, 2002).

La adherencia de unas bacterias con otras forma microcolonias permitiendo el desarrollo de un “estrato bacteriano”, el cual puede componerse de una sola especie que evoluciona a una comunidad compleja de diferentes especies de bacterias (Mérida, 2008).

La distribución de bacterias en el tracto gastrointestinal es característica de cada región, por ejemplo en el estómago e intestino delgado hay poca densidad bacteriana debido al pH bajo y el tránsito intestinal rápido. El íleon presenta mayor cantidad de bacterias y mayor diversidad que en la parte anterior del intestino. El intestino grueso y el ciego son el principal sitio de colonización bacteriana con altos grados de ácidos grasos de cadena corta (Mérida, 2008).

La microbiota intestinal en el pollo se compone de bacterias autóctonas o indígenas como ácido lácticas y Bifidobacterias ocupando todos los hábitats y nichos disponibles. El otro tipo de bacterias aloautóctonas se encuentran en un hábitat que usualmente no están establecidas debido a que provienen del agua, alimento u otro órgano del huésped (Mérida, 2008).

Las bacterias benéficas como Lactobacilos y Bifidobacterias constituyen una barrera contra patógenos teniendo como mecanismos: la competencia por sitios

de colonización, excreción de productos antimicrobianos o bacteriocinas, competencia por nutrientes y estímulo antigénico del sistema inmune (Mérida, 2008).

Los *Lactobacillus* son capaces de neutralizar algunas enterotoxinas y producir ácidos orgánicos a partir de la fibra, reducir el pH intestinal y con esto inhibir el crecimiento de bacterias patógenas (Gómez et al., 2012).

Es por tanto posible cambiar la comunidad microbiana de bacterias patógenas a no patógenas mediante cambios en la dieta y consecuentemente en la dinámica intestinal. Determinadas especies pueden ser estimuladas por ciertos componentes de la dieta tales como los probióticos, fibra dietética, oligosacáridos y por los componentes estructurales de las croquetas compuestas (Apajalahti y Kettunen, 2002).

El suministro de prebióticos no será efectivo sin la presencia de las bacterias beneficiosas, mientras que los probióticos no serán efectivos si el medio en el que se introducen es desfavorable. De hecho un producto simbiótico que contenga simultáneamente una estirpe probiótica y un prebiótico que favorezca el crecimiento de esa estirpe puede ser una buena solución (Apajalahti y Kettunen, 2002).

La microbiota intestinal tiene como función la fermentación de carbohidratos para la obtención de energía, el crecimiento bacteriano es estimulado y son producidos metabolitos secundarios como ácidos grasos de cadena corta (AGCC), gases de H₂, CO₂ y CH₄. Las proteínas y los aminoácidos también son substratos para las bacterias así como los prebióticos que son fermentados de los cuales se obtienen AGCC (Figura 13). Una de las propiedades importantes de los AGCC (propionato, butirato y acetato) es su aporte de energía para el epitelio intestinal, participan en el control de varios procesos al modificar el pH sobre las células intestinales, la proliferación mucosal, la inflamación, carcinogénesis colorectal, absorción de elementos minerales y eliminación de compuestos nitrogenados (Marti et al., 2003; Mérida, 2008).

La presencia de grandes cantidades de AGCC (acético, propiónico y butírico) incrementa la absorción del calcio y magnesio a través del aumento de la solubilización de sales de calcio (Olagnero et al., 2007).

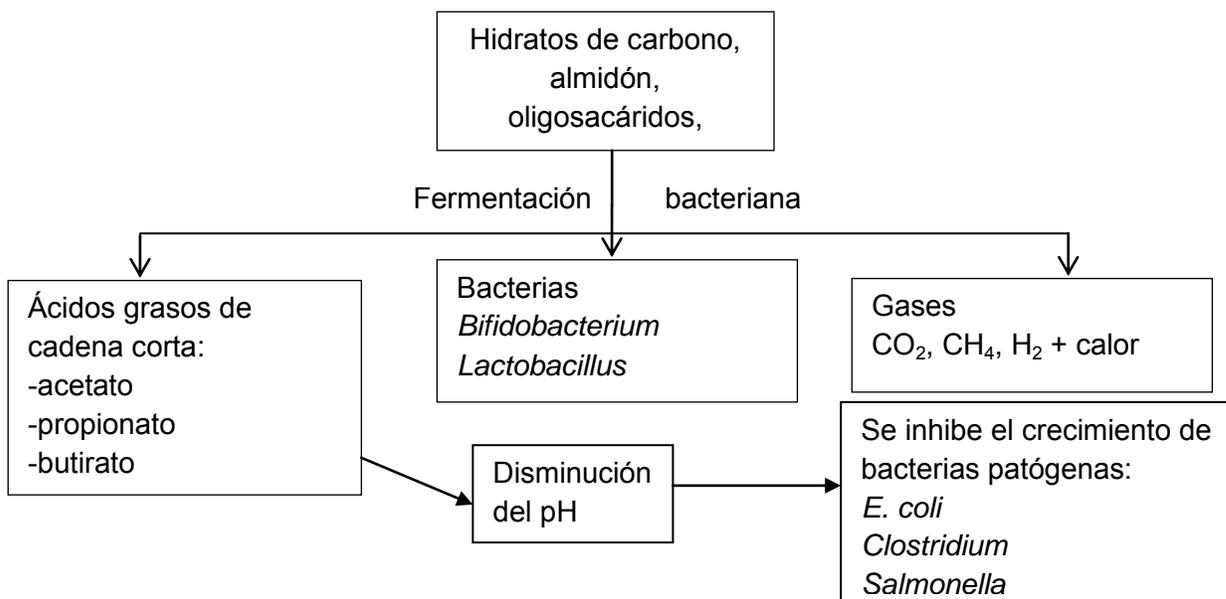


Figura 13. Esquema de la fermentación de hidratos de carbono por las bacterias del colon (Marti, 2003; Olagnero et al., 2007).

Una parte de los AGCC son eliminados a través de las deposiciones y la otra es utilizada por las bacterias para su propio metabolismo. El butirato es la principal parte de los AGCC utilizada por las bacterias para su propio metabolismo por lo tanto es la principal fuente de energía utilizada por el epitelio colónico y se ha evidenciado que ejerce efectos funcionales como la estimulación del crecimiento de la mucosa colónica (Olagnero et al., 2007).

1.9. Características que debe cumplir un prebiótico

En 1995 Gibson y Roberfroid definieron un prebiótico como un ingrediente alimentario no digerible que estimula selectivamente el crecimiento o actividad de una bacteria o limitado grupo de bacterias del colon (Marti et al., 2003; Gil, 2010).

Los prebióticos al ser ingeridos por el animal le confiere beneficios a la salud y bienestar por la estimulación selectiva del crecimiento o actividad metabólica de un número limitado de microorganismos intestinales o bacterias colónicas (Olagnero et al., 2007; Mérida, 2008; Pardo, 2009). Los prebióticos pueden ser utilizados como sustratos por bacterias específicas digestivas provocando una estimulación del crecimiento y actividad de grupos selectivos bacterianos en los órganos digestivos (Pardo, 2009).

Los prebióticos son compuestos que se caracterizan por ser moléculas de gran tamaño que no pueden ser digeridas por las enzimas digestivas del tracto gastrointestinal alto, alcanzando el intestino grueso donde son degradados por la microflora bacteriana principalmente por las Bifidobacterias y Lactobacilos, generando de esta forma una biomasa bacteriana saludable (Olagnero et al., 2007). Favorecen la multiplicación de las bacterias beneficiosas más que de las perjudiciales (Organización Mundial de Gastroenterología, 2008).

Para que un alimento o ingrediente sea considerado prebiótico debe cumplir los siguientes criterios: 1. Resistir la acidez gástrica, hidrólisis de enzimas y absorción gastrointestinal, 2. Ser fermentado por la microbiota intestinal, bacterias benéficas del colon como Bifidobacterias y Lactobacilos 3. Estimular selectivamente el crecimiento y/o actividad de bacterias intestinales asociadas con salud y bienestar, por ejemplo reduciendo el número de organismos putrefactivos e incrementado las especies sacarolíticas (Olagnero et al., 2007; Mérida, 2008), y 4. Ser de origen vegetal (De las Cagigas y Blanco, 2002).

Los prebióticos escapan de la digestión del tracto intestinal superior y favorecen la motilidad del intestino así como el tránsito del mismo al ser el sustrato para los probióticos (De las Cagigas y Blanco, 2002). Están clasificados como compuestos de fibra dietética por incrementar el volumen fecal y el contenido de agua en las heces mejorando la frecuencia y consistencia de las mismas. Los efectos de un prebiótico son: incremento en la producción de ácidos grasos de cadena corta,

estimulación del crecimiento de bacterias ácido lácticas, mejora de la biodisponibilidad de minerales, reducción de niveles de colesterol y triglicéridos en suero y disminución del riesgo de cáncer (Mérida, 2008).

1.10. Descripción de los Mananooligosacáridos como prebiótico

El prebiótico a base de mananooligosacáridos (MOS) es sintetizado a partir de la pared celular externa de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, obtenida de la industria de cervecería y fue introducido como aditivo en la alimentación de los pollos de engorda hace 15 años (Mérida, 2008; Pardo, 2009).

Los mananooligosacáridos fosforilados fueron introducidos como aditivo para croquetas de pollos de engorda. La estabilidad de los MOS al calor por vapor durante el peletizado ha sido una ventaja permitiendo que sean agregados directamente en la mezcladora (Beltrán, 2009).

Las paredes celulares del *Saccharomyces cerevisiae* demuestran beneficios en la producción de las aves debido a la composición de polisacáridos (80 a 85 %) presentes en las paredes (Arce et al., 2005). La composición básica de la pared se compone de manano o manosa (30%), glucano, glucosa (30%) y proteínas (12.5%) (Yang et al., 2009).

La estructura de la pared celular de levadura es resistente a la degradación de las enzimas y las bacterias del tracto digestivo (Teixeira et al., 2006).

La resistencia a la digestión en el tracto gastrointestinal superior y a la fermentación en el intestino grueso, es uno de los principales criterios para la selección de tales oligosacáridos prebióticos (Teixeira et al., 2006).

La propuesta de Trowell's del año 1999, incluyó en la definición de "fibra dietética" a oligosacáridos, polisacáridos, ligninas y otras sustancias asociadas a los vegetales. Las fibras alimentarias solubles (FAS) o totalmente fermentables son aquellas que forman geles en contacto con el agua (Olagnero et al., 2007).

Se caracterizan por ser rápidamente degradadas por la microflora del colon. Este proceso de fermentación depende en gran medida del grado de solubilidad y del tamaño de sus partículas, de manera que las fibras más solubles y más pequeñas tienen un mayor y más rápido grado de fermentación (Olagnero et al., 2007).

La fermentación da lugar entre otros productos a AGCC. Los efectos fisiológicos atribuidos más importantes de estos subproductos consisten en disminuir el pH intraluminal, estimular la reabsorción de agua y sodio, fundamentalmente a nivel de colon ascendente y potenciar la absorción de cationes bivalentes (Olagnero et al., 2007).

Estas moléculas son escasamente degradadas por la acción de las enzimas del tracto gastrointestinal por lo cual llegan intactas al colon donde son fermentadas parcialmente por las bacterias colónicas anaeróbicas. Por este motivo y por su capacidad de retener agua aumentan la masa y el peso de las heces estimulando la velocidad de evacuación intestinal (Olagnero et al., 2007).

1.10.1. Efectos de los mananoligosacáridos

El empleo de oligosacáridos ha tenido buenos resultados en cuanto a la absorción mineral. En un experimento con ratas ovariectomizadas que fueron alimentadas con una dieta semisintética que contiene 0,5% de Ca, más 0, 25, 50, 100 g oligofruktosa/ kg dieta o dietas que contienen 1,0% Ca, más 0 y 50 g de oligofruktosa/ kg dieta de 16 semanas. Fue atestiguada la absorción de Ca en ciego, colon y recto. En ratas ovariectomizadas adultas la excreción urinaria de fósforo se reduce cuando la dieta contenía 0,5% de Ca y > 5% de oligofruktosa (Scholz-Ahrens et al., 2001).

También las ratas jóvenes mejoraron significativamente la absorción aparente de magnesio y en cuanto al hierro estimuló su retención en ratas en crecimiento. Además se observó la recuperación de la anemia inducida por la dieta, al añadir oligofruktosa debido a la absorción aparente de hierro. Otro resultado que se obtuvo de la absorción aparente de zinc fue significativamente mayor en ratas que consumen una dieta suplementada con oligofruktosa. Los resultados están

probablemente relacionados con la fermentación de carbohidratos por la flora intestinal y puede depender de la dosis ingerida dentro de un rango limitado (Scholz-Ahrens et al., 2001).

En un estudio realizado por Freitas et al. (2011) con ratas a las que se les administró 50 g/ Kg de dieta de galactooligosacáridos por ocho semanas. Los resultados fueron menor cantidad de calcio desechada en heces, aunque a un grupo se le realizó gastrectomía aun así la absorción aparente de calcio aumentó, al igual que el calcio sérico.

Otro artículo científico realizado por Ohta et al. (1995) en el que proporcionó fructooligosacáridos (50 g/ Kg) en ratas con anemia por 2 semanas, aumentó la absorción de Ca, Mg y Fe. Fue relacionado con la fermentación en intestino grueso, ciego y colon.

En humanos en un estudio con voluntarios ileostomizados la ingestión de oligofruktosa no modificó el tránsito de Ca, Mg, Zn y Fe sugiriendo que la absorción mineral tiene lugar en el colon. A las 24 horas no se observó incremento de la absorción mineral sin embargo a las 36 horas el resultado fue significativo al haber mayor absorción de calcio. El principal efecto de los prebióticos responsable de la mayor absorción mineral en humanos está relacionado con ser alimentos del colon, es decir que sirve como substrato para la flora intestinal (Pérez et al., 2004).

Su solubilidad en agua condiciona la formación de geles viscosos en el intestino favoreciendo la absorción de agua y sodio. Desde el punto de vista fisiológico intestinal, estas fibras retrasan el vaciamiento gástrico por lo que se les atribuye efecto hipolipemiante y disminución de la respuesta glucémica (Olagnero et al., 2007).

Exclusión competitiva en la microflora intestinal. Los MOS favorecen el crecimiento de microbios beneficiosos como *Lactobacillus plantarum* que poseen receptores sensibles a la manosa y capaces de adherirse a la mucosa intestinal mediante un revestimiento de la pared intestinal bloqueando así la adhesión de bacterias patógenas e impidiendo su colonización (Pardo, 2009; Gómez et al., 2012).

Anti adhesivo. Tienen alta afinidad de unión, proporcionando un sitio de unión competitiva para las bacterias-oligosacáridos específico (Sales et al., 2015). Cuando las bacterias fimbria tipo 1 se adhieren a las glicoproteínas del manano no atacan la pared celular del intestino, no colonizan y son expulsados del intestino junto con las heces. En el experimento de Oyofe et al. 1989 mencionado por Mérida (2008) consistió en adicionar diferentes azúcares al agua de bebida de pollos de engorda. El grupo de pollos al que se le proporcionó manosa y que fue desafiado con *S. typhimurium* mostró el menor grado de infección así como el número más bajo de Salmonellas viables por gramo de contenido cecal (Mérida, 2008).

En la aglutinación de bacterias con fimbrias como *Salmonella* y *E.coli*. Su principal mecanismo de acción es la unión de manosa específica de mananooligosacáridos a la lecitina (FIMH) de bacterias gram negativas. Esto impide la adherencia de las bacterias a las células del epitelio intestinal. Como consecuencia se produce el bloqueo de la colonización y proliferación de poblaciones bacterianas en el intestino (Santurio, 2011).

A través de un estudio realizado por Sarmiento et al. (2009) se compararon los siguientes grupos de pollos de engorda: primer grupo sin tratamiento e inoculado con *Salmonella enteritidis*, el segundo grupo con MOS y *S. enteritidis*, el tercer grupo con MOS más antibiótico y *S. enteritidis* y el cuarto grupo con antibiótico y *S. enteritidis*. En las pruebas microbiológicas en los tratamientos 2 y 3 se presentó un incremento de bacterias ácido-lácticas por la adición del MOS, el número de bacterias que incrementó en la materia fecal fue de *Salmonella enteritidis*, sin que se presentaran evidencias patológicas de enfermedad; también hubo incremento de *Escherichia coli*. Histológicamente los tratamientos que presentaron mejor respuesta fueron los 2 y 3 ($p \leq 0.05$) con crecimiento críptico mayor. Además los mananooligosacáridos suministrados a las aves con 1g/kg de alimento, ya sea solo o adicionado conjuntamente con antibiótico ejerció un efecto en los parámetros productivos de los pollos de engorda y en la conversión alimenticia (Sarmiento et al., 2009).

Modulación del sistema inmune. Una de las hipótesis es que el tejido linfoide asociado al intestino (GALT) detecta la presencia de microbios por medio del reconocimiento de moléculas presentes únicamente en esos microorganismos, no estando relacionadas con células del hospedero. Estas moléculas llamadas patrones moleculares asociados a patógenos, se incluyen los componentes de manano y glucano de la pared celular de la levadura, éstos polisacáridos son reconocidos como inmunoestimulantes junto con otras moléculas como peptidoglicanos, lipopolisacáridos y glicolípidos. El manano y glucano de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* es reconocido por receptores de GALT, activando la respuesta inmune como la fagocitosis, la vía alterna del complemento y la vía de la lecitina (Arce et al., 2005; Mérida, 2008).

Los mananooligosacáridos son capaces de inducir la activación de los macrófagos por medio de la saturación de sus receptores de manosa que se proyectan en la superficie de la membrana celular de los macrófagos. Una vez que tres o más de esos lugares han sido saturados se inicia una reacción en cadena que da origen a la activación de los macrófagos y la liberación de las citocinas significando por lo tanto, la instalación de la respuesta de inmunidad adquirida (Pardo, 2009).

La suplementación con MOS se ha informado que modula la inmunidad al aumentar la concentración de IgA en mucosa intestinal de ratas, incrementar la IgA biliar e IgG sistémica de los pavos, al activar los neutrófilos en perros y peces; así como el aumento de linfocitos séricos e IgA en suero e ileon de canideos

(Swason et al., 2002). Los Lactobacilos y linfocitos proliferan con los MOS (Santurio, 2011).

En gallinas reproductoras suplementadas con MOS a 0.5 g/ Kg por dos semanas y vacunadas contra la infección de la bolsa de Fabricio se registraron títulos más altos de anticuerpos cuatro semanas después (Mérida, 2008).

Se ha observado un incremento en la largura de las vellosidades del yeyuno e íleon de pollo alimentados con Bio-Mos® y cuando se adicionó un simbiótico (Bio-Mos® más un probiótico) hubo un efecto en la largura de vellosidades de duodeno e íleon, en éste último la profundidad de las criptas fueron más grandes al igual que la relación largura- profundidad de la cripta lo cual indica mayor superficie de absorción de los nutrientes (Mérida, 2008).

Otro estudio de Arce (2005) con mananoligosacaridos (MOS) utilizados en dos experimentos a dosis 0.5 Kg/t, 1.0 Kg/t, 1.5 Kg/t sin antibiótico y 1.0 Kg/t más antibiótico (avilamicina) y el otro experimento con dosis de MOS a 0.5 Kg/t, 0.250 Kg/t sin antibiótico y 0.5 y 0.25 Kg/t de MOS más antibiótico. Los resultados fueron mayor peso corporal (2591 g y 2714 g) en pollos con avilamicina (100g/t) y 1.0 Kg/t de MOS y el otro con avilamicina más 0.5 Kg/t de MOS. La respuesta mejor obtenida con las diferentes dosis de MOS fue a 0.5 Kg/ton aproximándose a los resultados obtenidos con antibiótico y MOS (Arce et al., 2005).

El estudio anterior evidencia un sinergismo de MOS y antibióticos que sin duda favorecen el incremento de la flora benéfica en el tracto intestinal permitiendo tener los beneficios potenciales de estos ingredientes en la industria del pollo de engorda (Arce et al., 2005).

En un estudio realizado por Yang et al. (2009) en pollos de engorda determinaron que hubo cambios significativos en la concentración de ARN en comparación a la proteína y al ADN en íleon indicando que se están dando procesos de digestión y absorción de nutrientes debido a que se encontró un aumento de la producción enzimática del borde de cepillo y aumento en la cantidad de L- triptófano absorbido en el yeyuno en pollos de 21 días de edad. En otro estudio realizado por Baurhoo, et al (2007) en pollos de 42 días de edad donde se suplemento con MOS, tuvieron más células caliciformes en la vellosidad. Las células caliciformes producen moco que cubre el epitelio del tracto intestinal protegiendo a la mucosa de sustancias químicas o microorganismos patógenos y la influencia en el transporte luminal y la membrana de borde de cepillo (Mérida, 2008).

2. Justificación

En varios estudios con ratas, pollos y humanos se han evidenciado los efectos benéficos en la salud del individuo, así como en la absorción de elementos minerales (Ca, Fe, Zn, Mg, Na) en colon, recto y ciegos al añadir oligosacáridos en la dieta.

Considerando a los elementos minerales indispensables para el organismo animal, constituyentes en funciones vitales corporales, formando parte de órganos, tegumentos y apéndices (plumas) siendo éstos últimos otra opción para evaluar la deposición de elementos minerales, considerando a la pluma como una fuente de biomonitorio aparte de la absorción aparente en heces al administrar un prebiótico de mananoligosacáridos (MOS) en los *Agapornis roseicollis*. Pues en estudios con plumas se han detectado compuestos ambientales que circulaban en el organismo del ave.

Debido a que los estudios científicos sobre mananoligosacáridos en aves son destinados principalmente a la industria pecuaria y no existe información sobre los MOS proporcionados a los *Agapornis roseicollis* es importante establecer un estudio experimental que incluya a los *A. roseicollis* generando nueva información sobre el efecto de los MOS y que puedan complementar la dieta ofrecida por el propietario beneficiando la salud intestinal del *A. roseicollis*. Además de que existe una creciente popularidad de los psitácidos como animales de compañía.

3. Hipótesis

El uso de mananoligosacáridos en la dieta de *Agapornis roseicollis* incrementará significativamente la absorción de elementos minerales (Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Na y K) en el tubo gastrointestinal e incrementará la deposición de elementos minerales en las plumas de las aves.

4. Objetivo general

Evaluar la digestibilidad aparente de elementos minerales y su deposición en plumas de *Agapornis roseicollis* en un periodo de 75 días, aportando a la dieta dos diferentes dosis de mananoligosacáridos proporcionados como prebióticos.

4.1. Objetivos específicos

- Analizar a través de las heces de *Agapornis roseicollis* la digestibilidad aparente de elementos minerales (Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Na, P y K) aportando a la dieta dos diferentes dosis de mananoligosacáridos proporcionados como prebióticos.

- Analizar el contenido de elementos minerales (Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Na, P y K) depositados en las plumas coperteras, remiges y timoneras de

Agapornis roseicollis aportando a la dieta dos diferentes dosis de mananoligosacáridos proporcionados como prebióticos.

5. Material y métodos

5.1. Sujetos de estudio y su establecimiento

Se colocaron ocho aves de la especie *Agapornis roseicollis* de aproximadamente 1.5 años a 2 años de edad en jaulas individuales con medidas de 33 cm largo, 25 cm ancho y 30 cm de alto, con un bebedero, un comedero de plástico y un columpio.

Su ubicación fue en un domicilio particular en México, D.F, Delegación Miguel Hidalgo durante 75 días. Las condiciones climáticas fueron: Noviembre 2014 Temp. min 13.2°C, Temp. máx 26.7°C, Humedad relativa 60 %; Diciembre 2014 Temp. min 12°C, Temp. máx 26.5°C, Humedad relativa 60 %; Enero 2015 Temp. min 14.2°C, Temp. máx 26.4°C, Humedad relativa 56 %, febrero 2015 Temp. min 13.2°C, Temp. máx 29.9°C, Humedad relativa 51% (CONAGUA, 2014-2015).

5.2. Alimentación

El alimento proporcionado para los dos grupos fue la dieta en pellet comercial, Mazuri® para pequeñas aves (psitácidos y passeriformes).

Se formaron los siguientes grupos: el grupo A y B (4 aves en cada grupo), a los cuales se proporcionó mananoligosacáridos (MOS) usando el prebiótico Bio-Mos®, derivado de la pared celular de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Se administró en dos dosis diarias vía oral proporcionada a cada ave con jeringa diluido en un mililitro de agua epura®: grupo A (1.5 g/ kg de alimento), grupo B (2 g/ kg de alimento). Ambos grupos (8 aves) en un principio formaron su propio control. Las dosis de MOS fueron determinadas en base a un estudio previo, Solís (2015) en el que se utilizó 1 g/ Kg de alimento de Bio- Mos® en *A. roseicollis* sin respuesta estadística, es por eso que se decide incrementar la dosis anteriormente estudiada.

5.3. Manejo

Se separaron las parejas de *A. roseicollis*, colocando un ave por jaula pero manteniendo juntas las jaulas de la parvada conservando la sociabilidad de pareja y de grupo.

Diariamente por la mañana se realizó el pesaje de alimento restante del día anterior para obtener el alimento consumido. Posteriormente se hizo la recolección de muestras de heces y plumas.

El manejo consistió en la sujeción, con ayuda de una toalla pequeña se atrapó al ave para envolverla e inmovilizarla. Existen dos formas de contención física para

psitácidos pequeños: colocar la cabeza del ave entre los dedos índice y medio para que el cuerpo se quede en la palma de la mano o sujetar la cabeza suavemente entre el pulgar y el dedo índice (Samour, 2010). Ésta última técnica fue la que se utilizó para realizar la contención física de los *Agapornis roseicollis* para poder administrar el prebiótico (MOS) vía oral a cada individuo diluido en 1 mL de agua purificada (Figura 14 y 15).



Figura 14. Contención física.



Figura 15. Administración vía oral de mananooligosacáridos.

Al terminar de administrar el prebiótico de mananooligosacáridos se lavaban los comederos, bebederos y el piso de la jaula. La colocación de alimento nuevo y agua purificada a libre acceso fue diariamente. Después se exponían a un ambiente exterior del departamento con acceso a luz solar y sombra (Figura 16).



Figura 16. Jaulas en ambiente exterior manteniendo la unión de la parvada.

5.4. Toma de muestras

Las aves se colocaron individualmente, un ave por jaula después de estar por una semana en un periodo de adaptación al nuevo ambiente. Desde el inicio del experimento hasta el día 15 se ofreció la dieta en pellet sin adicionar el prebiótico de MOS siendo su mismo control el total de la parvada con 8 aves, para después formar el grupo A y B con 4 aves en cada grupo y proporcionar con una jeringa vía oral diluido en 1mL de agua purificada el prebiótico de MOS en 1.5 g/ kg de alimento es decir 12 mg por cada 8 g de alimento y 2 g/ kg de alimento igual a 16 mg por cada 8 g de alimento respectivamente hasta concluir el experimento en el día 75.

Heces. Se tomó la muestra fecal diariamente de cada ave, agrupadas por individuo cada 15 días para obtener 40 muestras totales, las cuales se congelaron.

Plumas. Diariamente se recolectaron las plumas de cada ave. Una muestra total por ave consistió en plumas recolectadas formando una mezcla de plumas coberteras, timoneras y remeras las cuales deberían pesar entre 100- 200 mg para poder ser procesadas en el laboratorio. Se obtuvieron 8 muestras totales sin administrar el prebiótico MOS y 8 muestras totales durante la administración del prebiótico MOS.

Alimento. El cálculo del consumo de alimento se hizo de la siguiente forma: se ofreció una cantidad de alimento (20 g) y se pesó diariamente el alimento no consumido por el ave, éste último se restó para conocer el consumo de alimento del ave. Se obtuvo una muestra del alimento ofrecido, Mazuri® para su análisis en el laboratorio.

5.5. Laboratorio

Las muestras de heces, plumas y alimento se procesaron en el Laboratorio de Bromatología y del Laboratorio de Toxicología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

5.6. Análisis de muestras

Digestión ácida

Las muestras de heces y alimento se secaron en el horno de desecación por 24 horas a 70°C. Se pesó 0.5 g de cada muestra y se colocó en tubos de ensaye añadiendo 1 mL de agua desmineralizada y 2 mL de ácido nítrico. En la platina a baño María, se calentaron los tubos de ensaye a 100°C por 24 horas. Se agregó 0.5 mL de peróxido de hidrógeno, después de enfriar los tubos con agua la

solución fue aforada a 14 mL con agua desmineralizada, filtrada, colocada en frascos y refrigerados a 4°C (Perkin, 1994; Horwitz, 2000).

Las plumas se pesaron para que correspondieran al peso deseado (100- 200 mg). Para retirar restos de alimento y heces adheridos a las plumas, fueron lavadas con agua desmineralizada y cortadas en pequeños trozos. En tubos de ensaye se colocaron las plumas agregando 0.5 mL de agua desmineralizada, 2 mL de ácido nítrico y 0.5 mL de peróxido de hidrógeno. Calentado las muestras en baño María en la platina a 100°C por 24 horas. La solución fue aforada a 14 mL con agua desmineralizada, filtrada y colocada en frascos, para mantenerlos en refrigeración a 4°C (Perkin, 1994; Horwitz, 2000).

La concentración de Ca, Mg, Cu, Fe y Zn en heces, plumas y alimento de *Agapornis roseicollis* se determinó por el método de espectrofotometría de absorción atómica (Brown et al., 1993; Perkin, 1994; Horwitz, 2000; Gutiérrez, 2011).

La concentración de K y Na en heces, plumas y alimento de *Agapornis roseicollis* se determinó por el método de espectrofotometría de emisión atómica (Brown et al., 1993; Horwitz, 2000; Gutiérrez, 2011).

La concentración de P en plumas, heces y dieta de *Agapornis roseicollis* se determinó por el método de espectrofotometría UV visible (Horwitz, 2000).

5.7. Cálculos de los datos de las muestras

Se hizo una base de datos con las lecturas obtenidas del espectrofotómetro lo que indica la concentración de elementos minerales en heces, alimento y plumas realizando los cálculos en el programa Microsoft Excel® con la absorbancia de los estándares de cada elemento mineral (Perkin, 1994).

Para los microgramos de elementos minerales de cada muestra, se obtuvieron por regresión lineal con la ecuación de la recta tomando en cuenta el aforo y la dilución (Mg, Ca, Na y K 1/50, P 1/10 en heces) dando una concentración final en microgramos de elemento mineral contenido en 0.5 g de muestra de heces, 0.5 g de alimento y 100- 200 mg de plumas (Perkin, 1994).

El consumo de alimento se obtuvo al ofrecer cierta cantidad de alimento restándole la cantidad de alimento sobrante diariamente y después promediado quincenalmente. Para el consumo de elemento mineral se multiplicó el consumo por la cantidad del mineral encontrada en el alimento comercial.

Para un mejor manejo de los datos los resultados se convirtieron a miligramos de elementos minerales heces y consumo de alimento. En las plumas no se realizó tal conversión conservando los datos en microgramos.

Los resultados se expresaron con los promedios correspondientes a cada grupo (sin tratamiento MOS, con tratamiento MOS: 1.5g /Kg y 2g/ Kg) quincenalmente.

El porcentaje de digestibilidad se calculó de la siguiente forma: a la cantidad consumida del elemento mineral se le restó la cantidad desechada en heces, dividiéndolo entre el consumo multiplicado por cien.

$$\% \text{ Digestibilidad} = \frac{\text{Cant. consumida} - \text{Cant. Desechada en heces}}{\text{Cant. consumida}} \times 100$$

5.8. Análisis estadístico

Se utilizó el análisis estadístico MANOVA para el estudio de la varianza unilateral para una fuente de variación o factor para las siguientes variables, como son: los dos tipos de tratamiento con 1.5 g/ Kg de alimento y 2 g/ Kg de alimento, el tiempo y la interacción del tratamiento con el tiempo.

6. Resultados

6.1. Alimento

La cantidad de elementos minerales contenidos en el alimento, analizados en el laboratorio son comparados con los requerimientos para psitácidos y el análisis garantizado por la marca Mazuri®, se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Comparación del contenido de elementos minerales en el alimento.

Elemento mineral	Requerimientos en psitácidos (Richie y Harrison, 1994; Olsen y Orosz, 2000; Barrón, 2008)	Análisis garantizado, Mazuri®	Análisis en el laboratorio de FMVZ, UNAM.
Ca	0.30% min. 0.50% mantenimiento. 1.2% máx.	0.90%	0.89%
P	0.30% min. 0.40% mantenimiento. 0.8% máx.	0.67%	1.97%
Relación Ca: P	1:1 o 1.5:1 min. 2:1 mantenimiento.	1.3: 0.67	1: 2.2
Mg	0.12%	0.17%	0.22%
Na	0.10% min. 0.12% min. 0.15% mantenimiento.	0.12%	2.07%
K	0.30% min. 0.40% min. 0.9%	0.54%	0.90%
Fe	60 ppm min. 80 ppm mantenimiento.	225 ppm	190 ppm
Cu	6 ppm min. 8 ppm mantenimiento.	12 ppm	8 ppm
Zn	40 ppm min. 50 ppm mantenimiento.	100 ppm	78 ppm

6.2. Consumo de alimento

En el consumo de elementos minerales (Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn) no se observó estadísticamente diferencia significativa entre ambos tratamientos (1.5 g/ Kg de alimento y 2 g/ Kg de alimento), así como interacción tiempo tratamiento ($P>0.05$). Sin embargo los resultados fueron significativos a través del tiempo, es decir una diferencia en el consumo de los *A. roseicollis* a lo largo del diseño experimental. Es por lo anterior que se aprecia en la gráfica el consumo de minerales a través del tiempo y no de los tratamientos.

En el cuadro 4 se aprecia la cantidad consumida de alimento y en el cuadro 5 se muestra el consumo de elementos minerales.

Cuadro 4. Consumo promedio de alimento en base seca.

Tiempo (días)	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75
Sin tratamiento (MOS)	120.90g				
Con tratamiento (MOS)		108.15g	125.91g	115.21g	124.88g

Cuadro 5. Consumo promedio de elementos minerales a lo largo del experimento en base seca.

Tiempo (días)	Elementos minerales							
	Macrominerales (Media±Desv. Est)					Microminerales (Media±Desv. Est)		
	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Cu	Zn
	Sin tratamiento (MOS)							
0 -15	996mg±88.5	2167mg±192.5	246mg±21.9	2281mg±202.7	989mg±81.7	21mg±1.8	0.9mg±0.0	8mg±0.7
Con tratamiento (MOS)								
15-30	891mg±106.2	1938mg±231.1	220mg±26.3	2041mg±243.3	884mg±338.4	18mg±2.2	0.8mg±0.1	7mg±0.9
30-45	1037mg±175.9	2256mg±382.6	256mg±43.5	2376mg±402.9	1030mg±294.2	21mg±3.7	0.9mg±0.1	9mg±1.5
45-60	949mg±187.4	2065mg±407.6	235mg±46.4	2174mg±429.1	942mg±345.8	20mg±3.9	0.9mg±0.1	8mg±1.6
60-75	1029mg±182.5	2238mg±396.9	254mg±45.1	2356mg±417.9	1021mg±330.0	21mg±3.8	0.9mg±0.1	8mg±1.5
Tiempo (días)				Significancia				
0 -15				0.0046**				
15-30				0.0105**				
30-45				0.0039**				
45-60				0.0636				
60-75				0.1130				
**Significativo= (P<0.05) solo para la variable tiempo, puesto que las demás variables (tratamientos y tratamiento/ tiempo) no resultaron significativas.								

Macrominerales: Ca, P, Mg, Na, K

En figura 17 se observa el consumo de alimento y sus respectivos macrominerales (Ca, P, Mg, Na, K) en base seca analizados en el laboratorio.

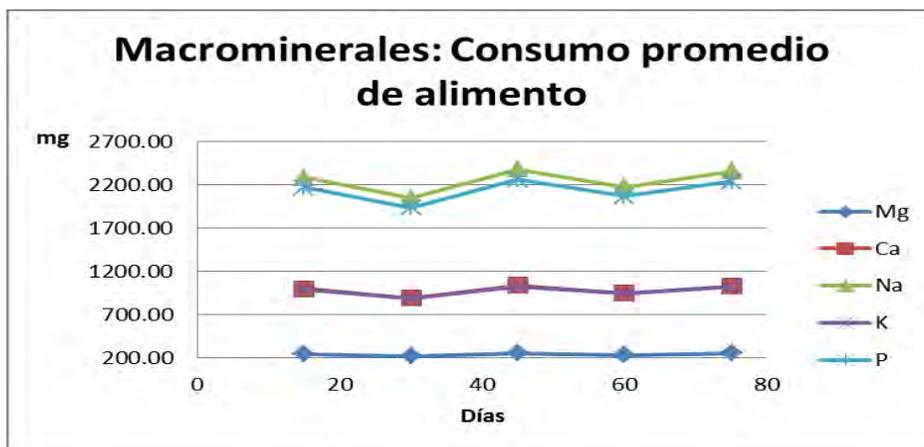


Figura 17. Macrominerales: consumo promedio en el alimento.

Microminerales: Fe, Cu, Zn

En la figura 18 se aprecia el consumo de alimento en base seca a lo largo del diseño experimental, mostrando los microminerales en base al contenido de los elementos minerales analizados en el laboratorio.

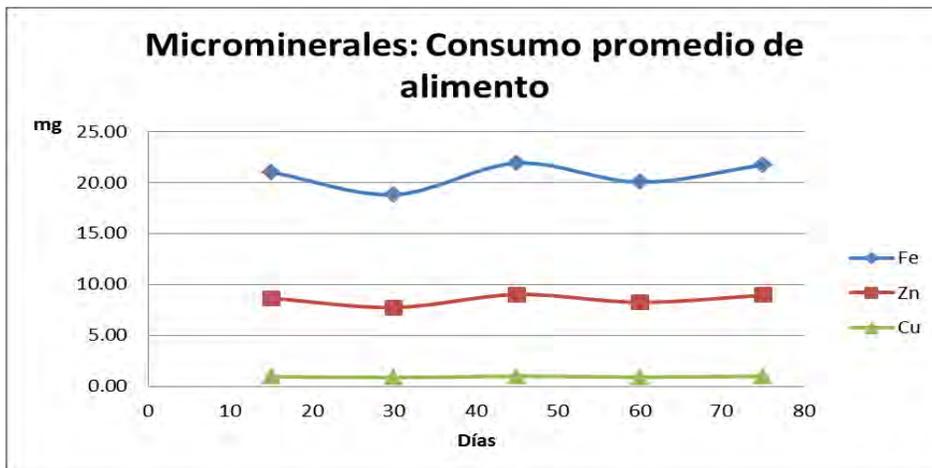


Figura 18. Microminerales: consumo promedio en el alimento.

6.3. Heces

El cuadro 6 menciona la cantidad promedio de heces en base seca de los *Agapornis roseicollis*, recolectada cada quince días con ambos tratamientos.

Cuadro 6. Cantidad promedio de heces en base seca.

Tiempo (días)	Sin Tratamiento	Tratamiento MOS	
		1.5g/Kg	2g/Kg
0 -15	8.67g		
15-30		5.44g	5.99g
30-45		5.82g	8.12g
45-60		8.09g	7.20g
60-75		8.23g	6.45g

Macrominerales: Ca, P, Mg, Na, K

En los elementos minerales de Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Cu y Zn estadísticamente no hubo diferencia significativa entre ambos tratamientos (1.5 g/ Kg de alimento y 2 g/ Kg de alimento), en el tiempo ni en la interacción tiempo tratamiento ($P > 0.05$) (Cuadro 7 y Cuadro 8).

Cuadro 7. Cantidad promedio de macrominerales en Heces a lo largo del experimento en base seca.

Tiempo (días)	Macrominerales (Media±Desv. Est)									
	Ca		P		Mg		Na		K	
	Sin tratamiento (MOS)									
0 -15	106.2mg ±53		164.54mg ±74.2		40.75mg ±19.9		17.42mg ±11.2		145.80mg ±82.9	
Con tratamiento (MOS)										
	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg
15-30	74mg ±37	86mg ±52	120mg ±77	144mg ±72	29mg ±15	35mg ±20	14mg ±6	20mg ±14	112mg ±51	133mg ±83
30-45	78mg ±9	127mg ±89	122mg ±20	167mg ±140	30mg ±3	47mg ±35	16mg ±5	33mg ±23	112mg ±22	170mg ±115
45-60	92mg ±29	105mg ±69	188mg ±50	214mg ±144	40mg ±15	41mg ±29	27mg ±34	17mg ±16	162mg ±67	139mg ±99
60-75	106mg ±21	94mg ±49	208mg ±49	179mg ±140	44mg ±8	33mg ±17	11mg ±5	14mg ±12	156mg ±34	123mg ±67
Variables			Significancia							
			Ca	P	Mg	Na	K			
Tratamientos			0.0683	0.7313	0.6648	0.6009	0.7233			
Tiempo			0.5966	0.6522	0.1458	0.3318	0.3161			
Tiempo/ Tratamientos			0.6346	0.2772	0.2705	0.7326	0.3409			
**Significativo= (P<0.05)										

Calcio

La figura 19 muestra la cantidad de calcio desechada en las heces de ambos grupos de *Agapornis roseicollis*.

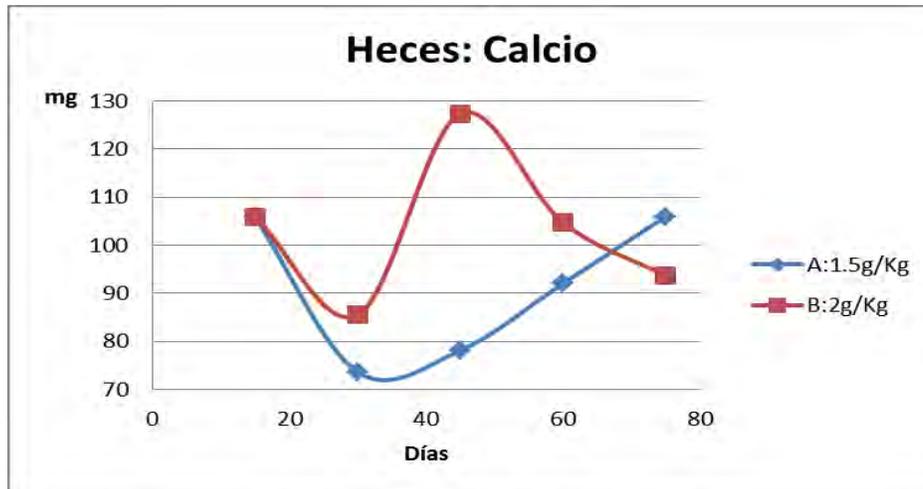


Figura 19. Macrominerales: calcio en heces.

Fósforo

La figura 20 registra el comportamiento del fósforo en las heces de *A. roseicollis*.

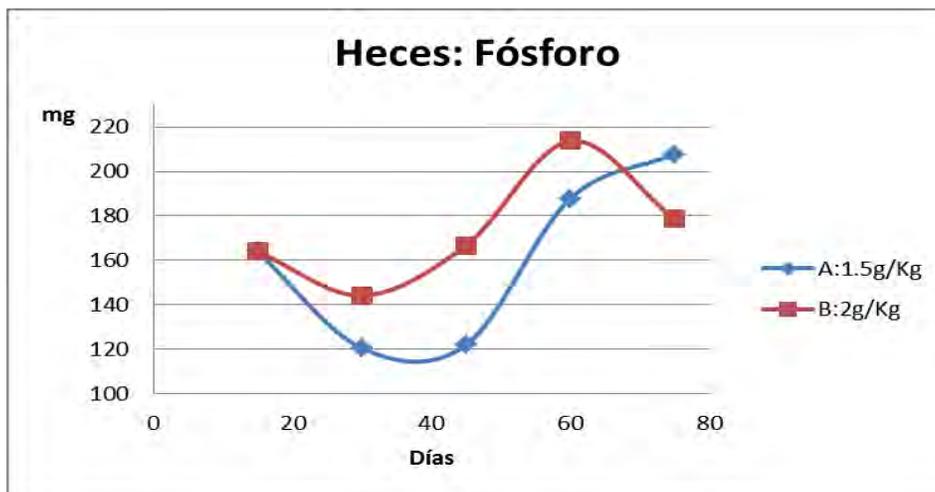


Figura 20. Macrominerales: fósforo en heces.

Magnesio

La figura 21 muestra los registros de magnesio eliminado en las heces.



Figura 21. Macrominerales: magnesio en heces.

Sodio

El registro de la lectura del sodio en heces en los diferentes tiempos se observa en la figura 22.



Figura 22. Macrominerales: sodio en heces.

Potasio

La figura 23 muestra la cantidad de potasio desecheda en las heces de ambos grupos de *Agapornis roseicollis*.

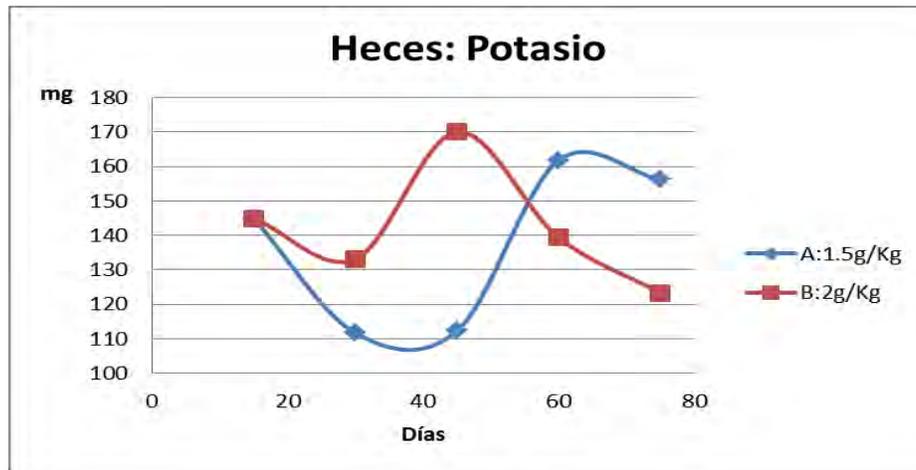


Figura 23. Macrominerales: potasio en heces.

Microminerales: Fe, Cu, Zn

En el cuadro 8 se observa el contenido de microminerales en las heces en base seca con su respectiva desviación estándar.

Cuadro 8. Cantidad promedio de microminerales en Heces a lo largo del experimento en base seca.

Tiempo (días)	Microminerales (Media±Desv. Est)					
	Fe		Cu		Zn	
	Sin tratamiento (MOS)					
0 -15	3.27mg ±1.6		0.26mg ±0.1		2.11mg ±0.9	
Con tratamiento (MOS)						
	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg
15-30	1.6mg ±0.2	2.4mg ±1.2	0.2mg ±0.1	0.2mg ±0.1	1.4mg ±0.5	1.5mg ±0.7
30-45	2.1mg ±0.6	2.6mg ±2	0.2mg ±0	0.3mg ±0.2	1.4mg ±0.2	2.1mg ±1.3
45-60	2.4mg ±1.1	2.4mg ±1.7	0.3mg ±0.1	0.2mg ±0.2	2.2mg ±0.7	1.9mg ±1.3
60-75	2.8mg ±0.4	2.6mg ±1.5	0.3mg ±0	0.2mg ±0.1	2.1mg ±0.4	1.7mg ±1
Variables		Significancia				
		Fe	Cu	Zn		
Tratamientos		0.6567	0.7461	0.7917		
Tiempo		0.2069	0.3018	0.2259		
Tiempo/ Tratamientos		0.7094	0.3117	0.4115		
**Significativo= (P<0.05)						

Hierro

La figura 24 muestra la cantidad de hierro analizada en las heces de *Agapornis roseicollis*.

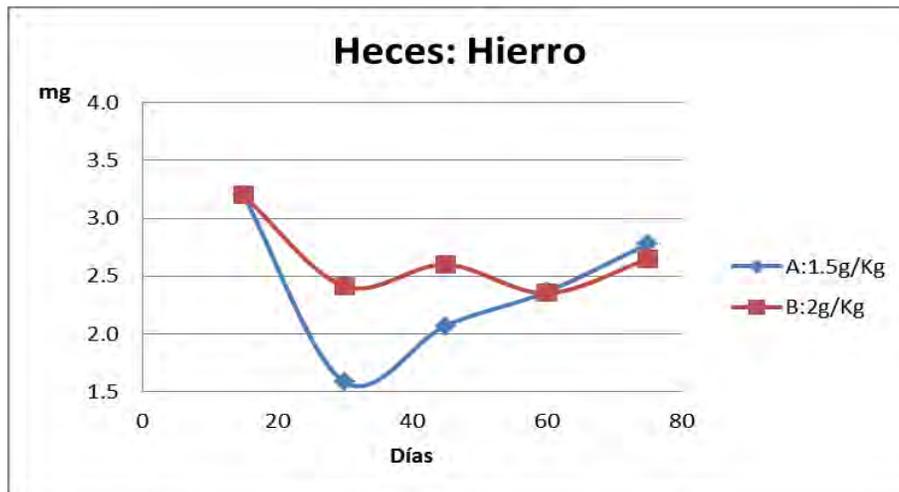


Figura 24. Microminerales: hierro en heces.

Cobre

En la figura 25 se aprecian los miligramos de cobre en las heces de *A. roseicollis* con ambas dosis de MOS.

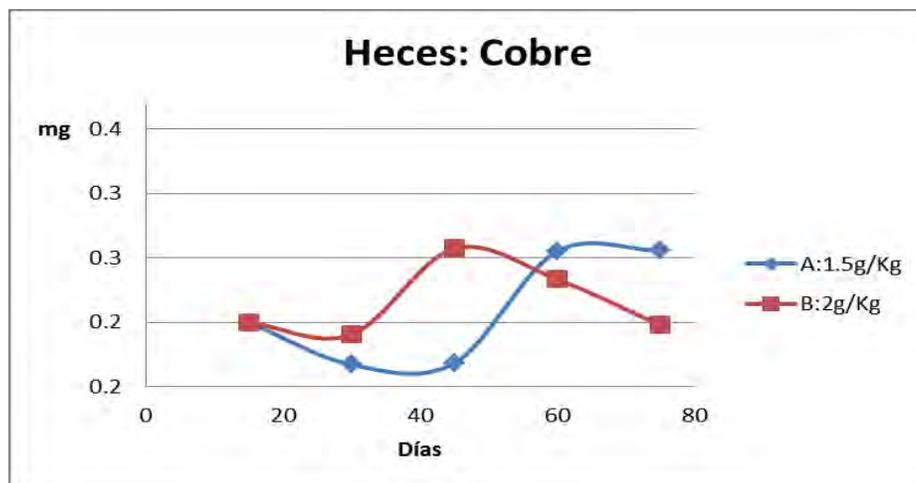


Figura 25. Microminerales: cobre en heces.

Zinc

En la figura 26 se observan las lecturas registradas del zinc en las heces a lo largo del experimento.



Figura 26. Microminerales: zinc en heces.

6.4. Digestibilidad

La digestibilidad para los elementos minerales (Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn) estadísticamente no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los dos tratamientos (1.5 g/ Kg de alimento y 2 g/ Kg de alimento), en el tiempo e interacción tiempo tratamiento (Cuadro 9 y Cuadro 10).

Macrominerales: Ca, P, Mg, Na, K

Cuadro 9. % Digestibilidad de macrominerales a lo largo del experimento.

Tiempo (días)	Macrominerales (Media±Desv. Est)									
	Ca		P		Mg		Na		K	
	Sin tratamiento (MOS)									
0 -15	89.1±5.7		92.9±3.7		83.2±8.4		99.2±		85.0±8.9	
Con tratamiento (MOS)										
	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg
15-30	91.0±6	90.2±6	93.1±5	92.5±4	85.3±10	84.0±10	99.3±0	99.0±1	86.2±8	84.6±10
30-45	91.5±2	87.8±9	93.9±2	92.7±6	86.8±4	81.7±14	99.2±0	98.6±1	87.8±4	83.6±12
45-60	90.1±2	88.2±8	90.8±1	89.1±8	83.0±3	81.1±13	98.9±1	99.2±1	82.9±4	84.1±12
60-75	89.2±4	90.4±5	90.0±5	91.4±7	81.9±7	86.2±8	99.6±0	99.4±1	83.9±6	87.2±8
Variables			Significancia							
			Ca	P	Mg	Na	K			
Tratamientos			0.7089	0.8428	0.7737	0.6198	0.8265			
Tiempo			0.8649	0.8428	0.9600	0.2687	0.8583			
Tiempo/ Tratamientos			0.5014	0.8428	0.3420	0.8428	0.4107			
**Significativo= (P<0.05)										

Calcio

La figura 27 se observa el porcentaje de digestibilidad de calcio en ambos grupos.

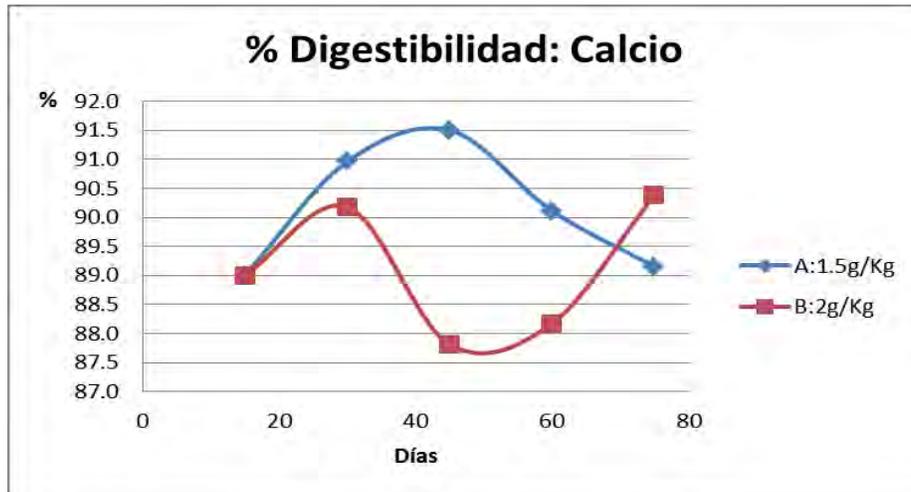


Figura 27. Macrominerales: % digestibilidad de calcio.

Fósforo

El porcentaje de digestibilidad para fósforo se observa en la figura 28.

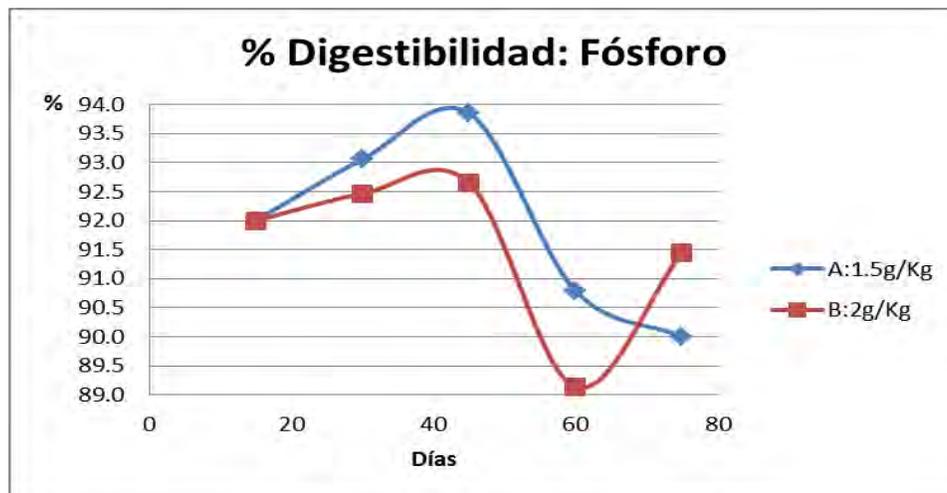


Figura 28. Macrominerales: % digestibilidad de fósforo.

Magnesio

La digestibilidad obtenida del magnesio en diferentes tiempos del experimento se puede apreciar en la figura 29.

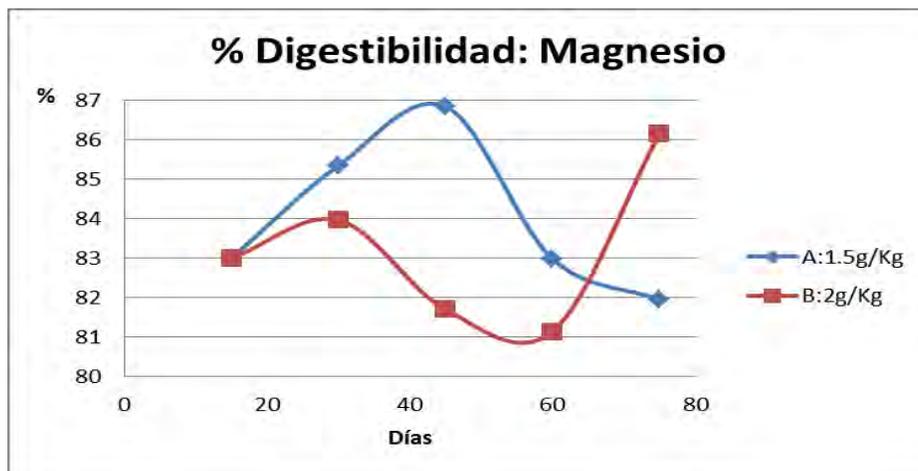


Figura 29. Macrominerales: % digestibilidad de magnesio.

Sodio

El porcentaje de digestibilidad obtenido para el elemento mineral sodio en los dos grupos de diferentes dosis de mananoligosacáridos se aprecian en la figura 30.

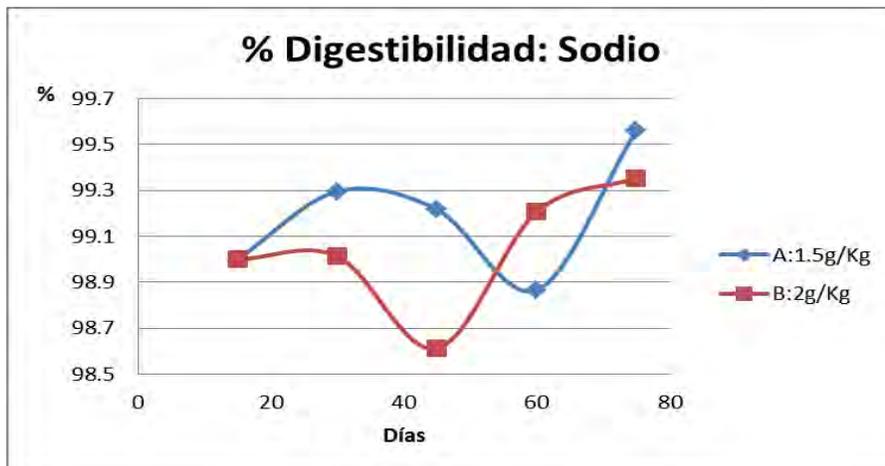


Figura 30. Macrominerales: % digestibilidad de sodio.

Potasio

En la figura 31 la digestibilidad de potasio se observa en diferentes tiempos del experimento.

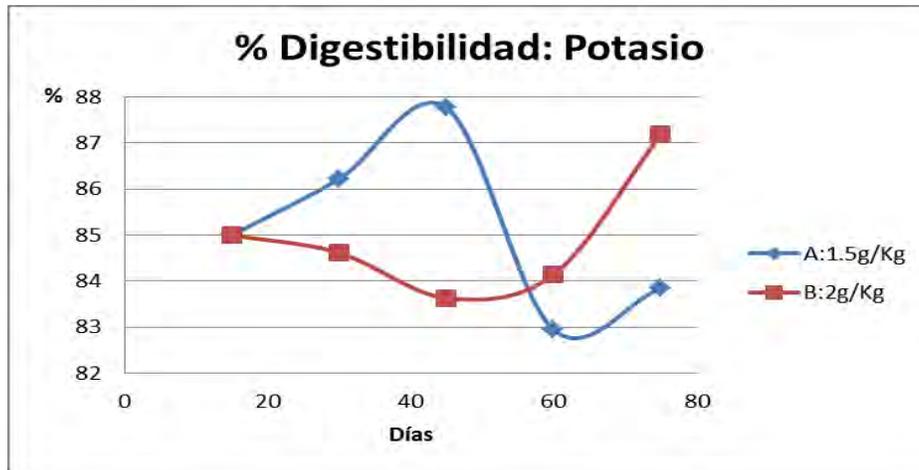


Figura 31. Macrominerales: % digestibilidad de potasio.

Microminerales: Fe, Cu, Zn

El cuadro 10 se observa el porcentaje de digestibilidad con su respectiva desviación estándar.

Cuadro 10. % Digestibilidad de microminerales a lo largo del experimento.

Tiempo (días)	Microminerales (Media±Desv. Est)					
	Fe		Cu		Zn	
	Sin tratamiento (MOS)					
0 -15	84.0±8.4		72.12±13.9		75.1±11.1	
Con tratamiento (MOS)						
	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg
15-30	91.0±3	87.0±7	78.6±12	77.2±12	81.1±9	79.8±11
30-45	88.9±5	87.0±10	80.7±6	74.2±17	81.7±6	76.7±15
45-60	88.4±4	87.9±9	71.6±4	72.4±19	73.6±4	75.2±17
60-75	86.4±5	87.2±8	72.3±11	78.5±13	74.7±10	79.8±12
Variables		Significancia				
		Fe	Cu		Zn	
Tratamientos		0.7992	0.8718		0.9163	
Tiempo		0.2066	0.5841		0.4190	
Tiempo/ Tratamientos		0.5483	0.3997		0.4709	
**Significativo= (P<0.05)						

Hierro

El porcentaje de digestibilidad para hierro se observa en la figura 32.



Figura 32. Microminerales: % digestibilidad de hierro.

Cobre

La digestibilidad para cobre en ambos grupos se observa en la figura 33.



Figura 33. Microminerales: % digestibilidad de cobre.

Zinc

El elemento mineral zinc para los dos grupos con mananooligosacaridos se observa en la figura 34 indicando el porcentaje de digestibilidad.



Figura 34. Microminerales: % digestibilidad de zinc.

6.5. Plumas

Las plumas obtenidas antes de administrar el prebiótico de mananooligosacáridos y después del tratamiento estadísticamente no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) con ambos tratamientos (1.5 g/ Kg de alimento y 2 g/ Kg de alimento), a través del tiempo, e interacción tiempo tratamiento (Cuadro 10 y cuadro 11).

Macrominerales: Ca, P, Mg, Na, K

El cuadro 11 muestra la cantidad de macrominerales encontrados en las plumas de *A. roseicollis* en base húmeda.

Cuadro 11. Cantidad promedio de macrominerales en Plumas a lo largo del experimento en base húmeda.

Tiempo (días)	Macrominerales (Media±Desv. Est)									
	Ca		P		Mg		Na		K	
	Sin tratamiento (MOS)									
0-15	314µg ±30		2096.1µg ±548		58.9µg ±14		222.8µg ±24		498.1µg ±975	
Con tratamiento (MOS)										
	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg
60-75	364µg ±19	384µg ±104	2183µg ±813	3515µg ±2344	67µg ±14	70µg ±17	229µg ±20	234µg ±20	1617µg ±1735	884µg ±1495
Variables			Significancia							
			Ca	P	Mg	Na	K			
Tratamientos			0.6475	0.3116	0.4336	0.5019	0.9982			
Tiempo			0.0861	0.2408	0.2991	0.4208	0.3523			
Tiempo/ Tratamientos			0.8462	0.3955	0.7124	0.7121	0.3632			
**Significativo= (P<0.05)										

Calcio

En la figura 35 se observa al macromineral calcio analizado en el laboratorio en las plumas de *Agapornis roseicollis*.

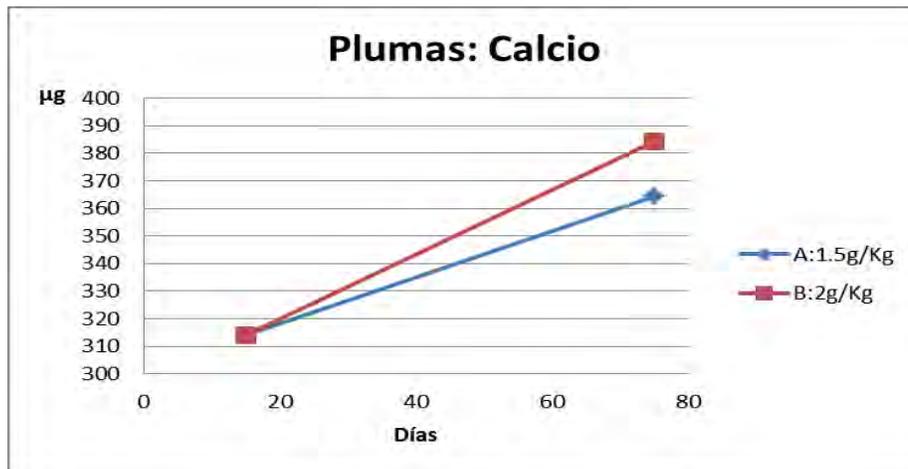


Figura 35. Plumas: calcio.

Fósforo

El contenido de fósforo en las plumas de *Agapornis roseicollis* se aprecia en la figura 36 para ambos grupos en que se utilizaron los mananoligosacáridos.

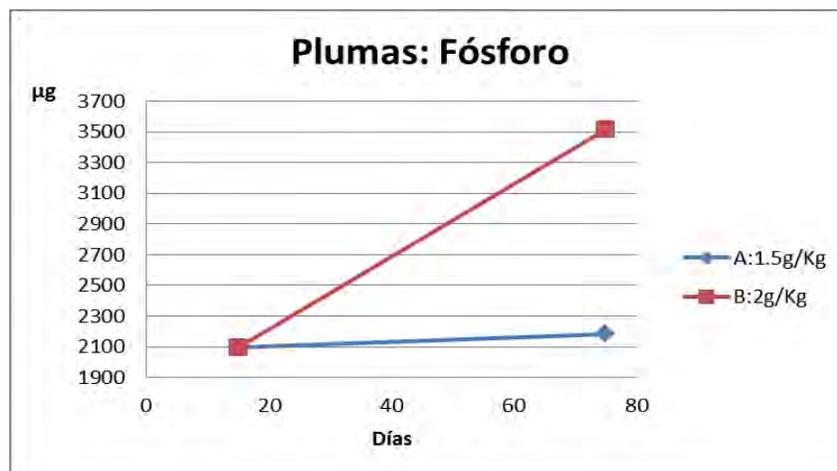


Figura 36. Plumas: fósforo.

Magnesio

En la figura 37 se muestra la cantidad de magnesio contenido en las plumas en diferentes tiempos.

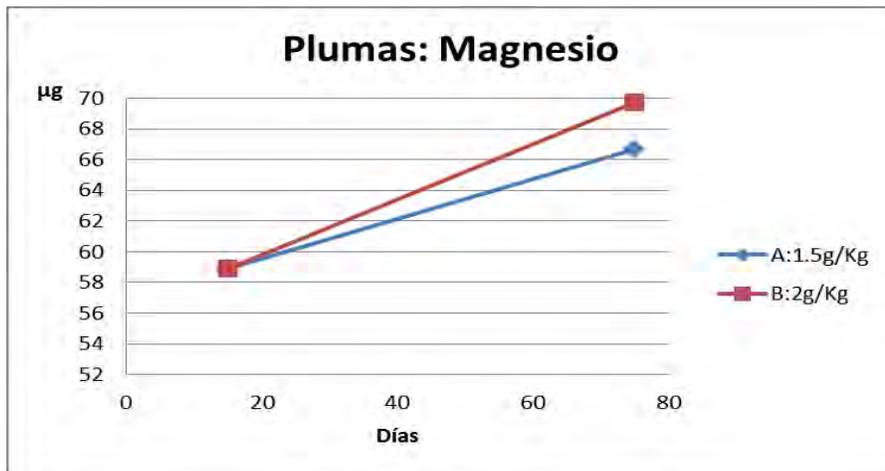


Figura 37. Plumas: magnesio.

Sodio

La cantidad determinada de sodio en las plumas de *Agapornis roseicollis* se muestra en la figura 38.

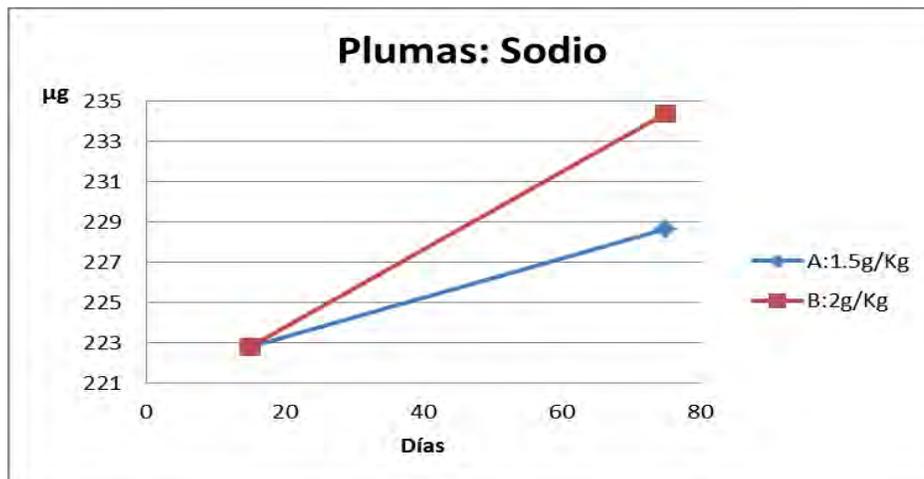


Figura 38. Plumas: sodio.

Potasio

En la figura 39 se aprecia la cantidad de potasio encontrada en las plumas de ambos grupos de *Agapornis roseicollis* a través del tiempo del experimento.

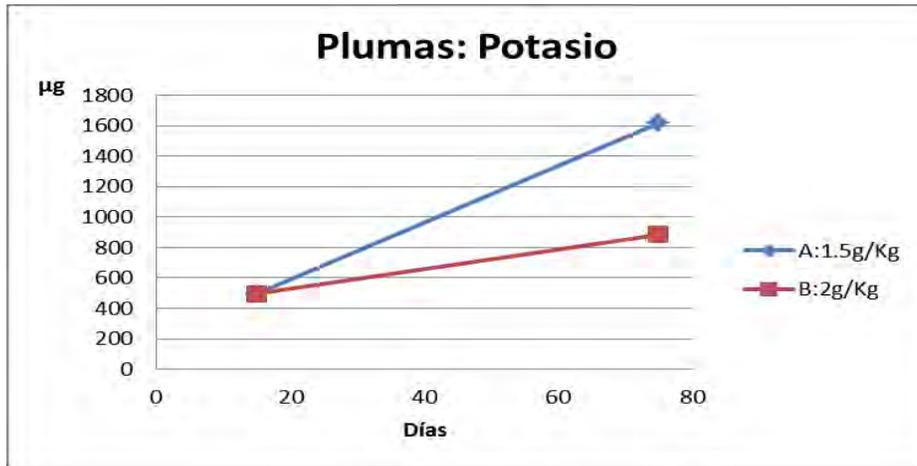


Figura 39. Plumas: potasio.

Microminerales: Fe, Cu, Zn

El cuadro 12 indica los microminerales hierro, cobre y zinc en las plumas de los dos grupos de *Agapornis roseicollis* en base húmeda.

Cuadro 12. Cantidad promedio de microminerales en Plumaz a lo largo del experimento en base húmeda.

Tiempo (días)	Microminerales (Media±Desv. Est)					
	Fe		Cu		Zn	
	Sin tratamiento (MOS)					
0 -15	31.5±1		1.2±0.6		18.0±4.1	
Con tratamiento (MOS)						
	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg	1.5g/Kg	2g/Kg
60-75	34.5µg±1	34.1µg±4	1.3µg±0	2.1µg±2	16.9µg±3	22.6µg±11
Variables		Significancia				
		Fe	Cu		Zn	
Tratamientos		0.5038	0.1019		0.5877	
Tiempo		0.0727	0.3162		0.5638	
Tiempo/ Tratamientos		0.7233	0.8810		0.2507	
**Significativo= (P<0.05)						

Hierro

En la figura 40 se aprecia el contenido de hierro en las plumas analizadas en el laboratorio.

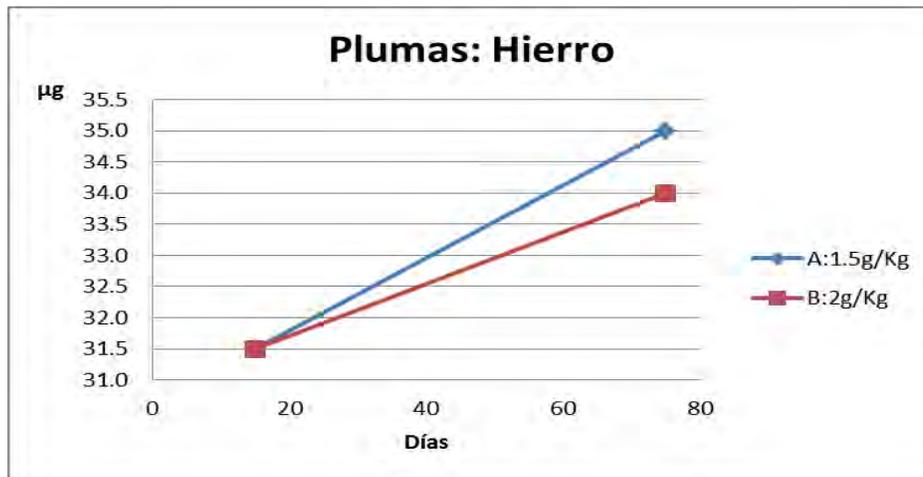


Figura 40. Plumas: hierro.

Cobre

La figura 41 muestra el micromineral cobre cuantificado en las plumas de ambos grupos.

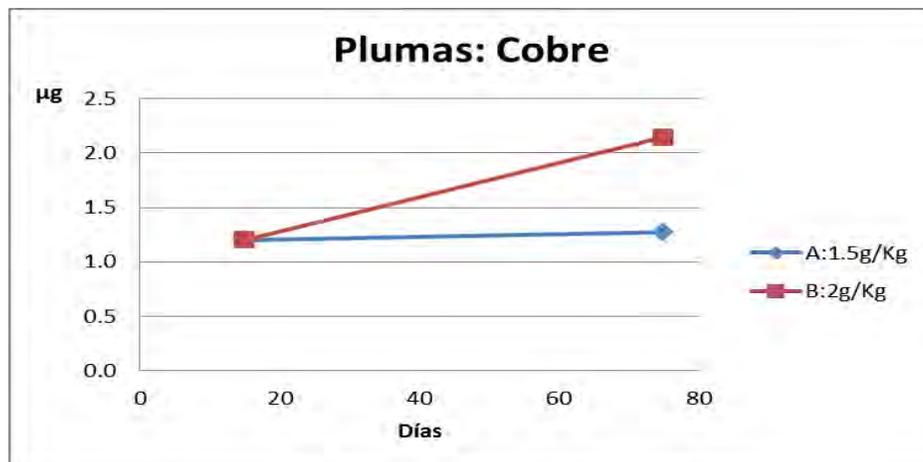


Figura 41. Plumas: cobre.

Zinc

En la figura 42 se observan las cantidades encontradas de zinc en las plumas para ambos tratamientos de manooligosacáridos.

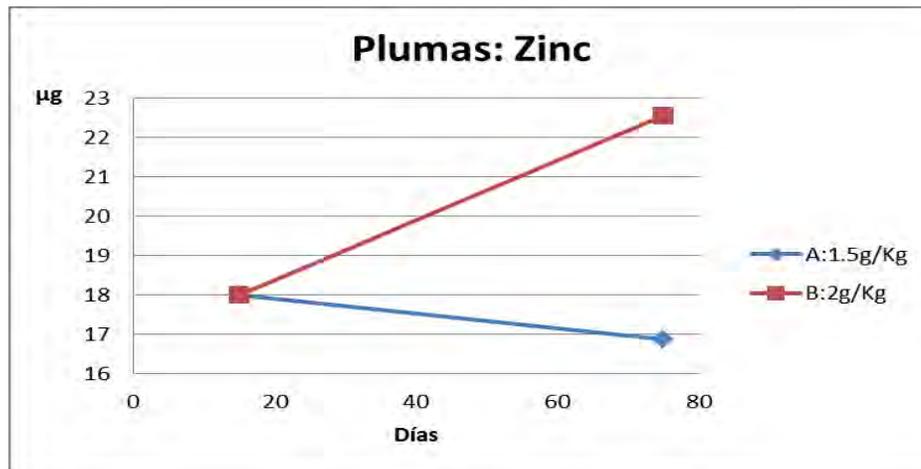


Figura 42. Plumas: zinc.

7. Discusión

7.1. Alimento

En los resultados obtenidos en el laboratorio de la FMVZ, UNAM la cantidad de fósforo en la croqueta (1.97%), es alta en comparación con los requerimientos mantenimiento de 0.40% ((Richie y Harrison, 1994). Por lo tanto la relación calcio fósforo se encuentra alterada teniendo 1: 2.2, cuando lo ideal es 2: 1. El desbalance Ca: P desencadena la enfermedad metabólica, hiperparatiroidismo nutricional secundario, con fracturas espontáneas, hemorragias internas y convulsiones (Antillon y López, 1988; Richie y Harrison, 1994; Reyes, 2014).

El magnesio se determinó en 0.22%, los requerimientos son de 0.12% (Barrón, 2008). El exceso de magnesio causa deformaciones óseas, disminución en la producción de huevo y adelgazamiento de la cáscara de los mismos (Calnek, 1995).

El sodio 2.07% cuando el requerimiento de mantenimiento es de 0.15% (Richie y Harrison, 1994). El exceso de sodio daría un pobre plumaje, polidipsia, poliuria, nerviosismo, convulsiones, deshidratación y la mortalidad (Richie y Harrison, 1994; Tully et al., 2009).

El hierro de 190 ppm, siendo el requerimiento para mantenimiento de 80 ppm (Richie y Harrison, 1994). La alta ingesta de hierro aumenta las concentraciones en sangre y tejidos (hígado y bazo), enfermedad por acumulación de hierro. El daño hepático y fibrosis pancreática se produce en esta condición (Richie y Harrison, 1994).

El zinc con 78 ppm, cuando el requerimiento de mantenimiento es de 50 ppm (Richie y Harrison, 1994). La intoxicación produce signos como anemia, retraso en la mineralización ósea y problemas de pigmentación en las plumas, pérdida extrema del plumaje, anorexia (Antillon y López, 1987; Barrón, 2008).

Los *Agapornis roseicollis* no mostraron signos que puedan ser asociados al exceso de elementos minerales en el alimento debido a que se requiere de la

cronicidad para que se establezca una patología nutricional. Además de que los requerimientos nutricionales en psitácidos según Richie y Harrison, 1994; Olsen y Orosz, 2000; Barrón, 2008 son antecedentes generales sobre la inclusión de elementos minerales ya que no son específicos de la especie ni de alguna etapa vital del ave.

Las croquetas proporcionadas a los *A. roseicollis* para pequeños psitácidos basadas en los requerimientos para psitácidos, los cuales pueden variar dependiendo el autor implicando la falta de investigación de la especie aviar en cuestión y por lo tanto la ausencia de productos alimenticios balanceados en el mercado.

7.2. Consumo de alimento

Las variaciones en el consumo de alimento pueden deberse al estrés (Mora, 2007) porque empieza a disminuir el consumo en el día 15 lo cual coincide con el manejo del ave (contención física) para la administración de los MOS vía oral. Ésta conducta se repitió en toda la parvada por lo tanto el consumo de todos los elementos minerales tuvo el mismo comportamiento estadístico.

El estrés agudo puede causar una disminución momentánea en el consumo de alimento con un impacto mínimo, el estrés crónico tendrá un efecto marcado y dañino sobre el consumo de alimento (Quishpe, 2006).

El consumo de alimento tuvo cambios significativos debido al estrés generado por un ambiente nuevo. Entre los signos de estrés en loros se encuentran la anorexia según Soler y Brieva (2009) es por eso que al principio del experimento se asocia una hiporexia, resultando cuantitativamente en la disminución del consumo de alimento. Posteriormente se observó un mayor consumo por la posible adaptación al entorno.

Otro factor a considerar es el aporte de elementos minerales contenido en la croqueta el cual fue de mayor inclusión en P, Mg, K, Fe, Zn y Na de acuerdo a los requerimientos establecidos para psitácidos por Richie y Harrison (1994); Olsen y Orosz (2000); y Barrón (2008) al compararlos con la etiqueta del producto y el análisis realizado en el laboratorio de la FMVZ, UNAM. Según lo mencionado por Quishpe (2006) los minerales al funcionar como cofactores del metabolismo, influyen en el consumo de alimento cuando los niveles en la dieta son deficientes o por encima del requerimiento, en éste último caso hay un rechazo en el consumo de alimento. El exceso de sal disminuye el consumo de alimento aumentando la ingesta de agua. El desbalance de nutrientes altera el consumo voluntario (Mora, 2007).

El factor ambiental que se registró durante el estudio fue al alcanzar temperaturas máximas de 26.4 - 29.9 °C (CONAGUA, 2014-2015) influyendo negativamente en el consumo de alimento de los *A. roseicollis*. Los autores Estrada y Márquez (2005); Quishpe (2006); Mora (2007) dicen que en la teoría termostática del

control de consumo de alimento, las aves disminuyen su consumo de alimento para reducir la termogénesis durante el metabolismo digestivo y mantener la temperatura corporal cuando las aves están expuestas a condiciones crónicas de estrés por calor.

Los mananoligosacáridos (MOS) tienen variables sobre el consumo de alimento. En el estudio de Arce et al. (2005) los efectos durante 49 días con pollos, la ganancia de peso mejoró con la adición de pared celular de *Sacharomyces cereviciae* y los antibióticos promotores de crecimiento (Bacitracina de cinc) y su complementación de ambos, no así para el consumo de alimento pues no se detectaron diferencias en los tratamientos.

En otro experimento realizado por Juśkiewicz et al. (2003) con pavos en el que adicionó MOS durante 30 días aunque los resultados no fueron significativos, hubo una tendencia a una mayor ingesta de alimento, crecimiento y peso. El investigador Juśkiewicz et al. (2003) adjudica la deficiente respuesta a los MOS por el periodo de tiempo tan corto en que se llevó a cabo el estudio experimental.

En los estudios realizados por Juśkiewicz et al. (2003); Arce et al. (2005) la variedad de respuesta en cuanto al consumo de alimento al administrar MOS en la dieta de aves tiene dos factores a resaltar (especie y tiempo). Debido a que los MOS no tuvieron efectos en la absorción aparente de elementos minerales debido a la ausencia de sacos ciegos (Ritchie et al., 1994; Olsen y Oros, 2000; Koutsos et

al., 2001; Barrón, 2008), no se obtuvo un aumento en el consumo de alimento de los *Agapornis roseicollis*.

7.3. Heces

En los resultados obtenidos del experimento con los *Agapornis roseicollis* no hubo efecto significativo en la absorción de elementos minerales al administrar los MOS. Los mananoligosacáridos funcionan como sustrato de la flora bacteriana del intestino grueso, siendo un nutriente para los colonocitos (Mérida, 2008). El *A. roseicollis* al no poseer ciegos (Ritchie et al., 1994; Olsen y Oros, 2000; Koutsos et al., 2001; Barrón, 2008) por lo tanto ausencia de microorganismos que aprovechen los mananoligosacáridos y un intestino grueso corto (Olsen y Oros, 2000) el único efecto que causaría es de tipo físico porque los MOS tienen la propiedad de absorber agua al ser una fibra soluble de acuerdo con Olagnero et al., 2007; incrementando el contenido acuoso en las heces.

Al comparar las gráficas del consumo de elementos minerales con las gráficas de elementos minerales en las heces presentan un comportamiento similar entonces la relación es de acuerdo a la cantidad consumida del alimento desechaban la cantidad en heces de elementos minerales, es decir si el consumo de croqueta fue menor resultó en escasa eliminación en heces de elementos minerales y viceversa. La autora Velásquez (2006) menciona la absorción de elementos minerales está regulada por la cantidad ingerida del alimento, la interacción con

otros elementos minerales y los oxalatos o taninos presentes. Lo anterior pudo afectar la absorción de minerales y su eliminación en heces de los *A. roseicollis*.

7.4. Digestibilidad

Siendo la digestibilidad el porcentaje de absorción de elementos minerales. En los resultados obtenidos de la digestibilidad en los *Agapornis roseicollis* no fueron significativos al aplicar ambas dosis de MOS. El comportamiento estadístico de Na, Fe y P fue 88 - 99% de digestibilidad alta en relación a otros elementos minerales esto porque se encontraban en mayor cantidad en la dieta según los requerimientos establecidos por Richie y Harrison (1994); Olsen y Orosz (2000); Barrón (2008). El Zn y Cu su digestibilidad fue de 72-80% menor en comparación con los elementos minerales mencionados, porque Velásquez (2006) dice que un exceso en la ingesta de Fe disminuye la absorción de Zn y Cu.

En un estudio realizado por Scholz-Ahrens et al. (2001) con ratas añadiendo un tipo de oligosacárido (oligofruktuosa), observó un incremento en la absorción de elementos minerales (Ca, Mg, Fe, P, Zn) en ciego, colon y recto. Mencionaron que los resultados obtenidos están relacionados con la fermentación de carbohidratos por la flora intestinal y puede depender de la dosis ingerida.

En éste estudio con *Agapornis roseicollis* se utilizaron dos dosis (1.5 g/ Kg de alimento y 2 g/ Kg de alimento), pensando en que alguna de las dos cantidades de

prebiótico de MOS tendría efecto alguno porque como se mencionó anteriormente el efecto puede variar dependiendo de la dosis administrada.

Los mananooligosacáridos fueron utilizados por primera vez en aves, en pellet en la industria avícola (Mérida, 2008) la respuesta fue buena debido a que las gallináceas poseen anatómicamente dos ciegos en su aparato digestivo donde existe la mayor población bacteriana que asimila y fermenta oligosacáridos mencionado por Apajalahti y Kettunen (2002).

Según un Apajalahti y Kettunen (2002) los pollos con un día de nacimiento, la densidad de bacterias en íleon y ciego alcanza valores de 10^8 y 10^{10} por gramo de digesta respectivamente. Por lo anteriormente mencionado se interpreta que la mayor parte de bacterias residen en los ciegos y una menor parte en intestino delgado.

En otros estudios con ratas Ohta et al. (1995); Scholz-Ahrens et al. (2001), Freitas et al. (2011) en donde se utilizaron oligosacáridos se obtuvo una absorción aparente mayor de elementos minerales en comparación con el grupo control debido a la acción de los prebióticos en el tracto intestinal específicamente en colon, recto y ciego.

Anatómicamente los psitácidos en general carecen de sacos ciegos de acuerdo con Ritchie et al. (1994); Olsen y Oros (2000); Koutsos et al., 2001; Barrón (2008)

presentando vestigios siendo su principal sitio de acción de los MOS el ciego por lo cual no podrían ser aprovechados por el ave. Además de que el intestino grueso en psitácidos es corto (Olsen y Oros, 2000) existiendo un menor tramo de tejido colónico donde puedan actuar los mananoligosacáridos, es por eso que no hubo respuesta en la absorción aparente de elementos minerales y en consecuencia su deposición en plumas.

El estudio hecho por Mérida. (2008) donde se observó un incremento en la largura de las vellosidades del yeyuno e íleon de pollo alimentados con Bio-Mos® y cuando se adicionó un simbiótico (Bio-Mos® más un probiótico) y la profundidad de las criptas fueron más grandes al igual que la relación largura- profundidad de la cripta lo cual indica mayor superficie de absorción de los nutrientes. En los *A. roseicollis* no se observó el efecto de una mayor absorción de elementos minerales, probablemente porque solo se utilizó prebiótico en vez de un simbiótico.

Como refieren Apajalahti y Kettunen (2002): “El suministro de prebióticos no será efectivo sin la presencia de las bacterias beneficiosas, mientras que los probióticos no serán efectivos si el medio en el que se introducen es desfavorable”.

7.5. Plumas

Los apéndices tegumentarios con queratina como las plumas han sido utilizadas como unidades de biomonitorio en donde se ha investigado la acumulación de contaminantes orgánicos encontrando una correlación entre los niveles en sangre y las plumas. Las concentraciones circulantes en sangre durante el crecimiento de la pluma se incorporan después a la estructura de la queratina (López et al., 2005; Espín, 2010). En el experimento con los *Agapornis roseicollis* las plumas funcionaron como un componente de monitoreo para la absorción mineral y su consecuente deposición de elementos minerales en plumas, por lo que se constató la nula acción de los MOS por la debida ausencia de sacos ciegos (Ritchie et al., 1994; Olsen y Oros, 2000; Koutsos et al., 2001; Barrón, 2008) no hubo significancia estadística en la deposición en plumas.

El comportamiento en la gráfica de un posible aumento en la deposición de elementos minerales en las plumas de los *Agapornis roseicollis* fue mínimo, no teniendo significancia estadística. La autora Espín (2010) menciona como interferencia en el análisis de plumas la contaminación externa que puede producirse por deposición atmosférica y endógena por acicalamiento con la glándula uropigea, lo que pudo haber influenciado los resultados obtenidos en el presente experimento. Aunque para el procesamiento de las plumas de los *A. roseicollis* se llevó a cabo un proceso de lavado con agua desmineralizada ya que

algunas tenían contaminación fecal y del alimento eliminando de ésta forma los restos adheridos.

El autor Bortolotti (2010) menciona una diferencia en la concentración mineral en las plumas resultado de un proceso fisiológico y no solo del medio ambiente. Las plumas en los *Agapornis roseicollis* podrían estar registrando el contenido mineral resultante del metabolismo fisiológico más que una causa ambiental. Bortolotti y Barlow (1988) dicen que los elementos minerales en las plumas varían porque son afectados por minerales en el agua y la comida, junto con otros factores endógenos como la edad o el sexo que influyen la química de las plumas; en los *A. roseicollis* pudo haber influido lo anterior en los resultados de las plumas y se relacionó la deposición en plumas con los elementos minerales aportados en la dieta.

8. Conclusiones

Se concluye que en base a estudios anteriores realizados por Solis (2015) y en el presente estudio, la aplicación de mananoligosacáridos no tiene efecto en la absorción aparente de elementos minerales y por consecuencia su deposición en plumas de *Agapornis roseicollis* al utilizar diferentes dosis de MOS.

Los MOS tienen mayor efecto en ciego, intestino grueso, colon y recto por lo que no se detectaron resultados en los *Agapornis roseicollis* por la anatomía de su aparato digestivo debido a la ausencia de sacos ciegos e intestino grueso corto.

Aunque los mananooligosacáridos pudieron actuar en intestino delgado no se observó respuesta en la absorción de minerales.

Los mananooligosacáridos podrían tener efecto en los psitácidos, en *Agapornis roseicollis* si se adiciona un probiótico ofreciendo de ésta manera un simbiótico, es decir proporcionar bacterias que colonicen el tracto gastrointestinal del ave y pueda ser aprovechado como sustrato la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* (MOS) obteniendo resultados al haber mayor absorción de nutrientes.

Los MOS por si solos tienen efectos que no se cuantificaron en éste estudio con *Agapornis roseicollis* como aumento de la inmunidad, eliminación de bacterias patógenas en heces, aumento de peso vivo, e incremento de criptas intestinales. Solo se comprobó que la absorción de minerales en *A. roseicollis* no tiene resultados al añadir MOS, no descartando otros efectos comprobados en otros estudios científicos.

Se requiere de estudios científicos que establezcan los requerimientos nutricionales específicos para cada especie de psitácido y en consecuencia la aplicación para la elaboración de productos peletizados ofrecidos al ave de compañía, ante el aumento de la popularidad de fauna silvestre como mascota evitando desbalances nutricionales mermando la salud del ave. Así como seguir investigando la aplicación de aditivos que puedan complementar la dieta

proporcionada brindando beneficios en la salud del ave de compañía en cautiverio.

9. Referencias

1. Aguilar, F.R.; Hernández, M.; Divers, J.S.; y Perpiñán, D. (2010). Atlas de medicina de animales exóticos. 2ª ed. Buenos Aires, Argentina: Inter-médica.
2. Antillon, R.A; y López, C.C. (1987). Enfermedades nutricionales de las aves. México: FMVZ, UNAM.
3. Apajalahti, J.; y Kettunen, A. (2002). Efecto de la dieta sobre la microflora microbiana en el tracto gastrointestinal de las aves. xviii Curso de especialización FEDNA; noviembre 4 y 5. Barcelona: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.
<http://www.acorex.es/es/pienso/efectodeladietasobrelafloramicrobianaeneltractogastrointestinaldeaves.pdf>. [Consulta: 26 Julio 2015].
4. Arce, M.J; Ávila, G.E; López, C.C; García, E.A; y García G.F. (2005). Efecto de paredes celulares (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento de pollo de engorda sobre los parámetros productivos. Técnica pecuaria en México 43(2):155-162.

También disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/613/61312111005.pdf>.

[Consulta: 28 Enero 2015].

5. Ávila, G.E. (1997). Alimentación de las aves. 2a ed. México: Trillas.
6. Bargallo, F.; Moura, S.; García, C.; Grifols, J.; y Martínez, S. A. (2008). Picaje en aves psitácidas. *Rev. AV* (17): 28-35.
<http://www.amvac.es/docs/revistaAV/AV17.pdf>. [Consulta: 27 Octubre 2015].
7. Barrón, L.F. (2008). Manual de alimentación de aves paseriformes y psitaciformes (Tesis de Licenciatura). Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
8. Beltrán, A.R. (2009). Utilización de manano oligosacáridos en cría y acabado de pollos de ceba como promotor de crecimiento (Tesis de licenciatura). Riobamba, Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/handle/123456789/61/17T0916.pdf?sequence=1> [Consulta: 20 Febrero 2015].
9. Blanco, P. A. (2003). Animales en el México Prehispánico. *Imagen veterinaria* 3 (4): 53- 55.
<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v3n4a03/v3n4a03.pdf> [Consulta: 4 Junio 2015].
10. Bondi, A.A. (1988). Nutrición animal. Zaragoza, España: Acribia.
11. Bortolotti, G. (2010). Flaws and pitfalls in the chemical analysis of feathers: bad news—good news for avian chemoecology and toxicology. *Ecological Applications* 20(6): 1766-1774.

- [http: www.researchgate.net/.../237050721_rapt-47-02-05](http://www.researchgate.net/.../237050721_rapt-47-02-05) [Consultado: 12 Noviembre 2015].
12. Bortolotti, G.; Barlow, J. (1988). Some sources of variation in the elemental composition of bald Eagle feathers. *Can. J. zool* 66: 1948-1951.
<http://www.usask.ca/biology/bortolotti/pubs/cjz-66-1948-1951.pdf> [Consulta: 12 Noviembre 2015].
13. Brown, T.L.; LeMay, H.E.; Bursten, B.E.; y Burdge, J.R. (1993). *Química la ciencia central*. México: Prentice- Hall Hispanoamericana S.A.
14. Calnek, B.W. (1995). *Enfermedades de las aves*. México: Manual moderno.
15. Chávez, C.N.; y Gurrola, H. M. (2005). Iconos alados en el arte popular contemporáneo. *Imagen veterinaria* 5 (2): 8-15.
También disponible en: www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v3n4a03/v3n4a03.pdf
[Consulta: 4 Junio 2015].
16. Chávez, R. K. (2014). Consumo voluntario y digestibilidad aparente en periquitos australianos (*Melopsittacus undulatus*) alimentados con dos dietas comerciales diferentes (Tesis de licenciatura). Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
17. Club de España. (2011). *Agapornis*. *Rev. A.C.E. club de España*. 1 (11): 8-9.
Disponible en: <http://www.issuu.com/agapornisace/docs/agapornisace>
[Consulta: 29 Noviembre 2015].
18. [CONAGUA] (2014-2015). *Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional*. México, D.F, Central Tacubaya.

19. Cuevas, M.R.; y Gómez, M.E. (2011). Jilgueros y especies afines. 4a ed. España: Hispano europea.
20. De las Cagigas, R. A.; y Blanco, A. J. (2002). Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Revista Cubana Aliment Nutr*, 16(1): 63-8. http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_1_02/ali10102.htm [Consulta: 10 Noviembre 2014].
21. Espín, L.S. (2010). Plumas como herramienta de biomonitorización no destructiva de plaguicidas organoclorados: aplicación a la pluma de Alca común (*Alca torda*). (Tesis de maestría). España: Universidad de Murcia. http://www.ceigram.upm.es/wp-content/uploads/2014/12/2010_TM_Esp%C3%ADn_S.pdf. [Consulta: 3 Noviembre 2015].
22. Estrada, F.E.; y Uribe, A.M. (2002). Atlas de histología de vertebrados. México: UNAM, Facultad de ciencias.
23. Estrada, P.M.; y Márquez, G.S. (2005). Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista colombiana de ciencias pecuarias* 18(3): 246-257. <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v18n3/v18n3a06.pdf> [Consulta: 3 Noviembre 2015].
24. Fernández, F.; Hinton, M.; y Van Gils, B. (2010). Dietary mannan-oligosaccharides and their effect on chicken caecal microflora in relation to *Salmonella* Enteritidis colonization. *Patología Aviar*, 31(1): 49-58. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03079450120106000> [Consulta: 17 Marzo 2015].

25. Forrellat, B.M.; Gautier, D.H.; Fernández, D.M. (2000). Metabolismo del hierro. *Rev. Cubana hematol, inmunol, hemoter* 16(3): 149-60.
http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol16_3_00/hih01300.pdf [Consulta: 3 Noviembre 2015].
26. Franco, O. M. (2013). Evaluación y recomendación para el mejoramiento de la situación de los psitácidos en el centro para la conservación e investigación de vida silvestre los Reyes. (Tesis de maestría). Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
27. Freitas, D.E.; Hitomi, T.K.; Araújo, M.; Adami, A. N.; Kenji, M.C. (2011). Influência da dieta com galactooligosacarídeos sobre a absorção de cálcio em ratos normais e gastrectomizados. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões* 38(3): 186-191. También disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912011000300009> [Consulta: 8 Septiembre 2015].
28. Gil, A. (2010). Tratado de nutrición: composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2a ed. España: Médica Panamericana.
29. Gómez, R.S; Angeles, M.; Albarrán, R.E; Ávila, F.D; Varela, C.; y Mojica, M. (2012). Efectos de incluir mananooligosacáridos más un cultivo de levaduras y un microorganismo vivo en la dieta de pollos de engorda. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal – INIFAP. <http://www.adial.es/noticies/Celmanax%202%20Vi%20Cor.pdf>. [Consulta: 4 Abril 2015].

30. Gutiérrez, G. E. (2011). Determinación y evaluación de la concentración de elementos minerales de vesículas seminales de zánganos (*Apis mellifera* L) sexualmente maduros, mediante espectrometría de absorción y emisión atómica y colorimetría. (Tesis de Licenciatura). Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
31. Harcourt, B.N.; y Chitty, J. (2005). Pssitacine birds. 2a ed. Inglaterra: BSAVA.
32. Horwitz, W. (2000). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17th ed. Universidad de Wisconsin, Madison: AOAC.
33. Howarth, H. (2008). Jaulas, aviarios y pajareras. España: Hispano Europea.
34. Johnson, D. C. (1996). Exotic companion medicine handbook. Florida, USA: Wingers publishing.
35. Juśkiewicz, J.; Zduńczyk, Z.; y Jankowski, J (2003). Effect of adding mannan-oligosaccharide to the diet on the performance, weight of digestive tract segments, and caecal digesta parameters in young turkeys. *J Anim Feed Sci* 12: 133-142.
http://ifzz.pl/JAFS/Zesz%2012/12_1/ju%C5%9Bkiewicz121.pdf [Consulta: 7 Octubre 2015].
36. Koutsos, A.E.; Matson, D.K.; Klasing, C.K. (2001). Nutrition of Birds in the Order Psittaciformes: A Review. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 15(4):257-275.
<http://www.bioone.org/doi/full/10.1647/1082-6742%282001%29015%5B0257%3ANOBITO%5D2.0.CO%3B2> [Consulta: 4 Noviembre 2015].

37. Le Breton, K. (1996). *Agapornis*. España: Hispano Europea.
38. López, M. P.; Galán, F. C.; Moreno, D. H.; Jiménez, A. O.; Beceiro, A.L.; Álvarez, L. F.; Rodríguez, S.F. (2005). Contenido de metales pesados en hígado y plumas de aves marinas afectadas por el accidente del “prestige” en la costa de Galicia. *Rev. Toxicología* 22 (2): 191-199.
<http://rev.aetox.es/wp/wp-content/uploads/hemeroteca/.../revtox.22.2.2005.pdf>
[Consultado: 3 Noviembre 2015].
39. Márquez, M.V.; Marietto, G.G. (2010). Hemocromatose em aves da familia *Ramphastidae*. *Veterinaria e zootecnia* 17(4): 450-460.
<http://www.researchgate.net/publication/248397819> [Consulta 12 Noviembre 2015].
40. Marti, M.A.; Moreno, A.J.; y Martínez, H.A. (2003). Efecto de los prebióticos sobre el metabolismo lipídico. *Nutrición Hospitalaria* 18(4): 181- 188.
http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112003000400002&script=sci_arttext [Consulta: 21 Febrero 2015].
41. Merida, C.A. (2008). Efecto de un manano oligosacárido sobre la composición de la microbiota intestinal y el comportamiento productivo del pollo de engorda. (Tesis de maestría). Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
42. Mora, B.I. (2007). *Nutrición animal*. Costa Rica: EUNED.
43. Murillo, M. G.; Zumbado, M. E.; y Pacheco, A. (1986). Utilización del grit, (piedritas insolubles) en dietas para pollos parrilleros conteniendo diferentes

- niveles de fibra cruda. *Agronomía costarricense* 10(1): 211- 215.
http://www.mag.go.cr/rev_agr/v10n01-2_211.pdf [Consulta: 11 Agosto 2015].
44. Ohta, A.; Ohtsuki, M.; Baba, S.; Takisawa, T.; Adachi, T.; Kimura, S. (1994). Effects of fructooligosaccharides on the absorption of iron, calcium and magnesium in iron- deficient anemic rats. *Journal Nutrition Science and vitaminology*41(3):281-291.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jnsv1973/41/3/41_3_281/_article [Consulta: 17 Abril 2015].
45. Olagnero, G.; Abad, A.; Bendersky, S.; Genevois, C.; Gransella, L.; y Montonaty, M. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Revista DIAETA*, 25 (121): 20-33.
<http://andeguat.org.gt/wp-content/uploads/2015/03/Alimentos-funcionales-fibra-prebi%C3%B3ticos-probi%C3%B3ticos-y-simbi%C3%B3ticos1.pdf>
[Consulta: 4 Mayo 2015]
46. Olsen, G.H.; y Orosz, S.E. (2000). *Manual of avian medicine*. E.U.A.: Mosby.
47. (OMGE) Organización Mundial de Gastroenterología. (2008). Guías prácticas de la OMGE: probióticos y prebióticos.
http://www.academia.edu/7992059/Gu%C3%ADas_pr%C3%A1cticas_de_la_OMGE_Probi%C3%B3ticos_y_prebi%C3%B3ticos_1_Organizaci%C3%B3n_Mundial_de_Gastroenterolog%C3%ADa_Gu%C3%ADas_pr%C3%A1cticas
[Consulta: 18 Julio 2015].
48. Pardo, L.M. (2009). Comparación económica de la inclusión de manano oligosacarido en pollos de engorde de la línea ross 308 en una producción

- comercial. (Tesis de licenciatura). Santa fé de bogota, Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Salle.
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6699/T13.09%20P214c.pdf?sequence=1> [Consulta: 14 Junio 2015].
49. Pérez, C.D.; López, G.; y Ros, G. (2004). Principales prebióticos y sus efectos en la alimentación humana. *Anales de Veterinaria*, 20: 5-20.
<http://revistas.um.es/analesvet/article/download/17741/171111>[Consulta: 21 Octubre 2015]
50. Perkin Elmer (1994). *Analytical methods for atomic absorption spectrometry*. USA: Perkin Elmer.
51. Quishpe, S. G. (2006). Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. (Tesis de Licenciatura). Honduras: Zamorano, Ciencia y producción agropecuaria.
<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/930/1/T2297.pdf> [Consulta: 3 Noviembre 2015].
52. Ramos, C.L. (2003). Animales en el México Prehispánico. *Imagen veterinaria*, 3 (4), 15- 20. También disponible en: www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v3n4a03/v3n4a03.pdf [Consulta: 6 Junio 2015].
53. Reyes, R. E. (2003). Animales en el México Prehispánico. *Imagen veterinaria*, 3 (4), 21-29.
También disponible en: www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v3n4a03/v3n4a03.pdf [Consulta: 7 Junio 2015].

54. Reyes, S.A. (2014). Evaluación de: calcio, Hierro, cobre, zinc y plomo en aves acuáticas de la laguna de Lerma, estado de México del periodo 2007- 2010. (Tesis de Licenciatura). Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
55. Ritchie, W.B.; Harrison, J.G.; y Harrison, R.L. (1994). Avian medicine: Principles and application. Florida, USA: Wingers Publishing.
56. Sales, M. B.; Quintão, L.R.; Valerio, L. R.; Quintão, L.M.; Albuquerque, C.S.; y Emerenciano, N.V. (2015). β -mannanase and mannan oligosaccharides in broiler chicken feed. *Ciencia rural* 45(1): 111-117. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782015000100111&script=sci_arttext&tIng=es [Consulta: 6 Julio 2015].
57. Samour, J. (2010). Medicina aviaria. España: ELSEVIER.
58. Santurio, J.M. (2011). El momento y lugar de los prebióticos. *Revista Mos Yes*. <http://www.yes.ind.br/pdfs/revista-mos-esp.pdf> [Consulta: 14 Junio 2015].
59. Sarmiento, A.; Weiland, J.; Gómez, J.; Gómez, G.; y Vargas, M. (2009). Evaluación del efecto de un mananoligosacárido (MOS) en los parámetros zootécnicos, microbiológicos, patológicos e histológicos en pollos de engorde frente a salmonella enteritidis. *Revista Ciencia Animal* 2:67-77. <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/view/794> [Consulta: 22 Julio 2015].
60. Scholz-Ahrens, K.; Schaafsma, G.; GHM van den Heuvel, E.; y Schrezenmeir, J. (2001). Effects of prebiotics on mineral metabolism. *American Journal of*

Clinical Nutrition 73(2):459-464.

<http://ajcn.nutrition.org/content/73/2/459s.short> [Consulta: 29 Agosto 2015].

61. Soler, T.D.; y Brieva, R.C. (2009). Alteraciones de salud frecuentes en animales provenientes del mercado negro de mascotas silvestres. I Congreso IV foro ACOPAZOA, zoológico parque Jaime Duque; Marzo 2009. Colombia.
http://www.researchgate.net/profile/Claudia_Brieva/publication/263733148 ALTERACIONES_DE_SALUD_FRECUENTES_EN_ANIMALES_PROVENIENTES_DEL_MERCADO_NEGRO_DE_MASCOTAS_SILVESTRES/links/0a85e53bc1aed94148000000.pdf [Consulta: 6 Octubre 2015].
62. Solis, M. E. (2015). Efecto de los Mananoligosacáridos (MOS) en la absorción aparente de elementos minerales en la dieta de inseparables de Namibia (*Agapornis roseicollis*). (Tesis de licenciatura). Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
63. Soto, P. C.; y Bert, E. (2011). Principios en la alimentación de psitacidas (Principles of psittacine birds nutrition). *Revista electrónica de Veterinaria* 12 (11):1-38.
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111111/111110.pdf> [Consulta: 10 Agosto 2015].
64. Soto, P. C.; y Bert, E. (2010). Valoración de las afectaciones hepáticas en aves ornamentales. *Revista electrónica de Veterinaria* 11(11): 1-16.
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111110B.html> [Consulta: 5 Noviembre 2015].

65. Stroud, F. R. (1998). Stroud's digest on the diseases of birds. E. U.A: Manson.
66. Swanson, S.K.; M. Grieshop, C.; Flickinger, A. E.; Bauer, L.L.; Peter, H.H.; Dawson, A.K.; Merchen, R.N.; y Fahey, C.G. (2002). Supplemental Fructooligosaccharides and Mannanligosaccharides influence immune function, ileal and total tract nutrient digestibilities, microbial populations and concentrations of protein catabolites in the Large Bowel of Dogs. The journal of nutrition 132 (5): 980-989.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11983825> [Consulta: 29 Agosto 2015].
67. Texeira, A. F.; Antônio, F.F. ; Arena, D. M.; Rostagno, S. H.; De Vargas, J.G.; De Oliveira, C.C.; Gomes, C.P.; y Rocha, C. H. (2006). Use of mannaoligosaccharid based prebiotic in the broiler diets. Revista brasileira de zootecnia 35(3): 742- 749.
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000300015&script=sci_abstract [Consulta: 23 Agosto 2015].
68. Tinajero, A. T. (1989). Manual de los psitácidos más comunes en México. (Tesis de Licenciatura). Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
69. Tully, T.N.; Dorrestein, G.M.; Jones, A.K. (2009). Avian medicine. China: ELSEIVER.
70. Van den Abeele. (2006). Agapornis. España: Hispano Europea.
71. Velásquez, G. (2006). Fundamentos de nutrición saludable. Colombia: Universidad de Antioquia.

72. Yang, Y; Iji, P.A.; y Choct. M. (2009). Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. *World's Poultry Science Journal* 65: 97-114.
[http: www.ars.usda.gov/.../PDF/.../05YangYIji. Pdf](http://www.ars.usda.gov/.../PDF/.../05YangYIji.Pdf) [Consulta: 19 Abril 2015].
73. Ziegler, E.E.; y Filer, L.J. (Eds) (1996). *Conocimientos actuales sobre nutrición*. U.S.A: International life sciences institute.

10. Anexos

Anexo 1. Consumo de alimento en base seca.

Agapornis	0-15 días	15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	108.38g	100.18g	99.27g	102.92g	131.15g
2	114.76g	119.31g	132.06g	122.95g	150.27g
3	105.65g	87.43g	91.99g	88.34g	91.99g
4	132.97g	110.20g	141.17g	135.70g	123.86g
5	123.86g	102.92g	122.04g	116.58g	116.58g
6	122.04g	103.83g	120.22g	95.63g	104.74g
7	139.35g	133.88g	162.11g	161.20g	164.85g
8	120.22g	107.47g	138.43g	98.36g	115.67g

Anexo 2. Cantidad de elementos minerales en el alimento.

Elemento mineral	mg/g de alimento
Ca	8.24
P	17.92
Mg	2.04
Na	18.87
K	8.18
Fe	0.174
Cu	0.008
Zn	0.072

Anexo 3. Consumo de Calcio para cada A. roseicollis.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	893.28mg	825.72mg	818.21mg	848.24mg	1080.94mg
2	945.83mg	983.36mg	1088.45mg	1013.39mg	1238.58mg
3	870.76mg	720.63mg	758.16mg	728.13mg	758.16mg
4	1095.96mg	908.29mg	1163.52mg	1118.48mg	1020.89mg
		Promedio 860mg	957mg	927mg	1025mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	1020.89mg	848.24mg	1005.88mg	960.84mg	960.84mg
6	1005.88mg	855.75mg	990.87mg	788.19mg	863.25mg
7	1148.50mg	1103.46mg	1336.17mg	1328.66mg	1358.69mg
8	990.87mg	885.77mg	1141.00mg	810.71mg	953.33mg
Promedio	996mg	Promedio 923mg	1118mg	972mg	1034mg

Anexo 4. Consumo de Fósforo para cada *A. roseicollis*.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	1942.57mg	1795.65mg	1779.33mg	1844.62mg	2350.67mg
2	2056.84mg	2138.46mg	2367.00mg	2203.75mg	2693.48mg
3	1893.60mg	1567.11mg	1648.73mg	1583.44mg	1648.73mg
4	2383.32mg	1975.22mg	2530.24mg	2432.29mg	2220.08mg
		Promedio 1869mg	2081mg	2016mg	2228mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	2220.08mg	1844.62mg	2187.43mg	2089.48mg	2089.48mg
6	2187.43mg	1860.95mg	2154.78mg	1714.03mg	1877.27mg
7	2497.59mg	2399.64mg	2905.69mg	2889.37mg	2954.66mg
8	2154.78mg	1926.24mg	2481.26mg	1763.00mg	2073.16mg
Promedio	2167mg	Promedio 2008mg	2432mg	2114mg	2249mg

Anexo 5. Consumo de Magnesio para cada A. roseicollis.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	221.11mg	204.39mg	202.53mg	209.96mg	267.57mg
2	234.12mg	243.41mg	269.42mg	250.84mg	306.59mg
3	215.54mg	178.38mg	187.67mg	180.23mg	187.67mg
4	271.28mg	224.83mg	288.01mg	276.86mg	252.70mg
		Promedio 213mg	237mg	229mg	254mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	252.70mg	209.96mg	248.98mg	237.84mg	237.84mg
6	248.98mg	211.82mg	245.27mg	195.10mg	213.68mg
7	284.29mg	273.14mg	330.74mg	328.88mg	336.32mg
8	245.27mg	219.25mg	282.43mg	200.67mg	235.98mg
Promedio	247mg	Promedio 229mg	277mg	241mg	256mg

Anexo 6. Consumo de Sodio para cada A. roseicollis.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	2045.40mg	1890.71mg	1873.52mg	1942.27mg	2475.11mg
2	2165.72mg	2251.66mg	2492.30mg	2320.42mg	2836.07mg
3	1993.84mg	1650.07mg	1736.01mg	1667.26mg	1736.01mg
4	2509.49mg	2079.78mg	2664.18mg	2561.05mg	2337.61mg
		Promedio 1968mg	2192mg	2123mg	2346mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	2337.61mg	1942.27mg	2303.23mg	2200.10mg	2200.10mg
6	2303.23mg	1959.46mg	2268.85mg	1804.77mg	1976.65mg
7	2629.81mg	2526.68mg	3059.52mg	3042.33mg	3111.08mg
8	2268.85mg	2028.22mg	2612.62mg	1856.33mg	2182.91mg
Promedio	2281mg	Promedio 2114mg	2561mg	2226mg	2368mg

Anexo 7. Consumo de Potasio para cada A. roseicollis.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	886.65mg	819.59mg	812.14mg	841.94mg	1072.92mg
2	938.80mg	976.06mg	1080.37mg	1005.86mg	1229.38mg
3	864.29mg	715.28mg	752.53mg	722.73mg	752.53mg
4	1087.82mg	901.55mg	1154.88mg	1110.17mg	1013.31mg
		Promedio 853mg	950mg	920mg	1017mg
Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)					
5	1013.31mg	841.94mg	998.41mg	953.70mg	953.70mg
6	998.41mg	849.39mg	983.51mg	782.33mg	856.84mg
7	1139.97mg	1095.27mg	1326.25mg	1318.79mg	1348.60mg
8	983.51mg	879.19mg	1132.52mg	804.69mg	946.25mg
Promedio	989mg	Promedio 916mg	1110mg	965mg	1026mg

Anexo 8. Consumo de Hierro para cada A. roseicollis.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	18.84mg	17.42mg	17.26mg	17.89mg	22.80mg
2	19.95mg	20.74mg	22.96mg	21.38mg	26.13mg
3	18.37mg	15.20mg	15.99mg	15.36mg	15.99mg
4	23.12mg	19.16mg	24.55mg	23.60mg	21.54mg
		Promedio 18mg	20mg	20mg	22mg
Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)					
5	21.54mg	17.89mg	21.22mg	20.27mg	20.27mg
6	21.22mg	18.05mg	20.90mg	16.63mg	18.21mg
7	24.23mg	23.28mg	28.19mg	28.03mg	28.66mg
8	20.90mg	18.69mg	24.07mg	17.10mg	20.11mg
Promedio	21mg	Promedio 19mg	24mg	21mg	22mg

Anexo 9. Consumo de Cobre para cada A. roseicollis.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	0.85mg	0.78mg	0.77mg	0.80mg	1.02mg
2	0.90mg	0.93mg	1.03mg	0.96mg	1.17mg
3	0.82mg	0.68mg	0.72mg	0.69mg	0.72mg
4	1.04mg	0.86mg	1.10mg	1.06mg	0.97mg
		Promedio			
		1mg	1mg	1mg	1mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	0.97mg	0.80mg	0.95mg	0.91mg	0.91mg
6	0.95mg	0.81mg	0.94mg	0.75mg	0.82mg
7	1.09mg	1.05mg	1.27mg	1.26mg	1.29mg
8	0.94mg	0.84mg	1.08mg	0.77mg	0.90mg
Promedio		Promedio			
	1mg	1mg	1mg	1mg	1mg

Anexo 10. Consumo de Zinc para cada *A. roseicollis*.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	7.75mg	7.16mg	7.09mg	7.35mg	9.37mg
2	8.20mg	8.53mg	9.44mg	8.79mg	10.74mg
3	7.55mg	6.25mg	6.57mg	6.31mg	6.57mg
4	9.50mg	7.88mg	10.09mg	9.70mg	8.85mg
		Promedio 7mg	8mg	8mg	9mg
Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)					
5	8.85795935	7.35mg	8.72mg	8.33mg	8.33mg
6	8.72769524	7.42mg	8.59mg	6.83mg	7.49mg
7	9.96520426	9.57mg	11.59mg	11.52mg	11.78mg
8	8.59743113	7.68mg	9.90mg	7.03mg	8.27mg
Promedio	9mg	Promedio 8mg	10mg	8mg	9mg

Anexo 11. Cantidad de heces en base seca.

Agapornis	Sin Tratamiento	Con Tratamiento MOS 1.5g/Kg			
	Días 0-15	15- 30	30- 45	45- 60	60-75
1	4.96g	4.74g	6.48g	6.39g	6.80g
2	9.03g	3.83g	5.28g	9.87g	8.66g
3	12.12g	7.22g	6.43g	5.17g	9.69g
4	6.78g	5.95g	5.07g	10.94g	7.77g
		Promedio 5g	6g	8g	8g
		Tratamiento MOS 2g/Kg			
5	12.21g	9.19g	13.97g	11.61g	11.12g
6	9.35g	7.08g	7.78g	4.44g	4.24g
7	3.41g	2.12g	1.78g	2.06g	3.09g
8	11.47g	5.57g	8.95g	10.69g	7.34g
Promedio	9g	Promedio 6g	8g	7g	6g

Anexo 12. Cantidad de Calcio en las heces.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	61.35mg	46.18mg	90.90mg	68.02mg	80.26mg
2	46.43mg	53.12mg	69.06mg	130.99mg	117.16mg
3	172.49mg	127.24mg	74.32mg	72.58mg	127.19mg
4	84.16mg	68.15mg	78.31mg	96.57mg	99.23mg
		Promedio 74mg	78mg	92mg	106mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	173.83mg	142.02mg	243.23mg	175.18mg	160.02mg
6	108.98mg	108.34mg	119.73mg	69.40mg	68.68mg
7	40.47mg	21.37mg	27.40mg	26.19mg	47.10mg
8	162.11mg	70.29mg	119.19mg	148.33mg	98.98mg
Promedio	106mg	Promedio 86mg	127mg	105mg	94mg

Anexo 13. Cantidad de Fósforo en las heces.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	109.01mg	114.41mg	150.20mg	162.10mg	178.64mg
2	76.10mg	65.91mg	117.15mg	232.78mg	172.23mg
3	271.58mg	231.68mg	117.25mg	129.34mg	279.58mg
4	139.12mg	69.99mg	103.37mg	226.69mg	200.86mg
		Promedio 120mg	122mg	188mg	208mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	226.78mg	227.12mg	350.62mg	347.32mg	225.30mg
6	172.65mg	174.74mg	115.85mg	84.90mg	89.85mg
7	68.30mg	61.87mg	16.68mg	94.29m	44.99mg
8	252.80mg	113.01mg	183.89mg	328.42mg	354.86mg
Promedio	164mg	Promedio 144mg	167mg	214mg	179mg

Anexo 14. Cantidad de Magnesio en las heces.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	23.18mg	22.21mg	34.94mg	28.36mg	32.50mg
2	19.13mg	19.52mg	27.78mg	49.84mg	42.16mg
3	57.51mg	51.30mg	28.55mg	26.44mg	50.73mg
4	34.32mg	24.67mg	28.33mg	55.38mg	48.75mg
		Promedio			
		29mg	30mg	40mg	44mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	69.89mg	57.68mg	94.26mg	72.95mg	56.46mg
6	45.96mg	39.93mg	37.76mg	24.24mg	25.81mg
7	13.61mg	10.28mg	11.47mg	10.12mg	15.79mg
8	62.42mg	30.79mg	46.49mg	58.68mg	35.12mg
Promedio	41mg	Promedio			
		35mg	47mg	41mg	33mg

Anexo 15. Cantidad de Sodio en las heces.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	15.05mg	19.77mg	14.96mg	23.56mg	16.87mg
2	3.75mg	6.99mg	21.85mg	6.48mg	11.95mg
3	30.50mg	10.71mg	18.18mg	0.90mg	4.69mg
4	12.85mg	16.82mg	10.84mg	76.41mg	8.85mg
		Promedio			
		14mg	16mg	27mg	11mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	21.90mg	28.52mg	53.91mg	40.41mg	27.99mg
6	18.05mg	34.18mg	33.50mg	12.08mg	6.29mg
7	1.30mg	8.17mg	0.74mg	4.54mg	1.60mg
8	35.98mg	8.26mg	44.70mg	9.59mg	20.51mg
Promedio	17mg	Promedio			
		20mg	33mg	17mg	14mg

Anexo 16. Cantidad de Potasio en las heces.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	69.02mg	75.44mg	141.94	107.53	109.18
2	26.99mg	83.25mg	113.31	208.62	155.13
3	245.01mg	187.12mg	90.45	101.40	181.05
4	125.57mg	101.06mg	103.28	229.55	179.83
		Promedio			
		112mg	112	162	156
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	233.76mg	236.81mg	318.88	227.53	209.50
6	197.63mg	145.40mg	158.42	73.29	91.56
7	50.61mg	35.97mg	38.45	35.93	53.91
8	217.79mg	114.34mg	164.34	220.99	138.32
Promedio		Promedio			
	146mg	133mg	170	139	123

Anexo 17. Cantidad de hierro en las heces.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	1.99mg	1.48mg	2.45mg	1.66mg	2.61mg
2	1.49mg	1.37mg	1.74mg	3.35mg	2.34mg
3	5.97mg	1.95mg	2.73mg	1.13mg	3.36mg
4	2.52mg	1.55mg	1.35mg	3.31mg	2.79mg
		Promedio 2mg	2mg	2mg	3mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	4.57mg	3.55mg	5.13mg	4.90mg	4.72mg
6	3.97mg	2.51mg	3.01mg	1.49mg	1.60mg
7	1.32mg	0.74mg	0.58mg	1.08mg	1.47mg
8	4.37mg	2.84mg	1.68mg	1.94mg	2.78mg
Promedio	3mg	Promedio 2mg	3mg	2mg	3mg

Anexo 18. Cantidad de Cobre en las heces.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	0.16mg	0.12mg	0.21mg	0.20mg	0.21mg
2	0.12mg	0.13mg	0.16mg	0.32mg	0.25mg
3	0.39mg	0.27mg	0.15mg	0.17mg	0.31mg
4	0.21mg	0.15mg	0.15mg	0.32mg	0.26mg
		Promedio			
		0.2mg	0.2mg	0.3mg	0.3mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	0.40mg	0.28mg	0.45mg	0.41mg	0.34mg
6	0.32mg	0.23mg	0.26mg	0.14mg	0.14mg
7	0.09mg	0.07mg	0.06mg	0.06mg	0.08mg
8	0.39mg	0.17mg	0.26mg	0.33mg	0.23mg
Promedio	0.3mg	Promedio			
		0.2mg	0.3mg	0.2mg	0.2mg

Anexo 19. Cantidad de Zinc en las heces.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	1.32mg	1.09mg	1.74mg	1.80mg	1.68mg
2	1.16mg	0.97mg	1.39mg	2.67mg	2.19mg
3	3.06mg	2.01mg	1.42mg	1.35mg	2.59mg
4	1.81mg	1.33mg	1.23mg	2.86mg	2.09mg
		Promedio 1mg	1mg	2mg	2mg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	3.28mg	2.29mg	3.61mg	3.16mg	2.96mg
6	2.47mg	1.84mg	2.09mg	1.16mg	1.11mg
7	0.81mg	0.55mg	0.48mg	0.55mg	0.81mg
8	2.98mg	1.47mg	2.32mg	2.78mg	1.95mg
Promedio	2mg	Promedio 2mg	2mg	2mg	2mg

Anexo 20. % Digestibilidad Calcio.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	93.13	94.41	88.89	91.98	92.57
2	95.09	94.60	93.66	87.07	90.54
3	80.19	82.34	90.20	90.03	83.22
4	92.32	92.50	93.27	91.37	90.28
		Promedio			
		91	92	90	89
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	82.97	83.26	75.82	81.77	83.35
6	89.17	87.34	87.92	91.20	92.04
7	96.48	98.06	97.95	98.03	96.53
8	83.64	92.07	89.55	81.70	89.62
Promedio	89	Promedio			
		90	88	88	90

Anexo 21. % Digestibilidad de Fósforo.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	94.39	93.63	91.56	91.21	92.40
2	96.30	96.92	95.05	89.44	93.61
3	85.66	85.22	92.89	91.83	83.04
4	94.16	96.46	95.91	90.68	90.95
		Promedio			
		93	94	91	90
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	87.69	87.69	83.97	83.38	89.22
6	90.61	90.61	94.62	95.05	95.21
7	97.42	97.42	99.43	96.74	98.48
8	94.13	94.13	92.59	81.37	82.88
Promedio		Promedio			
	92	92	93	89	91

Anexo 22. % Digestibilidad Magnesio.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	89.52	89.13	82.75	86.49	87.85
2	91.83	91.98	89.69	80.13	86.25
3	73.32	71.24	84.79	85.33	72.97
4	87.35	89.03	90.16	80.00	80.71
		Promedio			
		85	87	83	82
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	72.34	72.53	62.14	69.33	76.26
6	81.54	81.15	84.61	87.57	87.92
7	95.21	96.24	96.53	96.92	95.30
8	74.55	85.96	83.54	70.76	85.12
Promedio	83	Promedio			
		84	82	81	86

Anexo 23. % Digestibilidad Sodio.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	99.26	98.95	99.20	98.79	99.32
2	99.83	99.69	99.12	99.72	99.58
3	98.47	99.35	98.95	99.95	99.73
4	99.49	99.19	99.59	97.02	99.62
		Promedio			
		99	99	99	100
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	99.06	98.53	97.66	98.16	98.73
6	99.22	98.26	98.52	99.33	99.68
7	99.95	99.68	99.98	99.85	99.95
8	98.41	99.59	98.29	99.48	99.06
Promedio		Promedio			
	99	99	99	99	99

Anexo 24. % Digestibilidad Potasio.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	92.22	90.79	82.52	87.23	89.82
2	97.12	91.47	89.51	79.26	87.38
3	71.65	73.84	87.98	85.97	75.94
4	88.46	88.79	91.06	79.32	82.25
		Promedio			
		86	88	83	84
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	76.93	71.87	68.06	76.14	78.03
6	80.21	82.88	83.89	90.63	89.31
7	95.56	96.72	97.10	97.28	96.00
8	77.86	87.00	85.49	72.54	85.38
Promedio		Promedio			
	85	85	84	84	87

Anexo 25. % Digestibilidad Hierro.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	89.43	91.52	85.79	90.75	88.55
2	92.55	93.37	92.42	84.31	91.03
3	67.52	87.20	82.90	92.65	78.99
4	89.10	91.92	94.51	85.98	87.04
		Promedio			
		91	89	88	86
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	78.79	80.14	75.83	75.85	76.73
6	81.32	86.08	85.62	91.03	91.19
7	94.56	96.81	97.93	96.16	94.87
8	79.10	84.78	93.03	88.64	86.18
Promedio	84	Promedio			
		87	87	88	87

Anexo 26. % Digestibilidad Cobre.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	81.70	85.02	72.42	75.18	80.07
2	87.03	86.45	84.91	66.69	78.70
3	52.40	60.71	78.94	74.81	57.07
4	79.62	82.10	86.46	69.61	73.49
		Promedio			
		79	81	72	72
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	58.34	64.96	53.38	55.66	62.57
6	67.05	71.17	72.18	81.46	83.51
7	91.88	93.44	95.61	95.18	93.50
8	58.96	79.28	75.63	57.38	74.61
Promedio		Promedio			
	72	77	74	72	79

Anexo 27. % Digestibilidad Zinc.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento)			
		15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días
1	82.95	84.72	75.44	75.58	82.05
2	85.85	88.64	85.28	69.62	79.58
3	59.44	67.83	78.41	78.67	60.56
4	80.93	83.08	87.79	70.57	76.41
		Promedio			
		81	82	74	75
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)			
5	62.98	68.88	58.63	62.06	64.52
6	71.65	75.22	75.66	83.02	85.15
7	91.86	94.27	95.87	95.23	93.10
8	65.32	80.87	76.54	60.55	76.46
Promedio		Promedio			
	75	80	77	75	80

Anexo 28. Deposición de Calcio en plumas.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento) 15-75 días
1	316.72 µg	350.31 µg
2	316.72 µg	382.64 µg
3	299.51 µg	344.86 µg
4	309.58 µg	379.29 µg
		Promedio 364 µg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)
5	370.05 µg	330.16 µg
6	252.48 µg	353.25 µg
7	326.38 µg	315.46 µg
8	326.38 µg	538.00 µg
Promedio	315 µg	384 µg

Anexo 29. Deposición de Fósforo en plumas.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento) 15-75 días
1	1722.85 µg	1554.15 µg
2	1722.85 µg	2144.59 µg
3	1959.02 µg	1689.11 µg
4	2431.37 µg	3342.33 µg
		Promedio 2183 µg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)
5	2448.24 µg	2313.28 µg
6	1048.06 µg	2735.02 µg
7	2718.15 µg	2009.63 µg
8	2718.15 µg	7003.02 µg
Promedio	2096 µg	3515 µg

Anexo 30. Deposición de Magnesio en plumas.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento) 15-75 días
1	50.85 µg	55.88 µg
2	50.85 µg	62.86 µg
3	58.82 µg	61.01 µg
4	56.31 µg	86.99 µg
		Promedio 67 µg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)
5	94.53 µg	60.35 µg
6	42.12 µg	62.65 µg
7	58.82 µg	61.23 µg
8	58.82 µg	94.63 µg
Promedio	59 µg	70 µg

Anexo 31. Deposición de Sodio en plumas.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento) 15-75 días
1	206.85 µg	211.24 µg
2	206.85 µg	210.62 µg
3	220.65 µg	246.68 µg
4	230.06 µg	246.06 µg
		Promedio 229 µg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)
5	259.54 µg	236.33 µg
6	177.37 µg	230.06 µg
7	240.72 µg	210.93 µg
8	240.72 µg	260.17 µg
Promedio	223 µg	234 µg

Anexo 32. Deposición de Potasio en plumas.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento) 15-75 días
1	120.01 µg	106.95 µg
2	120.01 µg	3112.90 µg
3	147.50 µg	121.97 µg
4	133.07 µg	3126.64 µg
		Promedio 1617 µg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)
5	3079.52 µg	115.10 µg
6	93.51 µg	155.15 µg
7	145.53 µg	139.74 µg
8	145.53 µg	3126.64 µg
Promedio	498 µg	884 µg

Anexo 33. Deposición de Hierro en plumas.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento) 15-75 días
1	33.29 µg	36.05 µg
2	33.29 µg	33.29 µg
3	33.29 µg	34.39 µg
4	28.87 µg	34.39 µg
		Promedio 35 µg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)
5	29.97 µg	39.36 µg
6	29.97 µg	29.97 µg
7	31.63 µg	31.08 µg
8	31.63 µg	36.05 µg
Promedio	32 µg	34 µg

Anexo 34. Deposición de Cobre en plumas.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento) 15-75 días
1	0.48 µg	0.80 µg
2	0.48 µg	1.43 µg
3	1.11 µg	1.11 µg
4	0.48 µg	1.75 µg
		Promedio 1
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)
5	2.07 µg	1.11 µg
6	1.11 µg	1.75 µg
7	1.75 µg	0.80 µg
8	1.75 µg	4.93 µg
Promedio	1 µg	2 µg

Anexo 35. Deposición de Zinc en plumas.

Agapornis	Sin tratamiento MOS 0-15 días	Con tratamiento MOS (1.5g/ Kg alimento) 15-75 días
1	15.51 µg	13.84 µg
2	15.51 µg	18.76 µg
3	17.09 µg	15.60 µg
4	26.92 µg	19.29 µg
		Promedio 17 µg
		Con tratamiento MOS (2g/ Kg alimento)
5	19.11 µg	18.32 µg
6	11.56 µg	18.41 µg
7	19.02 µg	14.90 µg
8	19.02 µg	38.60 µg
Promedio	18 µg	23 µg