

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE ZOOTECNIA

PERFIL MINERAL DE LOS ALIMENTOS PARA MASCOTAS IMPORTADOS, Y
VERIFICACIÓN DE SU CONTENIDO NUTRICIONAL, SEGÚN SU ETIQUETA DE
ANÁLISIS GARANTIZADO

André Cedeño López

Proyecto de graduación presentado para optar por el título en el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2020

Este proyecto de graduación fue aceptado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

<hr/> M.Sc. Rodolfo WingChing Jones	Director del proyecto de graduación
<hr/> Licda. Jesenia Vásquez Vargas	Miembro del tribunal
<hr/> Ph.D Andrea Brenes Soto	Miembro del tribunal
<hr/> Licda. Alejandra Jiménez Picado	Miembro del tribunal
<hr/> M.Sc. Rebeca Zamora Sanabria	Miembro del tribunal
<hr/> M.Sc. Rodolfo WingChing Jones	Director de la Escuela
<hr/> André Cedeño López	Sustentante

DEDICATORIA

A toda mi familia que siempre me ha apoyado, principalmente a mis padres que día a día se esforzaron para ayudarme a cumplir las metas; y a mi abuela Esperanza QEPD, que fue la que me inspiro a continuar estudiando

AGRADECIMIENTOS

Al personal del CINA y de la Escuela de Zootecnia por todas las ayudas brindadas, en especial al director de este proyecto de graduación

ÍNDICE

Contenido	Página
PORTADA	i
HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO	4
La Industria de alimento para mascotas	4
Tendencias en el mercado de alimento para mascotas	5
Leyes y Reglamentación para los alimentos para mascotas	6
Función de los nutrimentos en las mascotas	9
Estudios previos	13
OBJETIVOS	15
Generales	15
Específicos	15
PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA	16
Obtención de las muestras	16
Análisis de las muestras	16
Perfilado de minerales	17
Interpretación de la información	18
CAPÍTULO I	19
ANÁLISIS PROXIMAL Y ANÁLISIS DE GARANTÍA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA MASCOTAS	19
Humedad	19
Proteína	20

Extracto Etéreo	23
Fibra Cruda	24
Energía Metabolizable	25
Calcio.....	27
Fósforo.....	28
Relación Calcio/Fósforo.....	29
Sal	30
Carbohidratos	32
Requerimientos Nutricionales Mínimos.....	33
CAPÍTULO II	39
PERFIL MINERAL DE LOS ALIMENTOS IMPORTADOS PARA MASCOTA COMERCIALIZADOS EN COSTA RICA	39
Alimentos para perros.....	39
Alimentos para gatos	43
Alimentos para hámster	43
Alimentos para Conejo.....	43
Alimentos para peces ornamentales.....	44
Alimentos para tortuga	45
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES	48
LITERATURA CITADA	49
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Alimentos alternativos para mascotas de mayor crecimiento en la industria de EEUU en el año 2013	5
2	Peligros más comunes asociados al alimento para mascotas y su control	6
3	Requisitos de etiquetado de los alimentos para animales en Costa Rica.....	8
4	Función de los macronutrientes, efecto de sus deficiencias y excesos	10
5	Función de los macrominerales y efectos relacionados a su deficiencia o exceso en la nutrición de las mascotas	11
6	Función de los microminerales y efectos relacionados a su deficiencia o exceso en la nutrición de las mascotas	12
7	Fórmulas para calcular el porcentaje de variación permitido, por AAFCO, para los valores declarados en las etiquetas de garantía de alimentos para mascotas	17
8	Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas en Costa Rica	21
9	Requerimientos nutricionales mínimos de las diferentes especies de interés zootécnico	34
10	Fórmulas para el cálculo de requerimientos calóricos para las diferentes especies.....	35
11	Balance Nutricional para un perro de 20 kg consumiendo un alimento promedio con una actividad física baja	37
12	Contenido mineral de los alimentos para mascotas importados en Costa Rica y su respectivo requerimiento	41
13	Balance mineral para un perro cachorro, consumiendo la cantidad adecuada y consumiendo una menor, del alimento promedio	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1	Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: perros adultos	57
2	Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: perros cachorros	58
3	Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: gatos adultos	59
4	Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: gatos cachorros	60
5	Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: hámsters	61
6	Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: conejos	62
7	Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: peces ornamentales	63
8	Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: tortugas	64
9	Contenido y requerimiento mineral de los alimentos para mascotas importados: perros	65
10	Contenido y requerimiento mineral de los alimentos para mascotas importados: gatos	66
11	Contenido y requerimiento mineral de los alimentos para mascotas importados: hámsters y conejos	67
12	Contenido y requerimiento mineral de los alimentos para mascotas importados: peces ornamentales y tortugas	68

RESUMEN

El contenido nutricional de los alimentos para mascotas en Costa Rica, está regulado por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 65.05.52:11 para contribuir a asegurar la correcta nutrición de los animales de compañía. En este trabajo se realizó la verificación de los análisis de garantía en 34 alimentos importados, para seis especies, comparándolos con los resultados de laboratorio para los contenidos de humedad, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, energía metabolizable, calcio, fósforo, sal y carbohidratos. Además, se evaluaron utilizando las fórmulas de variación analítica de AAFCO y los requerimientos nutricionales encontrados en la literatura. Por otra parte, se determinó el contenido de minerales de estos alimentos, esta información no siempre está disponible en todas las etiquetas, el contenido mineral se comparó con los requerimientos minerales de la literatura. Los nutrimentos que más incumplimientos presentaron fueron: la sal (27), calcio (16) y la energía (14). Además, se encontró que algunos alimentos no declaraban el contenido de la sal (14), el calcio (9) y el fósforo (7), principalmente, los alimentos de peces ornamentales y tortugas. Con respecto a los requerimientos mínimos nutricionales, 22 alimentos presentaron deficiencias o excesos en al menos un nutrimento, principalmente carbohidratos (11) y extracto etéreo (7). En el perfil mineral, se encontró que principalmente los alimentos para tortuga presentaban deficiencias en el contenido de calcio, fósforo y magnesio respecto a las recomendaciones de la literatura.

El 76% de los alimentos muestreados presentó discrepancia al comparar el análisis de su contenido y los valores declarados en la etiqueta, por lo que es importante la verificación del análisis de garantía. Además del análisis de contenido de la dieta, es importante tomar en cuenta otros factores de la alimentación, como la cantidad de la ración a ofrecer. Ya que, aunque la dieta sea balanceada si no se ofrece la cantidad adecuada conlleva a deficiencias o excesos en el aporte real de nutrimentos a la mascota. Además, los análisis de digestión y biodisponibilidad son necesarios, para estimar de manera más precisa el aporte dietético de los nutrimentos.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad y en la cultura, los animales domésticos y en especial, los perros cumplen funciones importantes de utilidad, como: caza, cuidado, pastoreo, entre otras. Incluso son adorados por muchas culturas, por ser considerados seres divinos o espirituales (Gutiérrez, Granados, & Piar, 2007). En la sociedad moderna estas funciones no son las prioritarias, ya que la mayor relevancia es ser animales de compañía, debido a que proporcionan amor y afecto, son leales y fieles hacia sus amos (Atehortua, Gómez, & Orozco, 2007).

Por esta razón, es que cada vez más se adquieren mascotas para llenar espacios y vacíos afectivos, ya que proporcionan compañía y afecto a sus amos. Además, el aumento en el poder adquisitivo de la clase media, les permite cubrir más gastos, por lo que pueden solventar, la manutención de sus mascotas (Barón & Torconal, 2015).

Otra función de los animales de compañía, es su uso terapéutico para el tratamiento de varias enfermedades físicas, como, por ejemplo: en las enfermedades cardíacas. Se ha comprobado que las mascotas reducen factores de riesgo como: presión arterial, frecuencia cardíaca y reducción del estrés (Atehortua et al., 2007). También se utilizan como terapia motivacional en personas con enfermedades y trastornos psicológicos, como problemas de socialización, problemas de aprendizaje, Alzheimer, entre otras (Mora, 2015).

En Costa Rica, según una encuesta realizada por la Escuela de Estadística de la Universidad de Costa Rica (UCR), el 66,5% de los hogares tienen una mascota. Según la misma encuesta, de los hogares que tiene mascotas, el 55% tienen perros, 15% gatos y el 22% otro tipo de mascotas (UCR, 2013).

Como se aprecia, las mascotas más comunes en los hogares de Costa Rica son los perros. Según datos del Estudio Nacional Sobre Tenencia de Perros en Costa Rica, para el 2016 el 50,5% de los hogares posee al menos un perro, con un promedio de 1,8 perros por hogar y un perro por cada 3,58 personas; por lo tanto, se estima que al menos hay 1.320.310 perros con dueño en el país (WSPA, 2016). Según el mismo estudio la población canina nacional,

mantiene un comportamiento de crecimiento. Tal comportamiento, requiere del desarrollo de un mercado específico (alimentos, juguetes, medicamentos, aditivos entre otros) para atender las necesidades de esta población.

A medida que crece la importancia de las mascotas y su mercado, surgen variedad de marcas y tipos de alimentos, por lo que cada vez más los dueños de las mascotas se interesan en seleccionar el mejor alimento para su mascota. En la actualidad es frecuente que los consumidores se interesen en cómo fue hecho el alimento para su mascota y, cómo evaluar su calidad e inocuidad, criterios importantes para elegir el alimento (Daumas et al., 2014). Por lo tanto, la evaluación de los alimentos para mascotas, siempre es un tema relevante para los consumidores y los profesionales en el área, ya que este es un mercado complejo.

Según datos de la Cámara de Industriales de Alimentos Balanceados, en su informe anual detalla que, en el país se produjo en el 2017, 2.031 TM de alimento para gatos y 42.604 TM para perros, para un total de 44.635 TM de alimento para mascotas. Lo que representa una participación del 4%, de la producción total de alimentos para animales y 6% del valor de mercado, en dólares, de este sector. El informe también detalla que la población estimada de mascotas es de 1.800.000 animales, de los cuales 400.000 son gatos y 1.400.000 son perros (CIAB, 2018).

Por otra parte, una buena nutrición alarga el tiempo y la calidad de vida de las mascotas, ya que es una parte importante en el cuidado óptimo de los animales (Baldwin et al. 2010). Una adecuada nutrición influye en la salud de las mascotas, su condición física, rendimiento físico, aspectos reproductivos, de crecimiento, y salud en general (Quirós Jiménez, 2011).

Las mascotas forman parte importante de la familia y de la sociedad actual; por tanto, el mercado de alimento para mascotas, como el de perros, es grande y variado. Por lo que la escogencia del alimento está influenciada por factores que el propietario considera como importantes, siendo el precio y la calidad como los prioritarios (Suarez et al., 2012). En Costa Rica la mayoría de hogares cuenta con una mascota, por esta razón es relevante generar información que ayude a comprobar, que el alimento importado para mascotas que se está vendiendo en el país, cumpla con el análisis de garantía.

Comprobar el contenido nutricional de los alimentos importados, es importante para asegurar que las mascotas están recibiendo el mínimo de requerimientos nutricionales en sus dietas, y que los consumidores sepan, que es lo que están comprando y que cantidad de nutrimentos ofrecen a su mascota.

Otro aspecto a considerar es que, en el análisis de garantía, no en todos los casos, se hace referencia al perfil mineral del alimento. Es importante verificar que el contenido y balance de los minerales sea el adecuado, ya que alimentar a los animales por largos periodos de tiempo, con dietas con exceso o deficiencia de minerales, puede tener un impacto negativo en la salud del animal (Davies et al., 2017). El presente trabajo busca generar un análisis exploratorio, de la situación actual del contenido de nutrimentos, de los alimentos para mascotas importados; respecto a lo declarado en su etiqueta. La información generada en este trabajo, es de gran utilidad para la Dirección de Alimentos para Animales (DAA), y para los dueños de mascotas; principales interesados en asegurar la salud de las mascotas, a través de una adecuada nutrición.

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

La Industria de alimento para mascotas

La industria de alimentos para mascotas empezó en Inglaterra, en el año 1860, y desde entonces ha sido bastante exitosa y rentable (Carrión & Thompson, 2014). Esto se debe a que el alimento balanceado es la principal fuente de alimentación de las mascotas (Deng & Swanson, 2015; Laflamme, 2008a). Un estudio realizado en Estado Unidos de Norteamérica (EEUU) y Australia muestra que, para el 93% de los perros y 99% de los gatos, al menos la mitad de su dieta se basa en alimento balanceado comercial (Laflamme et al., 2008).

La industria de mascotas, principalmente perros y gatos, mantiene un comportamiento creciente desde hace más de 20 años (Penn, 2018). En países desarrollados como EEUU, para el año 2017 el ingreso anual, de la industria de mascotas, fue alrededor de \$70 billones. Los mayores ingresos se dieron por conceptos de: alimento (\$29,07 billones), gastos veterinarios (\$17,07 billones) y medicamentos (\$15,11 billones) (APPA, 2017). Para el año 2018, se estimó que los ingresos, de la industria de mascotas, fueron de \$72,13 billones; manteniéndose el alimento como el concepto de mayor ingreso (\$29,88 billones), seguido por los gastos veterinarios (\$18,16 billones) y medicinas (\$15,51 billones). Por lo tanto, los alimentos para mascotas conforman cerca del 42% de los ingresos de la industria para mascotas de los EEUU y, mantiene el comportamiento creciente.

Además de los perros y gatos, otras especies son utilizadas comúnmente como mascotas, por ejemplo el conejo, en Estados Unidos de Norteamérica (EEUU) es la tercer mascota más popular con una población de 5,7 millones. En Italia, Reino Unido (UK) y Canadá también son populares (Ricci, Sartori, Palagiano, & Dalle Zotte, 2010). También, los peces ornamentales son una industria mundial con un valor entre 6 y 15 billones de dólares, los principales importadores son países desarrollados como EEUU, UK, Alemania, Francia, Países Bajos e Italia (Sicuro, 2018).

Tendencias en el mercado de alimento para mascotas

La industria de alimento para mascotas utiliza el mismo tipo de ingredientes que la industria de alimentos en general, por lo que sus riesgos, desafíos y tendencias son similares (Carrión & Thompson, 2014). Se sabe que el comportamiento alimenticio de las personas, está influenciado por factores culturales, sociales y creencias personales (Michel, 2006). Estos mismos factores van a afectar la escogencia de alimento para las mascotas. Inclusive se sabe que las mascotas de personas con sobrepeso, son propensas a presentar sobrepeso (Holmes, Morris, Abdulla, Hackett, & Rawlings, 2007). Esto se debe a que los dueños de las mascotas son los que determinan la dieta del animal. Por ejemplo, para los dueños de mascotas con sobrepeso, es importante el precio del alimento y las ofertas de este, mientras que para los dueños de mascotas con un peso adecuado, la calidad de los ingredientes y la composición nutricional del alimento es prioritario (Suarez et al., 2012).

Esto denota que cada vez más los dueños se preocupan por la salud de sus mascotas. Gran parte de los propietarios de perros y gatos, creen que: 1) los alimentos de buena calidad son importantes para la salud preventiva de su mascota, 2) la inocuidad es un factor de importancia a la hora de elegir un alimento para su mascota, 3) los alimentos naturales u orgánicos son más inocuos, que el alimento regular (Deng & Swanson, 2015). Debido a esta percepción es que los alimentos alternativos, como los naturales, son los que impulsaron el crecimiento de la industria de alimentos para mascotas en años anteriores (Cuadro 1).

Cuadro1. Alimentos alternativos para mascotas de mayor crecimiento en la industria de EEUU en el año 2013

Tipo de alimento para mascota	Crecimiento (%)	Venta anual en billones de dólares
Total	6,5	7,30
Natural	11,7	4,50
Libre de granos (Grain free)	32,4	1,88
Ingredientes restringidos	26,6	0,52
Fresco	16,6	0,09
Liofilizado	50,9	0,05

Adaptado de: (Deng & Swanson, 2015)

Leyes y Reglamentación para los alimentos para mascotas

Las leyes y reglamentos, para la regulación de alimentos para mascotas, adquieren mayor relevancia por las nuevas tendencias en la tenencia de mascotas y su alimentación, en las que los consumidores prestan atención a la inocuidad y valor nutricional de los alimentos. Estos lineamientos surgen para asegurar el bienestar de las mascotas, la salud pública y dar respaldo a los consumidores. Por tal motivo, es importante considerar que los alimentos para mascotas, podrían convertirse en un factor que afecte la integridad y el bienestar de los animales que lo consumen (Cuadro 2).

Cuadro 2. Peligros asociados al uso alimentos para mascotas y su control

<i>Peligro</i>	<i>Tipo</i>	<i>Causa</i>	<i>Control</i>
<i>Salmonella sp.</i>	Biológico	Contaminación cruzada, ingredientes contaminados, ingredientes crudos y plagas	Buenas prácticas de manufactura (BPM)
<i>Ionóforos</i>		Contaminación cruzada	BPM
<i>Adulteraciones</i>		Fraude. Adición de materias primas de menor calidad o perjudiciales para la salud (ej: melanina)	Trazabilidad e inspección de materias primas y proveedores
<i>Toxicidad o deficiencia de nutrimentos</i>		Mala formulación o mezclado deficiente	Pruebas de mezclado y análisis de producto terminado
<i>Micotoxicosis</i>	Químico	Materias primas contaminadas	Control de calidad de las materias primas (cereales)
<i>Metales y otros objetos</i>	Físico	Contaminación de ingredientes o del equipo	BPM

Adaptado de: (Carrión & Thompson, 2014).

Sin embargo, el alimento para mascotas se considera seguro ya que: 1) está hecho de múltiples ingredientes, lo que diluye el potencial de contaminación de algún agente, 2) gracias a los procesos de extrusión se alcanzan temperaturas adecuadas para destruir la mayoría de los patógenos, 3) se han hecho mejoras en los empaques de los alimentos, 4) se han hecho mejoras en el almacenaje de materias primas y productos terminados, 5) se usan técnicas analíticas sensibles a la detección de contaminantes y de la buena calidad en productos terminados (Fox & Kenagy, 2015). Según estos autores por estos motivos, y por la correcta aplicación de la legislación, la incidencia de casos de alimentos para mascotas; contaminados o adulterados, en la industria en general es relativamente baja.

La administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) es la entidad encargada, en EEUU, de crear las leyes para los alimentos de animales y vigilar su cumplimiento, apoyado por la Asociación de Funcionarios Americanos de Control de Alimentos (AAFCO, por sus siglas en inglés), que brinda sus aportes para los aspectos técnicos. La AAFCO es un ente no gubernamental, que tiene dentro de sus funciones: salvaguardar la salud animal y humana, proteger al consumidor y brindar la normativa sobre la comercialización de los alimentos para animales. Esto incluye el etiquetado de los alimentos para mascotas, su formulación e inspección (Carrión & Thompson, 2014; Dzanis, 2008; Fox & Kenagy, 2015; Zicker, 2008). La AAFCO está conformada por los estados de EEUU; Costa Rica y Canadá son los únicos miembros de la AAFCO fuera de EEUU. Los estados y países miembros de AAFCO, mediante sus ministerios correspondientes, se encargan de regular los alimentos para animales, apoyados en los lineamientos de la asociación (Dzanis, 2008).

En Costa Rica, los lineamientos para el correcto etiquetado de los alimentos para animales están dados por el Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 65.05.52:11: Productos utilizados en alimentación animal y establecimientos requisitos de registro sanitario y control. En la sección 14, especifica los requisitos de etiquetado (Cuadro 3).

Cuadro 3. Requisitos de etiquetado de los alimentos para animales en Costa Rica.

Sección	Resumen
14.1 Obligatoriedad de la etiqueta	Todo producto utilizado en la alimentación animal utilizado en la región Centroamericana, debe contener su respectiva etiqueta con lo estipulado en el reglamento, letra legible, en un lugar visible y utilizando unidades del Sistema Internacional de Unidades
14.2 Contenido general de la etiqueta o empaque	<ul style="list-style-type: none"> • Número de registro sanitario • Nombre del producto • Forma física • Tipo de producto, especie y categoría de animal de destino • Análisis garantizado • Listado de ingredientes • Indicaciones de uso • Cuando la etiqueta proviene del país de origen y no está en español o no contenga la información requerida de este reglamento, se podrá comercializar con etiqueta complementaria (adhesivo) aprobada por la autoridad competente
14.3 Forma de expresar la información del contenido de la etiqueta. Inciso b: Sobre el análisis garantizado	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje máximo de humedad • Porcentaje mínimo de proteína cruda • Porcentaje mínimo de extracto etéreo • Porcentaje máximo de fibra cruda • Contenido mínimo de energía calculada • Porcentaje mínimo y máximo de calcio • Porcentaje mínimo de fósforo • Porcentaje mínimo y máximo de sal • Para mascotas se acepta la declaración de la energía también en términos de energía metabolizable • La garantía para vitaminas o minerales no se requiere cuando el alimento para animales no representa en ninguna forma suplemento o premezcla de vitaminas y/o minerales

Fuente (RTCA 65.05.52:11, 2012)

Función de los nutrimentos en las mascotas

La dieta es un factor fundamental para asegurar el bienestar de las mascotas, ya que mediante esta reciben los nutrimentos necesarios para tener una buena salud. Las mascotas pueden padecer enfermedades por el desequilibrio de los macro nutrimentos en sus dietas (Baldwin et al. 2010). (Cuadro 4).

Por otra parte, la nutrición mineral es importante debido a que, los minerales son elementos inorgánicos esenciales para los animales (Fuller, 2004). Se han estudiado las funciones metabólicas de estos elementos, y las cantidades en que se requieren. Dependiendo de la cantidad que se necesite se dividen en 2 grupos: los macro minerales y los micro minerales o minerales traza (Grandjean & Butterwick, 2009). Conocer las funciones, los padecimientos o enfermedades metabólicas por deficiencia o exceso de los macro (Cuadro 5) y micro (Cuadro 6) minerales es importante para evaluar de forma integral la nutrición, estado sanitario y bienestar de las mascotas.

Cuadro 4. Función de los macro nutrientes, efecto de sus deficiencias y excesos.

Nutriente	Función	Deficiencia	Exceso	Referencia
Proteína Cruda	Fuente de aminoácidos, los cuales se utilizan para sintetizar nuevas proteínas, para: formar y reparar tejidos, transportar moléculas y cumplir funciones hormonales e inmunes	Pérdida de masa muscular, se detiene la síntesis de proteínas, mal desarrollo y crecimiento, pérdida de pelaje. Dependiendo de la especie animal, la falta de un aminoácido específico puede, causar otros trastornos (ej: deficiencia de taurina en gatos, causa degeneración en la retina)	Se ha demostrado que el exceso de proteína, en perros, no tiene un efecto negativo en los riñones, sin embargo, dietas con restricción de fosforo y proteína, ayudan a animales con fallos renal crónico	(Case, Carey, & Hirakawa, 1997; Hand, Thatcher, Remillard, & Roudebush, 2000; Laflamme, 2008b)
Carbohidratos	Fuente de energía, fibra dietética y fibra fermentable.	Compromete el adecuado funcionamiento intestinal (constipación)	Obesidad, diarreas	(Hand et al., 2000; Laflamme & Gunn-Moore, 2014; Thompson, 2008)
Grasas	Fuente de energía y de ácidos grasos. Los ácidos grasos ayudan a: la absorción de vitaminas liposolubles, mantenimiento de la pared celular, de la piel y el pelaje. Ayuda en el sistema inmune y en el reproductivo	Mala absorción de vitaminas A, D, E y K. Deterioro de la piel y el pelaje	Obesidad, hígado graso, fallas en el sistema inmune y reproductivo.	(Case et al., 1997; Hand et al., 2000)

Cuadro 5. Función de los macrominerales y efectos relacionados a su deficiencia o exceso en la nutrición de las mascotas

Mineral	Función	Deficiencia	Exceso
Calcio	Formación de huesos, coagulación de sangre, impulsos nerviosos, contracción muscular	Hiperparatiroidismo nutricional secundario, osteoporosis, anormalidades óseas, pobre crecimiento en el desarrollo	Aberraciones esqueléticas, depresión del consumo
Fósforo	Forma parte de la estructura esquelética, componente estructural del ADN y ARN, metabolismo energético, locomoción y balance ácido-base	Anemia, acidosis, desordenes locomotores, bajo apetito.	Hiperparatiroidismo nutricional secundario, deficiencia de Ca
Potasio	Balance ácido-base, transmisión de impulsos nerviosas, catalizador enzimático y funciones de transporte	Bajo crecimiento y desarrollo, debilidad, parálisis muscular, ataxia	
Sodio	Balance ácido-base, regula la presión osmótica, generación y transmisión de impulsos nerviosos.	Anorexia, sed y micciones excesivas, aumento frecuencia cardiaca, resecamiento de las mucosas	
Magnesio	Función enzimática en la contracción muscular, secreción de hormonas, estructura mineral en dientes y huesos	Bajas ganancias de peso y crecimiento, irritabilidad, convulsiones Hiperparatiroidismo nutricional secundario	Formación de cálculos urinarios
Cloro	Balance ácido-base, transporte extracelular	Debilidad, aumento de la excreción de sodio y potasio	

Adaptado de: (Case et al., 1997; NRC, 2006)

Cuadro 6. Función de los microminerales y efectos relacionados a su deficiencia o exceso en la nutrición de las mascotas

Mineral	Función	Deficiencia	Exceso
Hierro	Síntesis de hemoglobulina y ayuda en el metabolismo energético	Crecimiento pobre, mucosas pálidas, anemia, diarrea	Vómito, diarrea, daño gastrointestinal
Zinc	Reacciones enzimáticas, en la replicación celular y en el metabolismo de proteínas y carbohidratos. Ayuda al mantenimiento de la piel y a la cicatrización	Lesiones en la piel, crecimiento retardado, atrofia testicular, vómito, deficiencias de Ca y Cu.	
Manganeso	Función enzimática, en el desarrollo óseo y en funciones neurológicas,	Problemas en la reproducción, en el crecimiento de tejidos y huesos Malformaciones en hueso	
Cobre	Formación de tejido conectivo, metabolismo del hierro, formación de células sanguíneas, formación de melanina y pigmentos, formación de mielina, ayuda a combatir el estrés oxidativo	Pérdida de pigmentación en el pelaje, anemia	
Yodo	Síntesis de hormonas tiroideas, diferenciación celular, regulación del metabolismo	Crecimiento de la glándula tiroidea, pelaje seco y áspero.	Salivación excesiva y descargas nasales.
Selenio	Respuesta inmune y combate el estrés oxidativo	Anorexia, depresión, dificultad respiratoria, degeneración muscular	

Adaptado de: (Case et al., 1997; NRC, 2006)

Estudios previos

Comparar los contenidos de nutrimentos expresados en una etiqueta con el análisis proximal respectivo es una preocupación importante debido al gran mercado que este representa. En Chile, se analizaron 33 alimentos secos para perro. En este estudio se determinó el contenido de: materia seca, energía bruta, energía metabolizable, proteína cruda, aminoácidos (AA), ácido linoléico, minerales (calcio, fósforo, potasio, magnesio, zinc, yodo y selenio) y se comparó con lo declarado en la etiqueta de garantía (Hodgkinson, Rosales, Alomar, & Boroschek, 2004). En el estudio citado se encontraron diferencias en el contenido de fibra cruda y de grasa en 9% de los alimentos analizados. Además, se comparó los resultados con las recomendaciones nutricionales dadas por AFFCO, para la correcta nutrición de los perros. Se encontró que solo el 12% de los alimentos analizados cumplía con las recomendaciones de AFFCO, el 88% de los alimentos no cumplían, 46% fallaban en el requerimiento de un nutriente, mientras que 30% faltaba a la etiqueta en dos nutrimentos.

Otro estudio realizado en Chile, por el Departamento de Calidad y Seguridad de Productos (DCSP, 2014), evaluó el contenido de proteína cruda, fibra cruda, humedad, acidez libre e índice de peróxido de 20 alimentos secos para perros. Solo el 30% de los alimentos cumplía con lo declarado en la etiqueta y el nutrimento que presentaba mayor irregularidad, fue la proteína cruda, fuente responsable del aporte de los aminoácidos requeridos para un adecuado desarrollo muscular del animal.

En Brasil, como resultado de evaluar 49 marcas de alimento para perro (30 adultos y 19 cachorro) se encontró, que en alimentos para cachorros el calcio, grasa y proteína presentaron irregularidades en su análisis de garantía. Mientras que, la fibra cruda, proteína y grasa, presentaron problemas en los alimentos para perros adultos (Carciofi et al., 2006)

Como limitaciones en estos ensayos, se debe considerar la metodología utilizada para realizar los análisis de laboratorio, la cual, podría determinar variaciones en los resultados obtenidos. Al comparar sus resultados con estudios anteriores, no coincidían pues el método utilizado en esos estudios no era el más adecuado, para el extracto etéreo (Hodgkinson et al. (2004). Además, el mismo autor, menciona que para determinar completamente el aporte nutricional de los alimentos es necesario analizar el contenido vitamínico del alimento y esta determinación no se realiza.

Otra de las posibles limitaciones del ensayo sería la falta de literatura nacional para comparar los datos, además que la mayoría de estudios de validaciones de etiquetas de alimentos para mascotas, son realizados en alimentos para perros por lo que, para comparar resultados de los alimentos de otras especies, es difícil debido a que la literatura al respecto, no es abundante.

En síntesis debido a la relevancia económica del mercado de los alimentos para mascotas, y la importancia de estas para sus dueños, es importante comprobar la calidad de dichos alimentos y dar a conocer esta información a los consumidores y profesionales en la nutrición animal (Daumas et al., 2014; DCSP, 2014).

OBJETIVOS

Generales

1. Determinar el cumplimiento del análisis de garantía de alimentos para mascotas importados en Costa Rica y su perfilado mineral

Específicos

1. Determinar el porcentaje de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, calcio, fósforo, energía metabolizable (kcal/kg), sal y carbohidratos de los alimentos para mascotas importados en Costa Rica
2. Comparar el resultado de cada una de las muestras para los contenidos de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, calcio, fósforo, sal, carbohidratos y energía de los alimentos para mascotas; respecto a lo declarado en el análisis garantizado de su respectiva etiqueta
3. Determinar el contenido K, Na, Mg, S, Cu, Fe, I, Mn, y Zn en los alimentos para mascotas importados en Costa Rica

PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA

Obtención de las muestras

Se tomaron muestras de alimentos para mascotas importados disponibles en el mercado nacional de perros (5 adultos y 5 cachorros), gatos (5 adultos y 5 cachorros), peces ornamentales (4 para peces omnívoros, 1 de carnívoro), tortugas (3 para juveniles, 1 de mantenimiento para herbívoro), mantenimiento de hámster (3) y conejos (2). Las cuales se obtuvieron por medio de compra directa en el punto de venta. Al momento de obtener cada una las muestras se registraron los nutrimentos descritos en el análisis garantizado.

Al ser un trabajo de carácter exploratorio, se buscó tener representada la mayor cantidad de alimentos para las diferentes especies animales. Esto según los alimentos importados registrados en la página web de la DAA (<http://feednet.senasa.go.cr/consulta/index.htm> consultado: febrero 2018).

Análisis de las muestras

Las muestras fueron llevadas al Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA) de la Universidad de Costa Rica, en el caso de la materia seca (MS) se determinó siguiendo el método 930.15, proteína cruda (PC) mediante el método 2001.11, extracto etéreo (EE) mediante el método 920.39, fibra cruda (FC) 962.09, cenizas, calcio (Ca) 968.08 y fósforo (P) 965.17 (AOAC International, 2005)

En el caso de los carbohidratos (CHO), esta fracción del alimento se determinó por diferencia, donde al 100 por ciento se les resto el contenido de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y las cenizas (Case et al., 1997).

Esta información se utilizó para calcular el contenido de energía metabolizable (EM) mediante los factores de Atwater modificados. Los cuales estiman que el aporte calórico de EM de cada gramo de CHO, proteínas y lípidos es de 3,5, 3,5 y 8,5 kcal/g, respectivamente. Al sumar el aporte de kcal de los dichos nutrimentos se obtuvo la densidad energética del alimento por

cada 100 g, se multiplicó por 10 para conocer la densidad por kg, por último, este dato se dividió entre 1000 para expresarla densidad de EM en mega calorías por kilogramo (Mcal/Kg).

Para determinar el contenido de sal, generalmente se realiza un análisis indirecto, mediante la medición de cloruros totales (969.10). Sin embargo, en este trabajo se estimó a partir del contenido de sodio (985.35), (AOAC International, 2005). La relación de sal:sodio se determinó como 2,5:1 (Gaitán, Chamorro, Cediell, Lozano, & Da Silva Gomes, 2015; Lamelas, Domingo Orlandini, Diaz, & Yusuf, 2015).

Para determinar la variación analítica permitida, se emplearon las fórmulas dadas por la AAFCO (2017). El resultado de estas fórmulas indica el porcentaje que puede variar el valor declarado en la etiqueta, para cada uno de los nutrimentos. Para la sal se utilizó la fórmula del análisis de sodio, ya que se estimó a partir de este análisis (Cuadro 7).

Cuadro 7. Fórmulas para calcular el porcentaje de variación permitido, por AAFCO, para los valores declarados en las etiquetas de garantía de alimentos para mascotas

Nutrimento	Fórmula
Humedad	$(45/x + 3)$
Proteína	$(20/x + 2)$
Extracto etéreo	10
Fibra Cruda	$(30/x + 6)$
Calcio	$(14/x + 6)$
Fósforo	$(3/x + 8)$
Sal	20

Donde x = valor declarado en la etiqueta de garantía. (AAFCO, 2017)

Perfilado de minerales

En el caso del perfilado mineral, las muestras fueron analizadas para calcio (Ca) con (968.08), fósforo (P) (965.17), magnesio (Mg) (968.08), sodio (Na) (985.35), potasio (K) (985.35), azufre (S) (924.06), cobre (Cu) (968.08), hierro (Fe) (968.08), iodo (I) (934.02), manganeso (Mn) (968.08) y zinc (Zn) (968.08), (AOAC International, 2005).

Interpretación de la información

Al comparar el valor obtenido por medio de los análisis químicos y contrastarlo con el resultado del análisis de garantía descrito en la etiqueta, el porcentaje de cumplimiento del nutriente analizado, se calculó con la siguiente fórmula: $CDX - CAX = DX$.

$(DX/CDX) * 100 = \% \text{ cumplimiento del nutriente}$

Dónde: CDX = contenido declarado en el análisis de garantía, CAX = contenido analizado, y DX la diferencia entre el contenido analizado y declarado.

Para los diferentes tipos de alimento se calculó el promedio, el valor mínimo y máximo de cada nutrimento analizado. Además, se obtuvo la frecuencia de los alimentos que incumplieron con el contenido de algún nutriente, informando tanto las diferencias negativas como las positivas.

Los valores obtenidos para cada nutriente se compararon, para determinar si cumplían con su contenido según: 1) Los valores declarados en la etiqueta y 2) La fórmulas de variación analítica de AAFCO (2017). Además, los valores de los nutrimentos, promedio e individuales, se compararon contra los requerimientos mínimos nutricionales, encontrados en la literatura (Cuadros 9, 10 y 12).

Para el perfil mineral, se procedió a comparar los valores promedio e individuales contra los requerimientos mínimos obtenidos en la literatura.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS PROXIMAL Y ANÁLISIS DE GARANTÍA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA MASCOTAS

Un balance nutricional adecuado es clave para el bienestar de las mascotas y promover su longevidad (Deng & Swanson, 2015). Conocer con exactitud los valores nutricionales de los alimentos para mascotas, permite proyectar el aporte real de nutrimentos que se le ofrece al animal, con la intención de satisfacer sus requerimientos y mantenerlos sanos y libre de enfermedades nutricionales (Daumas et al., 2014; Hodgkinson et al., 2004).

Humedad

La humedad, fue el indicador de calidad de los alimentos de mayor cumplimiento, ya que solo el 12% del total de muestras analizadas excedieron el máximo de humedad declarado, estas fueron: un alimento para gato adulto, dos alimentos para peces ornamentales y un alimento para tortuga. En el Cuadro 8 se resumen (Anexos 1 al 8), los resultados para los alimentos de perros (adulto y cachorro), alimento de gatos (adulto y cachorro), hámster, conejo, peces ornamentales y tortuga. Sin embargo, al aplicar la fórmula de variación descrita por la AAFCO para esta variable, la cual asocia el contenido de materia seca del alimento, se encontró que el 80% de los alimentos para perro, el 90% de los alimentos para gatos, el 67% de los de hámster, el 50% de los de conejo tortuga; y el 100% de los de alimentos para peces ornamentales, presentaron una diferencia mayor a la permitida para el valor declarado.

Todo alimento balanceado para animales de interés zootécnico, presenta una fracción compuesta por el agua y otra por la materia seca. La materia seca es importante ya que, en ella es donde se concentran los nutrimentos por esta razón es que el valor de materia seca sea lo más alto posible, y el valor de humedad mínimo para este tipo de alimentos (NRC, 2006). El contenido de MS debe estar acorde a la formulación, para asegurar que el aporte de

nutrimentos sea el adecuado. La formulación y el balance de la dieta se realiza acorde al contenido de MS del alimento o, en otras palabras, en base seca (Hand et al., 2000). Por ejemplo, una cantidad dada de un alimento que tenga mayor contenido de humedad, que el declarado, va a ofrecer a la mascota menor cantidad de todos los nutrimentos.

Si se consume un alimento con mayor contenido de humedad por un periodo de tiempo largo, puede conllevar a una malnutrición en los animales, debido al bajo aporte de nutrimentos de forma prolongada. Ya que la forma de alimentación, de la mayoría de mascotas es exclusivamente, una cantidad determinada del alimento balanceado, que se les ofrece en una toma o fraccionado en varias (Case et al., 1997).

Además del aspecto nutricional, el contenido de humedad también es importante para asegurar la inocuidad en el almacenamiento de los alimentos. Se considera que los alimentos para mascotas con menos de 12% de humedad se pueden almacenar de forma estable en anaquel, ya que esto evita el crecimiento de microorganismos (Carrión & Thompson, 2014). Es importante que el empaque de estos alimentos sea el adecuado para evitar que se humedezca, el empaque y almacenamiento se consideran puntos crítico de control para asegurar la inocuidad y calidad de los alimentos para mascotas (Kitade, 2010).

Proteína

Respecto a la proteína en los alimentos para perros (Cuadro 8; Anexos 1 y 2), se encontró que el 20% del total de alimentos para esta especie no cumplía con el porcentaje mínimo declarado en su etiqueta. Esto corresponde a dos alimentos de mantenimiento para perros adultos, mientras que todos los alimentos para perro cachorro cumplieron con el porcentaje mínimo de proteína. En cuanto a los alimentos para gatos (Cuadro 8; Anexos 3 y 4), el 40% no cumplió con el porcentaje mínimo declarado, en este caso fueron dos alimentos para gato adulto y dos alimentos para gato cachorro. En los alimentos para hámster (Cuadro 8; anexo 5), solo una muestra no cumplió el mínimo de proteína, esto equivale al 33% de los alimentos analizados, para esta especie. Para los alimentos de conejo (Cuadro 8; anexo 6), el 100% de los alimentos analizados cumplió con el mínimo de proteína. Por otra parte, el 60% de los alimentos para peces ornamentales (Cuadro 8; anexo 7) no cumplió con el mínimo de proteína que declaro. Por último, el 25% de los alimentos para tortuga (Cuadro 8; anexo 8) analizados no cumplió con el mínimo de proteína que declara su etiqueta.

Cuadro 8. Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas en Costa Rica

Mascota		H ₂ O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/Kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHO (%)
Perro adulto (n=5)	m	8,2	23,3	12,7	2,8	3,6	0,8	0,6	0,8	32,0
	M	8,8	29,8	18,5	5,4	3,9	1,4	1,3	1,2	47,3
	X	8,4	26,6	16,5	3,5	3,7	1,0	0,8	0,98	39,0
	%Δx	125	102	111	115	116	90	115	70	98
Perro cachorro (n=5)	m	4,4	23,9	14,6	2,3	3,5	1,2	0,7	0,9	22,0
	M	9,3	33,6	22,7	4,8	4,1	2,3	1,6	1,8	39,0
	X	7,5	29,9	19,3	4,2	3,8	1,6	1,2	1,3	31,1
	%Δx	130	105	128	100	96	99	125	46	107
Gato adulto (n=5)	m	4,6	28,7	11,9	2,5	3,5	0,9	0,7	0,3	27,1
	M	7,6	41,1	20,9	4,7	4,0	1,8	1,0	1,3	40,1
	X	6,7	33,0	15,8	3,5	3,7	1,3	0,9	1	33,7
	%Δx	127	111	114	119	100	116	111	20	100
Gato cachorro (n=5)	m	4,5	17,6	13,1	2,3	3,5	1,2	0,8	0,9	21,0
	M	8,7	38,9	26,2	3,4	4,3	1,9	1,4	1,4	39,5
	X	6,3	31,9	18,9	2,8	3,9	1,5	1,0	1,2	32,5
	%Δx	136	96	130	110	105	111	113	73	103
Hámster (n=3)	m	4,4	12,7	7,8	7,7	3,0	0,4	0,4	0,2	41,0
	M	11,5	21,0	9,2	15,1	3,1	1,5	0,8	0,7	54,1
	X	7,3	16,1	8,4	12,5	3,0	1,0	0,6	0,5	49,5
	%Δx	136	110	212	107	118	104	137	204	97
Conejo (n=2)	m	10,6	15,8	5,4	15,1	2,5	0,7	0,3	0,6	41,1
	M	11,9	16,5	6,1	19,8	2,6	0,7	0,5	0,6	44,2
	X	11,2	16,1	5,8	17,4	2,6	0,7	0,4	0,6	42,7
	%Δx	110	122	261	113	103	100	113	100	118
Peces ornamentales (n=5)	m	7,3	33,1	6,6	1,0	3,1	1,4	1,9	0,8	25,3
	M	11,9	44,6	13,9	2,7	3,6	2,5	1,7	1,9	34,4
	X	8,5	41,3	9,2	1,9	3,3	1,8	1,3	1,3	29,4
	%Δx	92	101	153	121	106	nc	121	nc	103
Tortuga (n=4)	m	4,8	16	6,5	1,4	2,1	1	1	0,4	20,9
	M	10,8	47,9	14,5	6,9	3,8	6,1	1,5	1,5	57,8
	X	8,0	32,1	10,1	4,1	3,1	2,7	1,0	0,94	36,5
	%Δx	119	94	129	123	96	92	145	nc	107

X: Valor promedio %Δx: porcentaje de cumplimiento promedio; **M: Valor máximo. m: Valor mínimo, nc: No Calculado. H₂O: humedad, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHO carbohidratos

Al corregir la información, según la fórmula de variación máxima permitida por AAFCO, para los análisis de proteína, el 70% de los alimentos para perro, el 90% de los alimentos de gato, el 100% de los alimentos para hámster, conejo y tortuga, y el 60% de los alimentos de peces ornamentales presentaron una variación mayor que la permitida.

Las proteínas son nutrimentos fundamentales en el desarrollo y mantenimiento de todos los animales (Laflamme, 2008b). El aporte de proteína sirve como fuente de aminoácidos, de forma directa los esenciales, que no los puede producir el organismo, y como fuente de nitrógeno para producir los no esenciales (Carlisle, 2008). Los aminoácidos esenciales son lisina, histidina, leucina, isoleucina, valina, metionina, treonina, triptófano, fenilalanina y arginina; adicionalmente la taurina en gatos (D'Mello, 2003). La deficiencia de arginina produce intoxicación por amoníaco y la deficiencia prolongada de taurina causa trastornos oculares y cardiacos (Hand et al., 2000).

Cuando la proteína que proviene de la dieta es insuficiente, el cuerpo del animal responde disminuyendo el catabolismo y la síntesis de proteína, al mismo tiempo que moviliza proteínas de su tejido muscular para poder brindar aminoácidos para la síntesis de nuevas proteínas. Si el animal se mantiene de forma prolongada en ese estado, va perder masa muscular de forma gradual (Laflamme, 2008b, 2012). Para los animales en desarrollo, una deficiencia de proteína en la dieta, puede causar un mal crecimiento, por la disminución en el metabolismo de las proteínas y por la pérdida del tejido muscular (Case et al., 1997). En perros y gatos se ha demostrado que la miocardiopatía dilatada, junto a otros factores, está relacionada con porcentajes de proteína bajos en la dieta (Freeman, Stern, Fries, Adin, & Rush, 2018; Kaplan et al., 2018; Tal, Parr, MacKenzie, & Verbrugghe, 2018).

Las proteínas también se utilizan como fuente de energía, ya que los esqueletos de carbono del catabolismo de los aminoácidos se utilizan para la producción de glucosa y otros sustratos que también se utilizan para la gluconeogénesis (Maynard, Loosli, Hintz, & Warner, 1981). En animales carnívoros estrictos, por ejemplo el gato; es fundamental, ya que las proteínas son fuente importante para la producción de energía (Hand et al., 2000).

A la hora de evaluar la proteína en la dieta de los animales, además de su contenido total es importante analizar su digestibilidad y biodisponibilidad, ya que estos son factores importantes para la nutrición adecuada de las mascotas (Carlisle, 2008), esto brinda información sobre el porcentaje de la dieta consumida, que realmente puede ser aprovechada por el animal, y como indicador de la calidad de los ingredientes utilizados en el alimento; en animales carnívoros,

como el gato y el perro, se prefiere la proteína de origen animal, por su perfil de aminoácidos (Cipollini, 2008) En este trabajo solo se evaluó el contenido de proteína cruda, el cual aporta una medida de la cantidad de nitrógeno disponible para el animal, pero no ofrece suficiente información sobre su aporte nutricional, real, para la mascota (Hand et al., 2000). Sin embargo, los datos de proteína cruda se compararon con recomendaciones nutricionales, que toman en cuenta limitaciones de digestibilidad, para poder suplir las cantidades necesarias a partir de dicho análisis; por ejemplo, las recomendaciones de proteína para perros y gatos de AAFCO estiman que el aprovechamiento es de 80% (Carlisle, 2008).

Extracto Etéreo

Solo el 10% de los alimentos para perros (Cuadro 8; Anexos 1 y 2), y gatos (Cuadro 8; Anexos 3 y 4) incumplió con el contenido de extracto etéreo que declara en la etiqueta, lo que correspondió a un alimento para perro adulto y un alimento para gato cachorro. Para los alimentos de hámster y conejo (Cuadro 8; Anexos 5 y 6), el 100% de los alimentos cumplió con el contenido de grasa declarado. En el caso de peces ornamentales (Cuadro 8; Anexo 7) y tortugas (Cuadro 8; Anexo 8), el 20 y 25% de los alimentos analizados no cumplió con el mínimo de grasa declarado, respectivamente.

Al ajustar los valores obtenidos con la fórmula de la variación permitida para este análisis, el 50% de los alimentos para perros, el 60% de los alimentos de gato, el 100% de los alimentos de hámster y conejo, el 80% de los de peces ornamentales, y el 75% de los alimentos de tortuga no cumplen con el valor declarado.

Los ácidos grasos son importantes ya que, los animales los utilizan como fuente de energía, además los utilizan como capa aislante del frío y protectora de órganos internos, y con funciones hormonales, entre otros (Case et al., 1997). A nivel celular los fosfolípidos y glucolípidos son componentes estructurales de la membrana celular que ayudan en el transporte de sustancias hacia adentro y afuera de las células, también son necesarios para mantener el pelaje de los animales en buenas condiciones, entre otras funciones (Grandjean & Butterwick, 2009). Por último, los ácidos grasos en la formulación de alimentos para mascotas, ayudan a mejorar la palatabilidad, textura y densidad energética de los alimentos (NRC, 2006).

Se determinó, que el 54% de las muestras analizadas superan el mínimo de EE declarado en la etiqueta, con un rango que va desde 11% más de contenido de EE que lo declarado en el caso de los alimentos para perros adultos, hasta los alimentos de conejo con hasta 3 veces más de EE que lo declarado en la etiqueta. Este exceso es importante considerarlo, ya que un consumo excesivo de energía es un factor que predispone el desarrollo de la obesidad en mascotas (Suarez et al., 2012).

La obesidad o sobre peso en perros y gatos es el reflejo de una nutrición inadecuada de la mascota (González & Bernal, 2011). La obesidad es un factor de riesgo para su salud, ya que está asociada a la aparición de otras condiciones y enfermedades como: diabetes mellitus, problemas cardiovasculares y respiratorios; neoplasia y aumento del estrés oxidativo, hiperlipidemia, entre otras (Laflamme, 2012; Laflamme & Gunn-Moore, 2014; Macri, Suciú, & Szakacs, 2017). En gatos se ha observado que el exceso de grasas en la dieta se relaciona más con el desarrollo de obesidad, que el exceso de carbohidratos (Backus, Cave, & Keisler, 2007).

Fibra Cruda

Para los alimentos de perros (Cuadro 8; Anexos 1 y 2), el 40% de las muestras no cumplieron con el máximo de fibra declarado; este porcentaje corresponde a tres alimentos para cachorro y uno para adulto. Por su parte, el 20% de los alimentos para gatos (Cuadro 8; Anexos 3 y 4) incumplieron con la cantidad máxima de fibra, este caso fueron dos alimentos para gatos cachorros. Solo un alimento de hámster (Cuadro 8; Anexo 5) incumplió con el porcentaje máximo de fibra (33% de las muestras). Mientras que el 100% de los alimentos para conejo (Cuadro 8; Anexo 6), peces ornamentales (Cuadro 8; Anexo 7) y tortuga (Cuadro 8; Anexo 8) cumplieron con el máximo de fibra cruda permitido. Al aplicar los lineamientos de AAFCO para la variación analítica de nutrimentos garantizados en etiquetas para animales, el 30% de los alimentos para perro, el 50% de las muestras de alimento para gato, el 33% de los alimentos para hámster el 100% de las muestras de alimento de conejo, el 60% de los alimentos para peces ornamentales y el 75% de los alimentos para tortuga incumplen con el valor de FC declarado.

La fibra para los animales fermentadores es importante ya que ayuda a su salud y digestión, mediante la activación de la fermentación, que aporta biomasa microbiana y ácidos grasos de

cadena corta (AGCC) como fuente de energía, además de regular la tasa de pasaje en el tracto gastro intestinal (Mora-Valverde, 2010). Por lo que un aporte bajo de fibra en animales fermentadores, por ejemplo el conejo, puede ocasionar problemas en la reducción de consumo de alimento, reducción del crecimiento y aumento del riesgo sanitario, entre otros (Nicodemus, 2006).

Por otra parte, en animales no fermentadores, la fibra fermentable aunque no puede ser del todo degradada por el animal pero si por la microflora intestinal, cumple funciones y ofrece beneficios, como; producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) que sirven como fuente de energía para las células epiteliales del intestino, producto de una fermentación parcial de la fibra por parte de microorganismos del colon, lo que ayuda a aumentar la capacidad de absorción en el colon y a mantener, en general la salud intestinal (Case et al., 1997). La fibra no fermentable, ayuda a regular el tránsito intestinal, a la adecuada consistencia de las heces y, es útil para diluir la densidad energética del alimento (De-Oliveira et al., 2012; Thompson, 2008). Un bajo aporte de fibra en la dieta, puede causar diarreas por una baja capacidad de reabsorción de agua en el intestino, y constipación por baja absorción de agua de la materia fecal (NRC, 2006).

Sin embargo, el exceso de fibra aumenta el volumen de las deposiciones del animal, también ocasiona problemas de constipación, por un aumento en el tiempo de tránsito intestinal; disminuye la digestibilidad de la PC, los lípidos e incluso macro y microelementos, lo cual puede afectar la tasa de crecimiento, estado del pelaje y en general la salud del animal (Carciofi et al., 2006; NRC, 2006).

Energía Metabolizable

El 60% de los alimentos para perro (Cuadro 8; Anexos 1 y 2) no cumplió con el mínimo de EM declaradas en sus etiquetas, dos fueron alimentos para perros adultos y cuatro para perro cachorro. Los resultados en los alimentos para gatos (Cuadros 8; Anexos 3 y 4) fue de 40% (tres alimentos de gato adulto y uno de gato cachorro). Mientras que para los alimentos de hámster (Cuadro 8; Anexo 5) y conejo (Cuadro 8; Anexo 6), el 100% de las muestras cumplen con el contenido calórico declarado. Por otra parte, los alimentos analizados utilizados en la alimentación de peces ornamentales (Cuadro 8; Anexo 7) y tortugas (Cuadros 8; Anexo 8) se

determinó un incumplimiento de los valores declarados en la etiqueta de 40 y 50%, respectivamente.

La energía después del agua, es el requerimiento del animal más importante, ya que siempre se va a priorizar satisfacer su demanda energética por encima de cualquier otro nutrimento (Case et al., 1997). Por esta razón es que la cantidad de alimento que consume un animal, va a depender de la densidad energética de dicho alimento y ligado a esto, el consumo de otros nutrimentos que contenga ese alimento (Castro, 2008). La energía es utilizada por los animales para llevar a cabo todas sus funciones metabólicas de mantenimiento, desarrollo y crecimiento, así como para realizar las actividades físicas, regulación de temperatura y reproducción (Bontempo, 2005; Levesque, 2013).

Un desbalance energético sucede cuando la cantidad de calorías consumidas no es igual al requerimiento energético del animal, por lo que puede ocurrir un desbalance tanto positivo como negativo (Gordillo, 2017; Suarez et al., 2012). Cuando sucede un desbalance energético negativo, se reduce la tasa de crecimiento en animales en desarrollo, y en animales adultos se da una pérdida de la condición corporal, llegando incluso a degradar el tejido muscular (Birmingham, Thomas, Morris, & Hawthorne, 2010; Laflamme & Gunn-Moore, 2014). Sin embargo, el desbalance energético positivo es más común en las mascotas, ya que factores como el sedentarismo y la alimentación excesiva contribuyen a este problema (González & Bernal, 2011).

Un animal en desarrollo con un desbalance energético positivo puede sufrir problemas esqueléticos debido a que la tasa de crecimiento puede ser más rápida que la tasa de desarrollo de sus huesos (Tal et al., 2018). El consumo excesivo de calorías por un tiempo prolongado, entre otros factores, conlleva a la obesidad, y esta afecta la salud y longevidad de las mascotas, en su etapa de desarrollo (Kealy et al., 2002), ya que está asociada con la aparición de problemas ortopédicos, cardiovasculares, hipertensión, diabetes mellitus (González & Bernal, 2011; Suarez et al., 2012).

De los alimentos muestreados, 12 de ellos, entre los que se encuentran, los cuatro alimentos de tortuga, cinco de peces ornamentales, dos de conejo, tres de hámster, uno de gato cachorro y otro de gato adulto; no indicaban de forma explícita en la etiqueta del alimento la densidad energética, por lo que fue calculada con la fórmula descrita en la metodología. Sin embargo,

en siete de estos alimentos hubo una sobreestimación en la fórmula, ya que tampoco declaraban el valor de cenizas, el cual se utiliza en el cálculo del contenido de CHO, afectando los resultados obtenidos. A diferencia de la densidad energética, no es necesario declarar el valor de cenizas en la etiqueta, no obstante, esta información es importante ya que, al no contabilizarla, se sobreestima el valor de CHO en el alimento y esto se traduce en una sobreestimación de 3,5 kcal por cada porcentaje de CHO.

Otra situación a destacar es que, tres de los alimentos en su empaque original declaraban un valor de energía mayor, respecto al que informaban ante la Dirección de Alimentos para Animales al momento de inscribir el producto, ya que muchos de ellos añaden una calcomanía con los nutrimentos que la legislación del país les solicita, y se encontraron diferencias entre el contenido calórico declarado en el empaque original y el de la calcomanía.

Calcio

En cuanto al rango de Ca declarado, el 40% de los alimentos para perro (Cuadro 8; Anexos 1 y 2) no cumplieron lo declarado, (tres alimentos para perro adulto, uno sin el valor en la etiqueta), mientras que para gatos (Cuadro 8; Anexos 3 y 4) el 60% de los alimentos no cumplió con el contenido declarado. Específicamente, dos alimentos para gato adulto, excedían el máximo y cuatro el de gato cachorro. En este caso, dos presentaban una concentración menor al contenido del mínimo declarado, uno sobrepasaba el rango mayor declarado y uno no presentaba información en el etiquetado del valor de Ca en el análisis garantizado. En el caso de alimentos balanceados para hámster (Cuadro 8; Anexo 5), el 33% de las muestras incumplió con el contenido de Ca garantizado, una de las muestras presentó un contenido mayor al declarado. El 100% de los alimentos para alimentar conejos (Cuadro 8; Anexo 6) cumplió con el contenido de Ca declarado, mientras que, para los alimentos de peces ornamentales (Cuadro 8; Anexo 7) y tortugas (Cuadro 8; Anexo 8), el 100 y el 75%, de los alimentos muestreados no declaraban el contenido de Ca en el análisis garantizado, respectivamente.

Un aspecto a destacar en el etiquetado de Ca en los alimentos es que; no se declaró el valor en un alimento de perro adulto, uno de gato cachorro, todas las muestras de alimento de peces ornamentales y dos de tortuga. Además, un alimento de gato cachorro, y dos de tortuga declaraban el Ca como un valor único y no un rango.

A los alimentos que declararon el contenido de Ca se les aplicó la fórmula de variación permitida por AAFCO y se obtuvo que el 11% de los alimentos para perro, el 44% de los alimentos de gato, el 50% de los alimentos de tortuga no cumplieron con el valor de Ca declarado en la etiqueta. Por otra parte, el 100% de las muestras de alimentos de conejo y hámster sí cumplieron con el contenido de Ca declarado.

El calcio es el componente principal de los huesos, además el calcio plasmático participa en la transmisión de impulsos nerviosos, la contracción muscular y la coagulación de la sangre (Case et al., 1997). El aporte balanceado de calcio a las mascotas es de suma importancia, ya que una deficiencia en este mineral ocasiona raquitismo, osteomalacia e hiperparatiroidismo secundario, osteocondritis, entre otras enfermedades ortopédicas (Tal et al., 2018). Por otro lado, del exceso de calcio ocasiona alteraciones en el desarrollo esquelético (Gagné, Wakshlag, Center, Rutzke & Glahn, 2013).

Una razón, común en el exceso de calcio en los alimentos para mascota, es el uso de materias primas de subproductos de origen animal, como lo es la harina de carne y hueso; y el tortave o harina de subproducto de aves. Ya que en estos ingredientes los huesos son incluidos dentro de la elaboración de estas materias primas, entre mayor sea el contenido mineral en estas materias primas; menor va a ser su digestibilidad (Carciofi et al., 2006). Por esta razón la inclusión en los alimentos, de estas fuentes proteicas, debe hacerse de forma adecuada, cuidando el aporte mineral y la digestibilidad (Hand et al., 2000).

Fósforo

El 30% de los alimentos para perro (Cuadro 8; Anexos 1 y 2) no cumplieron con el mínimo declarado, dos de perro adulto y uno de cachorro. Para los alimentos de gato (Cuadros 8; Anexos 3 y 4) el 40% de las muestras analizadas no cumplió; en este caso dos muestras de alimento de gato adulto (uno sin etiquetado de este mineral) y dos alimentos de gato cachorro (uno sin información en la etiqueta). Para los alimentos de conejo y hámster (Cuadro 8; Anexos 5 y 6, respectivamente), se cumplió con la concentración de P declarada en la etiqueta. Mientras que, el 40% de los alimentos para peces ornamentales (Cuadro 8; Anexo 7) no cumplieron con la información declarada, donde, una de las muestras, no presentó información en la etiqueta. Por último, los alimentos para tortuga (Cuadro 8; Anexo 8) el 75% de las muestras no declaraban el valor mínimo de P en sus etiquetas.

Usando la variación analítica permitida por AAFCO en los alimentos que declaraban el valor de P en sus etiquetas, el 67% de todas las muestras de alimento de perro, el 25% de todas las de gato, el 100% de las de hámster y tortuga; el 50% de las de conejo, el 75% de las de peces ornamentales.

El P junto al Ca son minerales muy importantes, ya que son los principales constituyentes del sistema esquelético, en forma hidroxapatita. El P también es constituyente de otras moléculas como los fosfolípidos, adenosín trifosfato (ATP), entre otras, importante para las células y su metabolismo (Case et al., 1997). La deficiencia de P puede provocar alteraciones en el sistema esquelético como raquitismo y osteomalacia, mientras que su exceso puede causar deficiencias en Ca que puede derivar en la desmineralización ósea y pérdida de masa ósea, además del deterioro de la función renal cuando el consumo es prolongado (Hand et al., 2000; Laflamme, 2012; Laflamme & Gunn-Moore, 2014).

Sin embargo, el P se encuentra de manera abundante tanto en el tejido animal como vegetal, por lo que su deficiencia no es común y, su regulación en el organismo no es tan estricta (Lauten et al., 2002). Los autores de ese estudio alimentaron a cachorros de la raza gran danés, con diferentes concentraciones de Ca y P, pero manteniendo la misma relación entre el Ca y el P (Ca:P). Observaron que incluso los animales alimentados con las dietas altas en Ca y P, no presentaron alteraciones musculo-esqueléticas, debido a que no hubo desbalance en la relación Ca:P. En tortugas el exceso de P, puede causar, hiperparatiroidismo secundario, resorción ósea y calcificación de corazón y riñones (Donoghue & McKeown, 1999).

Relación Calcio/Fósforo

Las relaciones promedio Ca:P encontradas (Ca:Pmínimo / Ca:Pmáximo) en los alimentos balanceados importados para mascota fue de 1:0,8 para perro adulto (1,37:1,33 / 0,83:0,58), en perro cachorro fue de 1,6:1,2 (1,18:0,7 / 1,16:0,7), para gato adulto 1,3:0,9 (0,88:0,69 / 1,84:0,98), en gato cachorro 1,5:1 (1,87:1,41 / 1,68:0,85), para hámster 1:0,6 (0,43:0,4 / 0,99:0,5), para conejo 0,68:0,4 (0,69:0,47 / 0,67:0,32), para peces ornamentales 1,8:1,3 (1,4:1,32 / 2,47:1,2) por último para los alimentos de tortuga fue de 2,7:1 (0,89:0,74 / 6,06:1,01).

El adecuado balance entre la cantidad de Ca y P es importante, ya que su metabolismo y su control homeostático en el organismo están interrelacionados (NRC, 2006). El exceso de Ca dietético llega a formar un complejo insoluble con el P, ocasionando la disminución de la absorción de Ca. Mientras que el exceso de P o fitatos en la dieta puede llegar a inhibir la absorción de Ca (Hand et al., 2000). La relación inversa de estos minerales puede causar el hiperparatiroidismo secundario nutricional, ya que la elevada segregación de la hormona paratiroidea ocasiona una desmineralización excesiva de los huesos que causa la aparición de enfermedades periodontales, caída de dientes, compresión de las vértebras raquídeas e incluso la fractura de huesos, además de varias enfermedades ortopédicas, debido a la deficiencia de alguno de estos minerales (Hand et al., 2000; Tal et al., 2018).

Se sabe que en tortugas una relación Ca:P baja puede causar malformaciones en el caparazón y tasas de crecimiento bajas (Rawski et al., 2018). En roedores se determinó que un desbalance en la relación Ca:P, por un mayor aporte de Ca, causa calcificación de los riñones, en animales al destete (Peterson, Baker, & Erdman, 1996).

Según la AAFCO las relaciones Ca:P mínimas para desarrollo y mantenimiento en perros deben ser de 1:1, mientras que el máximo no debe exceder de 2:1. En gatos en desarrollo se recomienda una relación de 1,25:1 y mantenimiento de 1,2:1 (Sanderson, 2020). Para tortugas se recomienda una relación de 2:1 (Donoghue & McKeown, 1999; Rawski et al., 2018). En hámster se ha visto que una relación entre 1,25-1,75:1 son adecuadas (NRC, 1995). Para conejos en mantenimiento se recomienda una relación entre 1,25-1,5:1 (Bose, 2013).

Sal

En el caso de este compuesto, el valor garantizado en la etiqueta se describe como un rango. Para los alimentos de perro (Cuadro 8; Anexos 1 y 2), el 70% no cumplió con el valor garantizado, en tres alimentos de perro adulto, dos presentaron una cantidad mayor a la declarada y otro una cantidad menor; y cuatro alimentos para cachorro con exceso.

Para los alimentos de gato (Cuadros 8; Anexos 3 y 4), el 90% no cumplió con lo declarado en la etiqueta, estos fueron los cinco alimentos de gato adulto, dos no presentaron información en el etiquetado, dos con un exceso y uno con contenido menor al declarado; y cuatro alimentos de gato cachorro (uno con una cantidad menor, uno sin el valor en la etiqueta, y dos con exceso).

Para los alimentos de hámster (Cuadro 8; Anexo 5), el 67% de ellos no cumplió con lo declarado, uno con un exceso, y otro sin el valor de sal en la etiqueta. Para conejo (Cuadro 8; Anexo 6) el 50% de las muestras de alimento incumplió con lo declarado, uno sin el valor en el etiquetado. En el caso de los alimentos para peces ornamentales (Cuadro 8; Anexo 7) de igual manera el 100% no cumplió ya que ninguna de las muestras etiquetaba el valor de sal, la misma situación se encontró en los alimentos para tortugas (Cuadro 8; Anexo 8).

Al evaluar la información obtenida para el contenido de sal en los alimentos que si la declaraban, mediante la fórmula de variación permitida por AAFCO, se obtuvo que: el 60% de los alimentos para perros, el 57% de las muestras de alimento para gato, el 100% de las de hámster si cumplieron con la cantidad de sal declarada en la etiqueta, al igual que las muestras de conejo. En el caso de los alimentos de peces ornamentales y tortugas, la información no se pudo contrastar con los valores obtenidos, debido a que no presentan el valor de sal declarado en la etiqueta.

La sal (cloro y sodio) en el organismo, junto con otros minerales, se encarga de mantener las cargas eléctricas, el equilibrio ácido-base, y mantener la presión en el interior y exterior de las células, por lo que ayuda a la trasmisión de impulsos eléctricos, a la regulación del equilibrio de agua, concentración de la orina y la ingesta de agua (Grandjean & Butterwick, 2009). La deficiencia de sal es poco común en mascotas ya que la mayoría de alimentos contienen mayor cantidad que las necesidades dietéticas. Entre los síntomas que se asocian a deficiencia de sal, se describe la presencia de nerviosismo, menor consumo de agua, debilidad y aumento del ritmo cardiaco (Hand et al., 2000). De igual manera los problemas por exceso de sal no son comunes en mascotas, el principal síntoma que se observa es el aumento en el consumo de agua, junto con el aumento en la excreción de agua y sodio en la orina, lo que les permite regular de forma adecuada el exceso del mineral (Case et al., 1997).

Por otra parte, no se ha demostrado que exista una relación entre el alto consumo de sodio y problemas de hipertensión en gatos y en perros sanos (Chandler, 2008). Sin embargo, sí se ha encontrado que un alto consumo de sodio puede comprometer la función de los riñones en animales con deficiencia renal, mientras que se ha encontrado que un consumo alto de sodio ayuda a evitar la aparición de urolitos de oxalato de calcio, debido a que reduce la sobre saturación relativa de solutos (Chandler, 2008).

Cabe destacar que los cinco alimentos de peces ornamentales, los cuatro de tortuga, los de gato (dos de adulto y uno de cachorro), uno de hámster y uno de conejo no declaran en su etiqueta el contenido de sal, además un alimento de hámster solo reporta el contenido con un valor, no como un rango.

Los requerimientos minerales de los peces ornamentales no están bien definidos, ya que tienen la habilidad de absorberlos del agua (Velasco Garzón & Gutiérrez Espinosa, 2019). Los peces utilizan el Na y el Cl para diversas funciones, principalmente la osmorregulación y para mantener el pH (Yanong, 1999). En especies de agua dulce, se utiliza la sal en disolución para fines terapéuticos, la concentración va a depender de la función para la que se aplique, entre 1000 y 10.000 ppm, para controlar parásitos externos y; concentraciones bajas de 1.000 a 3.000 ppm, para ayudar a la producción de mucus y osmorregulación previo al manejo físico o transporte (Francis-Floyd, 1995). Por esta razón, aunque existiera un exceso de sal en el alimento que aumente la salinidad del agua, no significa que, necesariamente, va a ser perjudicial para el animal.

La declaración del contenido de sal es importante para la confianza del consumidor, de que el alimento que está comprando no tiene un exceso de sal. Que es una materia prima de bajo costo, que se podría estar utilizando para reducir el costo de producción del alimento, pero también disminuyendo el aporte de los demás nutrientes.

Carbohidratos

En cuanto a los CHO, dos alimentos de perro adulto y tres de cachorros (Cuadro 8; Anexo 1 y 2), no cumplen con el valor máximo de CHO calculados según la etiqueta, en porcentaje (%). De igual manera, en 50% de los alimentos de gato (Cuadro 8; Anexo 3 y 4), excedieron la cantidad de CHO, en este caso, se describen tres alimentos de gato adulto y dos para gato cachorro. Para los alimentos de hámster (Cuadro 8; Anexo 5), el 67% presentaba una concentración superior de CHO que el calculado. En conejos (Cuadro 8; Anexo 6), el 100% de las muestras superó el valor de CHO calculado con la información de la etiqueta, mientras que en las muestras para peces ornamentales (Cuadro 8; Anexo 7) y tortugas (Cuadro 8; Anexo 8), el 40 y 25% de las muestras presentaron un contenido mayor de CHO, respetivamente.

En perros y gatos, los CHO son esenciales en el organismo, pero no es indispensable que se aporten en la dieta principalmente en gatos, ya que estos animales tienen la capacidad de sintetizar glucosa por vías gluconeogénicas a partir del catabolismo de aminoácidos, por lo que la deficiencia de CHO no representa un menor aporte de energía, siempre y cuando la dieta tenga un nivel de proteína alto (Case et al., 1997). Para especies que no tienen adaptaciones, para obtener energía a partir de otros sustratos o CHO complejos, la deficiencia de los CHO simples ocasiona un menor aporte energético (Laflamme, 2012). Por otra parte, el exceso de CHO, en perros y en gatos, que tienen una capacidad limitada para digerirlos, puede presentar en el animal cuadros de diarrea, flatulencias, hinchazón y otros trastornos digestivos; además de otras enfermedades como diabetes (Buff, Carter, Kersey, & Bauer, 2014). Otra de las consecuencias asociada al exceso de CHO en la dieta, es la obesidad debido a una ingesta mayor de calorías y que, al mantener los niveles de glicemia altos en sangre de forma prolongada, aumenta el riesgo de desarrollar tejidos resistentes a insulina (González & Bernal, 2011; Macri et al., 2017; Suarez et al., 2012). En gatos, se observó que una alta cantidad de carbohidratos en la dieta puede conllevar a la aparición del síndrome urológico felino, debido a que eleva el pH en la orina, lo que aumenta la precipitación de la estruvita (NRC, 2006).

Los CHO no son nutrimentos que se deben declarar en las etiquetas del análisis de garantía, pero es importante conocer su proporción en el alimento. Para saber su participación en el aporte de energía, ya que un exceso de CHO, en animales como el perro y el gato puede causar trastornos digestivos y sobrepeso.

Un aspecto a destacar es que 35% de los alimentos analizados no reportaban el valor de cenizas, el cual no es obligatorio en la legislación del país. Es importante conocer el valor de cenizas para poder aplicar la fórmula para determinar los CHO, descrita en la metodología, sin este dato se sobre estima el contenido de CHO.

Requerimientos Nutricionales Mínimos

Diferentes organizaciones y científicos se encargan de recopilar y analizar los estudios que se realizan en la nutrición de mascotas. Con el fin de brindar una guía respecto a las necesidades de cada nutriente para las diferentes especies.

En el Cuadro 9 se muestran los requerimientos nutricionales mínimos, encontrados para cada una de las especies de este trabajo. En cuanto al requerimiento de energía este varía, entre otros factores por la especie, raza, edad y estado fisiológico (Hand et al., 2000; Sanderson, 2020). El tamaño del animal, el grado de actividad y el estado fisiológico, son de los factores más importantes en las fórmulas, ya que según sea la cantidad de tejido corporal, o peso corporal, o la actividad física va a ser el requerimiento de energía para mantener su metabolismo (NRC, 2006). Por ejemplo, los perros presentan una gran variación en sus tamaños, dependiendo de la raza. Por esta razón, el requerimiento calórico varía mucho de un individuo a otro, por lo que no se puede definir un valor único de energía. En el Cuadro 10 se muestran las fórmulas para calcular las necesidades calóricas del animal basado en su peso corporal.

Cuadro 9. Requerimientos nutricionales mínimos de las diferentes especies de interés zootécnico evaluadas en este trabajo

Especie	PC%	EE%	FC%	Ca%	P%	Sal%	CHO%	Referencia
Perro	8	4	4,5*	0,2	0,3	0,12	43*	(NRC, 2006)
Adulto	18	5	5*	0,6	0,5	0,09	-	(AAFCO, 2017)
Perro	18	8,5	4,5*	1,2	1	0,29	-	(NRC, 2006)
Cachorro	22	8	5*	1	0,8	0,45	-	(AAFCO, 2017)
Gato Adulto	16	9	4,5*	0,16	0,14	0,096	24*	(NRC, 2006)
	26	9	5*	0,6	0,5	0,3	-	(AAFCO, 2017)
Gato	18	9	4,5*	0,52	0,48	0,124	-	(NRC, 2006)
Cachorro	30	9	5*	1	0,8	0,3	-	(AAFCO, 2017)
Hámster	13,7	4	6	0,6	0,35	-	54*	(NRC, 1995)
Conejo	12	2	14	0,4	0,22	0,5	-	(Bose, 2013; NRC, 1977)
Peces	35 ^h 40 ^c	15	5*	-	0,3	-	40 ^{h*} 20 ^{c*}	(Corcoran & Roberts-Sweeney, 2014)
Tortuga	25 ^h 39 ^c	5 ^h 8,8 ^c	8 ^{h*} 3,4 ^{c*}	5,7	3	-	-	(Rawski et al., 2018)

* máximo, ^h especies herbívoras y omnívoras, ^c especies carnívoras

Cuadro 10. Fórmulas para el Cálculo de Requerimientos Calóricos para las Diferentes Especies

Especie	Fórmula	Referencia
Perro Adulto	95 kcal EM X kg PV ^{0,75}	(NRC, 2006)
Perro Cachorro	kcal EM = 130 X kg PV ^{0,75} X 3,2 X [e ^{-0,87 X p - 0,1}]	(NRC, 2006)
Gato Adulto	130 kcal X kg PV ^{0,4}	(NRC, 2006)
Gato Cachorro	kcal EM = 100Xkg PV ^{0,67} X6,7X [e ^{-0,89 X p -0,66}]	(NRC, 2006)
Hámster	0,58 kcal X g PV	(NRC, 1995)
Conejo	66,7 kcal X kg PV	(NRC, 1977)
Tortuga	33 kcal X kg PV ^{0,75}	(Donoghue, 1998)
Peces ornamentales*	2,8 kcal ED X g PV	(Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría, 2011)

p: peso actual/ peso esperado de adulto, *: requerimiento para goldfish

Al comparar los valores obtenidos en este trabajo, con los valores mínimos recomendados, se observa que los alimentos para perros adultos cumplen con el mínimo recomendado de cada nutrimento, a excepción de un alimento con mayor contenido de FC (5,4%) y otro con mayor contenido de CHO (47%), por encima de los valores recomendados. Sin embargo, la diferencia no es grande y en cuanto al límite máximo de CHO, el NRC (2006) informa a que aún no existe suficiente información para declarar un requerimiento máximo de CHO en las dietas de perros y gatos, sin embargo, reporta datos de experimentos con dietas con diferentes contenidos de CHO (Cuadro 9).

Se encontró un alimento para perro cachorro que no cumplían con los requerimientos nutricionales mínimos sugeridos para P (0,7%). Como se mencionó anteriormente, la deficiencia de P causa alteraciones esqueléticas y es importante en el desarrollo esquelético de los animales en crecimiento (Case et al., 1997; Hand et al., 2000). Otros tres alimentos presentan una concentración de FC que supera la recomendación del NRC. Sin embargo, no supera la recomendación de FC máxima de AAFCO (5%).

Los alimentos de gato adulto en general cumplen con los requerimientos nutricionales sugeridos para estos animales, menos en el contenido de CHO, ya que ninguno cumple con el límite máximo. Sin embargo, al igual que para los alimentos para perros, este valor máximo no ha sido establecido y lo que se conoce son datos obtenidos de distintos experimentos (NRC,

2006). Además de los CHO, un alimento sobrepasó el máximo de FC recomendado por NRC, sin llegar al máximo que estipula la AAFCO. Otro alimento contenía menos sal que lo recomendado por AAFCO, sin embargo, si cumple con el requerimiento de sal recomendado por el NRC.

Por otra parte, los alimentos para gato cachorro, cumplieron con los requerimientos mínimos sugeridos. Con la excepción del contenido de PC de un alimento, que no alcanzó el mínimo de NRC, ni de AAFCO. Esto podría causar un crecimiento deficiente en gatos en desarrollo, ya que limita el aporte de aminoácidos para la síntesis de tejido, además disminuye el aporte de energía, ya que el gato al ser un animal estrictamente carnívoro, sintetiza glucógeno a partir de la proteína (Hand et al., 2000).

Para los alimentos para hámster, un alimento no cumplió con el mínimo de proteína recomendado, lo que podría comprometer la condición corporal del animal. Otro alimento incumplió con el mínimo de Ca por lo que la salud esquelética de los animales podría verse disminuida y otro más sobrepasó en 0,1% el máximo de CHO recomendado. El principal efecto del exceso de CHO en la dieta es la aparición de diarreas (NRC, 1995).

En cuanto a los alimentos de conejo, ninguna de las muestras presentó deficiencias, respecto a las con recomendaciones nutricionales.

En el caso de los alimentos para peces ornamentales, estos no cumplieron con el contenido de grasa o EE. El máximo encontrado en las muestras fue de 13,9 que no llega al mínimo recomendado (15%), Sin embargo, es importante recordar que estas recomendaciones son guías generales para los peces ornamentales, y que los requerimientos nutricionales van a variar según la especie. Lo mismo para el contenido de CHO, ya que cuatro de las muestras evaluadas presentan más contenido que el recomendado.

Por último, en los alimentos para tortuga evaluados, se encontraron dos alimentos con menor contenido de PC que el recomendado, de los mismo dos alimentos con menor cantidad de grasas, otros dos, con menor cantidad del mínimo de fibra, para Ca solo un alimento alcanzaba el requerimiento mínimo, mientras que para P ningún alimento contenía el mínimo recomendado. Sin embargo, al igual que en peces, estos requerimientos nutricionales varían mucho de una especie a otra. El requerimiento de Ca y P, es de especial importancia en

tortugas debido a la frecuencia de la enfermedad ósea metabólica (Donoghue & McKeown, 1999; Rawski et al., 2018).

Balance nutricional para un perro de 20 kg consumiendo un alimento promedio y con una actividad física baja

Para ejemplificar de manera práctica los resultados de este trabajo, se realizó un ejemplo de un balance nutricional para un perro adulto en mantenimiento. Utilizando como referencia los requerimientos mínimos sugeridos por AAFCO (Cuadro 9) y, la fórmula para calcular las necesidades calóricas mínimas del NRC (Cuadro 10). Se utilizaron los valores promedios de los alimentos para perro adulto, analizados en este estudio. Se decidió utilizar un perro de talla mediana, debido a la gran variación de tamaños que presenta esta especie, se determinó el peso del animal en 20 kg. El consumo (209 g MS) se definió como: la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos energéticos (898,5 kcal).

El contenido promedio, de los alimentos para perro adulto, fue de 26,55% de proteína cruda, 16,51% de extracto etéreo, 3,51% de fibra cruda, 4,3 mega calorías de energía metabolizable por kg, 1,02% de calcio, 0,84% de fósforo, 0,98% de sal y 38,97% de carbohidratos (Cuadro 8).

Cuadro 11. Balance Nutricional para un perro de 20 kg consumiendo un alimento promedio con una actividad física baja

Variables	PC (g)	EE (g)	FC (g)	EM (Mcal)	Ca (g)	P (g)	Sal (g)	CHO (g)
X Alimento	55,48	34,488	7,326	0,898	2,131	1,747	2,05	81,417
Requerimiento	37,61	10,45	10,45*	0,898	1,25	1,04	0,19	89,85*
Balance	17,87	24,04	-3,12	0,00	0,88	0,70	1,86	-8,43

* Máximo, X: promedio

Se observa que en, promedio los alimentos para perro adulto, tienen un balance positivo para todos los nutrimentos, Sin embargo, como se mencionó anteriormente los excesos de nutrimentos también traen consecuencias negativas a la salud de las mascotas. En este ejemplo el consumo se ajustó para cubrir las necesidades calóricas, pero en la práctica la cantidad que consume el animal puede ser menor o aún mayor, ya que depende de varios

factores, como el correcto etiquetado de la cantidad a administrar (Torres Vargas, 2018). Por ejemplo, un aporte mayor de calorías, repercute en la salud de la mascota, ya que es un factor que conlleva a la obesidad, y esta es la principal enfermedad nutricional reportada en mascotas (Case et al., 1997).

CAPÍTULO II

PERFIL MINERAL DE LOS ALIMENTOS IMPORTADOS PARA MASCOTA COMERCIALIZADOS EN COSTA RICA

Los minerales constituyen entre 4 y 5% del peso vivo de los animales, por lo que son componentes necesarios para el mantenimiento adecuado y la buena salud de los animales. Los minerales cumplen múltiples funciones en el organismo del animal, por lo que se pueden presentar deficiencias o toxicidad, si no están presentes en cantidades adecuadas (Campos Granados, 2015). Además, la alimentación prolongada con alimentos desbalanceados en su contenido mineral puede afectar de manera negativa la salud de las mascotas (Davies et al., 2017). Se sabe que el exceso o deficiencia de minerales puede afectar la utilización en el organismo de otros minerales, por lo cual es importante conocer el nivel adecuado de cada uno, para brindar una dieta balanceada (Case et al., 1997) Los minerales que se han estudiado que afecta la salud con más frecuencia y conllevan a la aparición de enfermedades nutricionales en mascotas son: Ca, P, Zn, Fe, Cu, Mn y Se (Gagné et al., 2013).

Alimentos para perros

En el Cuadro 12 y en el Anexo 9 se observar que, el contenido promedio de macro y micro minerales de los alimentos importados para perro adulto, satisface el requerimiento mínimo sugerido (NRC, 2006). Al analizar de forma individual, cada una de las muestras, también contiene más del requerimiento nutricional mínimo, para cada mineral.

Aparte de conocer el contenido mineral del alimento, es importante conocer el consumo de alimento (kg/día), con la intención de descartar problemas de deficiencias minerales en los perros adultos. Porque, aunque el alimento contenga las concentraciones minerales adecuadas, si se sub-dosifica la ración, el aporte real de uno o varios minerales, puede ser

menor al requerimiento mínimo (Hand et al., 2000). Esta situación es más relevante, en animales de menor peso, debido a que la cantidad de alimento a consumir es menor.

Por otra parte, los alimentos para perros cachorros (Cuadro 12; Anexo 9), en promedio contienen mayor porcentaje que el sugerido en el requerimiento mínimo. De forma individual la mayoría de estas muestras también cumplen con los requerimientos minerales a excepción de un alimento con -0,3% de P y otro con -1,18 ppm de Cu que los requerimientos mínimos.

El P es constituyente de moléculas como los fosfolípidos, adenosín trifosfato (ATP), entre otras, junto con el Ca forman hidroxapatita, que es el constituyente principal de los huesos. El P es importante para el sistema esquelético y, para las células y su metabolismo (Case et al., 1997). Por lo que las concentraciones de P y Ca en la dieta tienen un efecto directo en mineralización ósea (Lauten et al., 2002), aspecto de suma importancia en animales en desarrollo.

Además de analizar las cantidades mínimas, necesarias para no causar deficiencias, es importante verificar que no haya excesos de algunos minerales, según el límite superior recomendado (NRC, 2006). Se encontraron altos contenidos de yodo en alimentos para perro adulto, superior al contenido máximo sugerido (4 ppm), el yodo es el componente principal de las hormonas tiroideas, que se encarga entre otras funciones de regular el ritmo metabólico, en animales adultos, los signos de exceso de yodo son lagrimeo, salivación y descarga nasal excesiva, pelaje seco y quebradizo (NRC, 2006). Por otra parte, de los alimentos para cachorro, dos alimentos tuvieron +0,5% de Ca. El exceso de Ca en cachorros, en animales de raza grande producen anormalidades esqueléticas, como por ejemplo osteocondrosis (NRC, 2006; Tal et al., 2018).

Cuadro 12. Contenido mineral de los alimentos para mascotas importados en Costa Rica y su respectivo requerimiento

Especie	Elemento	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	S (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	I (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Perro adulto (n=5)	m	0,77	0,58	0,10	0,31	0,51	0,21	9,12	140,10	541,60	22,18	141,25
	M	1,37	1,33	0,16	0,48	0,79	0,30	13,06	274,47	1027,50	64,12	243,51
	X	1,02	0,84	0,13	0,39	0,67	0,25	11,36	220,71	704,78	32,24	201,06
	Req	0,2	0,3	0,018	0,03	0,4	-	6	30	0,7	4,8	60
Perro cachorro (n=5)	m	1,16	0,70	0,00	0,36	0,50	0,19	9,82	246,29	531,00	27,31	164,50
	M	2,31	1,56	0,17	0,72	0,86	0,23	94,73	511,00	1714,30	63,61	1471,72
	X	1,62	1,15	0,12	0,51	0,68	0,21	30,12	378,09	942,20	43,33	476,06
	Req	0,8	1	0,018	0,22	0,44	-	11	72	0,21	5,6	40
Gato adulto (n=5)	m	0,88	0,69	0,09	0,44	0,43	0,10	8,54	167,45	170,30	15,80	100,65
	M	1,84	1,01	0,17	0,77	0,88	0,16	14,49	466,63	412,10	80,36	238,88
	X	1,32	0,88	0,14	0,53	0,68	0,13	10,68	268,87	308,24	48,08	184,63
	Req	0,16	0,14	0,02	0,065	0,52	-	5	80	1,3	4,8	74
Gato cachorro (n=5)	m	1,17	0,81	0,11	0,37	0,34	0,07	8,06	194,31	63,50	15,54	112,49
	M	1,87	1,41	0,17	0,55	0,72	0,13	18,61	3165,55	506,90	64,60	373,54
	X	1,51	1,00	0,14	0,50	0,58	0,10	13,80	809,31	294,64	44,30	209,49
	Req	0,52	0,48	0,016	0,124	0,268	-	4,5	70	0,12	4,8	50
Hámster (n=3)	m	0,43	0,40	0,18	0,08	0,62	0,04	5,43	112,23	548,00	40,83	43,22
	M	1,52	0,77	0,36	0,28	1,15	0,10	15,42	1335,21	692,60	163,67	255,44
	X	0,98	0,56	0,26	0,19	0,97	0,07	11,51	577,95	603,33	103,58	132,74
	Req	0,47	0,2	0,13	0,19	0,79	-	-	-	0,15	15,9	9,4
Conejo (n=2)	m	0,67	0,32	0,25	0,22	0,77	0,05	198,76	331,48	557,80	66,97	58,64
	M	0,69	0,47	0,28	0,23	0,79	0,07	222,05	425,77	585,70	82,02	63,57
	X	0,68	0,40	0,27	0,23	0,78	0,06	210,41	378,63	571,75	74,50	61,11
	Req	0,4	0,22	0,04	0,2	0,6	-	3	-	0,2	2,5	25
Peces ornamentales (n=5)	m	1,40	1,01	0,17	0,30	0,47	0,05	0,87	207,31	377,20	34,68	14,86
	M	2,47	1,79	0,27	0,77	0,83	0,08	11,28	2602,83	722,10	68,36	95,31
	X	1,80	1,28	0,22	0,53	0,67	0,06	5,28	737,15	515,86	49,10	49,07
	Req	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tortuga (n=4)	m	0,89	0,74	0,15	0,15	0,34	0,00	2,84	136,30	422,40	41,50	87,17
	M	6,06	1,45	0,35	0,59	0,59	0,08	95,91	719,31	592,10	169,48	125,81
	X	2,70	1,01	0,21	0,38	0,42	0,05	43,16	410,42	510,00	93,13	102,99
	Req	5,7	3	0,97	-	-	-	4	266	-	-	35

m: mínimo ; M: máximo ; X: promedio Req: Requerimiento mínimo (NRC, 2006)

Balance mineral para perros

Para mostrar como el aporte mineral real se ve afectado por la cantidad de la ración, y no solo por su concentración en el alimento, se muestra el ejercicio de un balance mineral para un perro. En este ejemplo el animal es un perro cachorro con un peso 10 kg, y su peso de adulto se determinó en 18 kg. Se calculó una ración de 320 g MS, cantidad necesaria para satisfacer la demanda de energía metabolizable (1210 kcal), según la fórmula descrita en Cuadro 10. La densidad energética del alimento es la del promedio de alimentos para cachorros (Cuadro 8), mientras que el perfil mineral es el promedio del contenido de cada mineral analizado, en las muestras de alimento para perro; el requerimiento mineral se obtuvo de las recomendaciones del NRC (Cuadro 12).

A pesar de que el alimento promedio tiene una menor concentración de P que la recomendación nutricional (Cuadro 12), al realizar el balance con el aporte real, sí cubrió las necesidades de P del animal (Cuadro 13). Sin embargo, si se sub-dosifica 20% menos de la cantidad de alimento necesaria, se puede ver que se presentan deficiencias en el aporte P (Cuadro 13). Por tanto, se demuestra que, además del balance adecuado del alimento también es importante la cantidad correcta de la ración, para asegurar un adecuado aporte de nutrimentos.

Por otra parte, se observa que el hierro, yodo y zinc se encuentran con un alto balance positivo en la dieta. Sin embargo en la literatura no se han reportado problemas por consumo excesivo de estos minerales, excepto para el yodo, que provoca bocio, lagrimeo, salivación, debido un efecto negativo en la producción de las hormonas tiroideas; en cachorros provoca deformaciones óseas (NRC, 2006).

Cuadro 13. Balance mineral para un perro cachorro, consumiendo la cantidad adecuada y menor cantidad del alimento promedio

Elemento	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	K (g)	Cu (mg)	Fe (mg)	I (mg)	Mn (mg)	Zn (mg)
Req	3,84	3,21	0,06	0,71	1,41	3,53	23,09	0,07	1,80	12,83
Alimento X	5,19	3,67	0,37	1,64	2,19	9,66	121,23	302,1	13,89	152,64
Balance 1	1,35	0,47	0,31	0,93	0,78	6,13	98,14	302,0	12,10	139,82
Alimento XR	4,16	2,95	0,30	1,31	1,75	7,74	97,17	242,2	11,14	122,35
Balance 2	1,60	0,26	0,24	0,61	0,34	4,21	74,08	242,1	9,34	109,52

Req: Requerimiento mínimo, X: promedio, XR: alimento promedio con aporte reducido en 20%

Alimentos para gatos

Tanto los alimentos para gato adulto como los alimentos para gato cachorro contenían más de la cantidad mínima requerida y menos del límite superior recomendado por el (NRC, 2006) de forma individual y en promedio, como se observa en el Cuadro 12 y en el Anexo 9, a excepción de un alimento para gato adulto, con -0,09% de K que la recomendación. El K en el cuerpo cumple funciones de regulación ácido-base, impulso nervioso, y transporte intracelular, la deficiencia de K leve no presenta signos clínicos, puede derivar hipopotasemia y mal funcionamiento de los riñones (Case et al., 1997; Hand et al., 2000; NRC, 2006). Sin embargo, la deficiencia encontrada es mínima.

Alimentos para hámster

En el Cuadro 12 y en el Anexo 11 se muestran los resultados de los alimentos para hámster, de los 11 minerales analizados. Al comparar los valores promedios e individuales de las muestras, con los requerimiento mínimo que se muestran en las publicaciones de NRC (1995) y (Mulder, 2012), los alimentos cumplen estas recomendaciones . Excepto en el Na y en el K, en cada caso, un alimento no cumplió con la concentración mínima recomendada. En hámsters no se han descrito signos de la deficiencia de estos minerales. Sin embargo, en ratas la deficiencia de Na ocasiona crecimiento deficiente, lesiones en las corneas, y huesos frágiles; y la deficiencia de K reducción en el consumo, en el crecimiento, cianosis, diarrea y ascitis (NRC, 1995).

Alimentos para Conejo

En cuanto a los alimentos para conejos, tanto de forma individual como promedio contiene cumplen con los requerimientos mínimos sugeridos por NRC (1977) para los 11 elementos analizados (Cuadro 12; Anexo 11). Sin embargo, no hay datos de referencia, para todos los minerales analizados.

En conejos, más de 4% de Ca en la dieta aumenta el riesgo de urolitiasis, calcificación de tejidos blandos y deficiencia en la absorción de P. Por otra parte, el exceso de P en la dieta (>0,9%), puede disminuir el consumo, la prolificidad de las hembras; la deficiencia de Mg en conejos produce alopecia, nerviosismo, pelaje hirsuto y tricofagia; el exceso de K en la dieta (>1%) aumenta el riesgo de nefritis, reduce la ingesta y la absorción de Mg; el exceso del ion Na⁺ en forma de sal (>1%), reduce el crecimiento; la deficiencia de Cu ocasiona crecimiento retardado, pelaje gris y deformaciones óseas; la deficiencia de Mn provoca problemas en las patas, por una mala consistencia de los huesos; la deficiencia de yodo provoca la aparición de bocio (de Blas & Wiseman, 2010; Ricci et al., 2010).

Alimentos para peces ornamentales

El elemento que se considera se debe suplementar es el P, ya que los demás elementos se encuentran en niveles aceptables y, pueden ser absorbidos del medio a través de las agallas (Corcoran & Roberts-Sweeney, 2014; Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría, 2011). El promedio del contenido de P fue superior al requerimiento mínimo sugerido (Cuadro 12; Anexo 12). El cumplimiento de este requerimiento es importante para los peces en desarrollo ya que intervienen en la mineralización del esqueleto (Lall & Lewis-McCrea, 2007). Se han determinado que desbalance de micro-minerales en la dieta causa deficiencias o toxicidad en peces ornamentales, específicamente: <30 ppm de Fe causa anemia, anorexia y crecimiento deficiente, mientras que el exceso >175 ppm puede aumentar la susceptibilidad a infecciones; la deficiencias de Zn (<15 ppm) produce crecimiento pobre, anorexia, cataratas y alta mortalidad (Lim & Klesius, 2000).

Sin embargo la información sobre la nutrición mineral en peces ornamentales, aún es escasa (Lall & Lewis-McCrea, 2007; Lim & Klesius, 2000; Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría, 2011). Por ejemplo, para definir requerimientos dietéticos del Ca, va a depender del ambiente de cría ya que los peces tienen la capacidad de absorberlo del agua. Además, se deben tomar en cuenta la edad, la tasa de crecimiento y la mineralización ósea y la relación con el P, que debe ser entre 1-1,6:1 (Lall & Lewis-McCrea, 2007; Velasco Garzón & Gutiérrez Espinosa, 2019).

Alimentos para tortuga

Al comparar el perfil mineral de los alimentos de tortuga (Cuadro 12; Anexo 12) contra los requerimientos minerales mínimos disponibles, se observa que las muestras presentan un contenido menor de Ca y P que el recomendado. Estos minerales son de gran importancia en tortugas, por su mayor proporción esquelética (caparazón). Por esta razón son propensas a la enfermedad ósea metabólica, cuyos síntomas son: huesos, caparazón y plastrón frágiles y deformado. La enfermedad ósea metabólica, es causada por deficiencias en Ca, P y vitamina D (Donoghue & McKeown, 1999; Hand et al., 2000; Rawski et al., 2018). Además de esto, los niveles de Mg también fueron menores a la recomendación mínima. Lo que podría ser otro factor nutricional que pueda comprometer la salud esquelética de las tortugas, ya que el Mg está relacionado en el metabolismo del Ca y en constitución de los huesos (Donoghue & McKeown, 1999). Por último, se encontró un alimento con un contenido menor de Cu que la recomendación mínima. El Cu en tortugas es importante para la mineralización de los huesos, el buen estado del tejido cutáneo, y su metabolismo en general (Chen, Chen & Huang, 2014; Rawski et al., 2018).

CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias entre el contenido de nutrimentos analizado con respecto a los declarados en la etiqueta de garantía. El 76% de los alimentos muestreados presentaron discrepancia entre estos valores; el 12% de los alimentos que incumplieron fue en un nutrimento, 54% en dos nutrimentos y 35% en tres o más nutrimentos. Al hacer la comparación utilizando la fórmula de variación analítica de AAFCO, se encontró todos los alimentos con al menos un valor con mayor variación a la permitida respecto al valor declarado en la etiqueta. Esto debido a que este lineamiento considera, no solo los valores por debajo, sino también los valores por encima del rango de variación, calculado con las diferentes fórmulas para cada nutriente. También se encontró que 62% de los alimentos no declaraba en su etiqueta alguno de los nutrimentos obligatorios, como el Ca, P y sal, principalmente en los alimentos para peces y tortuga. Además, 38% de las muestras no brindan otra información valiosa, para la estimación de contenido de nutrimentos como el contenido de cenizas.

Esta falta de información en la etiqueta afecta el cálculo de la energía, de los alimentos que no los aportan. Es importante conocer de manera precisa el contenido calórico de los alimentos, ya que de esto va a depender la cantidad que debería consumir la mascota. Ya que, el aporte de nutrimentos que la dieta le brinde, va a depender de la cantidad de alimento que se le suministre. Por lo que, si se sobre estima la energía del alimento, por falta de información en cálculo, la cantidad que consuma el animal va a ser menor y esto podría ocasionarle deficiencias nutricionales, o por el contrario excesos.

Al comparar los resultados contra los requerimientos mínimos nutricionales de cada especie, la mayoría (64%) de los alimentos tenían una deficiencia o exceso respecto al requerimiento. Los nutrimentos que más veces se encontraron que no cumplían con el requerimiento fueron los CHO, el EE, la FC, el Ca y el P. Los alimentos por especie que más presentaron valores por debajo de requerimiento fueron: pez, tortuga, gato adulto y perro cachorro.

Respecto al perfil mineral de los alimentos para mascotas, este es el primer trabajo de la Escuela de Zootecnia, que describe el perfilado mineral de alimentos para mascotas (Proyecto VI-739-B8-019. Cumplimiento del análisis de garantía en alimentos importados para

mascotas), además, se comparó con los requerimientos mínimos, y la mayoría de ellos tenían un mayor contenido. Sin embargo, no hay mucha información disponible para constatar que esta cantidad provoque un exceso un exceso que pueda perjudicar la salud de la mascota. De igual manera, la información sobre requerimientos minerales de especies como los hámster, peces ornamentales y tortugas es escasa.

La cantidad de alimentos importados para mascotas disponible en el mercado nacional es amplia, por lo que la cantidad de muestras analizadas en este trabajo es poco representativa, sin embargo, es un primer acercamiento sobre la investigación en este tema.

RECOMENDACIONES

El presente trabajo se centró en determinar el contenido de los macronutrientes y minerales en los alimentos para mascotas importados, y compararlos con los valores de la garantía y recomendaciones nutricionales. Si bien brinda datos específicos sobre el contenido nutricional de las dietas, y estos se pueden utilizar como guía, no toman en cuenta valores de digestibilidad ni biodisponibilidad, por lo que el aporte real de nutrimentos de la dieta no se puede determinar únicamente conociendo el contenido. Aparte de estas limitaciones, análisis requeridos en la etiqueta como: proteína cruda, fibra cruda y extracto etéreo solo brindan un dato general y no determinan aspectos como el perfil de AA de ácidos grasos y el tipo de fibra de los alimentos, todos estos importantes para una óptima nutrición de las mascotas, por lo que se recomienda incluir análisis más específicos. Por ejemplo, se estima que el análisis de fibra cruda solo detecta entre 5-20% de la fibra total, aparte que no diferencia entre los tipos de fibra. Realizar análisis específicos, permite conocer mejor la calidad nutricional del alimento y la de los ingredientes con los que se elaboró; además de incluir como obligatorio la declaración del contenido de cenizas ayuda a obtener mejor información nutricional del alimento.

Al ser un trabajo de carácter exploratorio se trató de abarcar alimentos para diferentes de especies, para conocer el panorama general del mercado de alimentos para mascotas. Sin embargo, al ser un mercado de gran tamaño, para futuros trabajos se aumentar el número de muestras, profundizar más en alimentos para una especie, clasificación del alimento (nacional, premium, económico, natural, grain free, entre otros) o tipo de alimento (húmedo, snack, entre otros).

LITERATURA CITADA

- AAFCO. (2017). *217 Official Publication*. Illinois: Association of American Feed Control Officials.
- AOAC International. (2005). *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). Gaithersburg, Md: AOAC International.
- APPA. (2017). Pet Industry Market Size & Ownership Statistics. Retrieved from American Pet Products Association website:
http://www.americanpetproducts.org/press_industrytrends.asp.
- Atehortua, C., Gómez, L., & Orozco, S. (2007). The influence of mascots in human lives. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20, 377–386. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf>
- Backus, R. C., Cave, N. J., & Keisler, D. H. (2007). Gonadectomy and high dietary fat but not high dietary carbohydrate induce gains in body weight and fat of domestic cats. *British Journal of Nutrition*, 98(3), 641–650. <https://doi.org/10.1017/S0007114507750869>
- Baldwin, K., Bartges, J., Buffington, Tony Freeman, L. M., Grabow, M., Legred, J., & Ostwald, D. (2010). Guías para la Evaluación Nutricional de perros y gatos de la Asociación Americana Hospitalaria de Animales (AAHA). In *Journal of the American Animal Hospital Association* (Vol. 46).
- Barón, D., & Torconal, A. (2015). *Investigación a través de la prospectiva de marketing del rol que tienen las mascotas (caninos/felinos) en los hogares bogotanos en la actualidad y en el 2024*. Colegio de Estudios Superiores de Administración. Bogotá, Colombia.
- Bermingham, E. N., Thomas, D. G., Morris, P. J., & Hawthorne, A. J. (2010). Energy requirements of adult cats – a meta-analysis. *British Journal of Nutrition*, (May), 1. <https://doi.org/10.1017/S000711450999290X>
- Bontempo, V. (2005). Nutrition and health of dogs and cats: Evolution of petfood. *Veterinary Research Communications*, 29(2), 45–50. <https://doi.org/10.1007/s11259-005-0010-8>
- Bose, H. (2013). A practical approach to rabbit nutrition. *Companion Animal*, 14(4), 115–123. <https://doi.org/10.3810/pgm.1999.10.1.706>
- Buff, P. R., Carter, R. A., Kersey, J. H., & Bauer, J. E. (2014). Natural pet food: A review of natural diets and their impact on canine and feline physiology. *Journal of Animal Science*, 92(9), 3781–3791. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7789>

- Campos Granados, C. (2015). El impacto de los micronutrientes en la inmunidad de los animales. *Nutrición Animal Tropical*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.15517/nat.v9i1.18778>
- Carciofi, A. C., Vasconcellos, R. S., Borges, N. C., Moro, J. V., Prada, F., & Fraga, V. O. (2006). Composição nutricional e avaliação de rótulo de rações secas para cães comercializadas em Jaboticabal-SP. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58(3), 421–426. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352006000300021>
- Carlisle, L. A. (2008). *A nutritional evaluation of commercial dog foods: Reactive lysine as an assessment of protein quality*. University of California.
- Carrión, P. A., & Thompson, L. J. (2014). Pet Food. In *Food Safety Management: A Practical Guide for the Food Industry*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381504-0.00015-9>
- Case, L. P., Carey, D. P., & Hirakawa, D. A. (1997). *Canine and Feline Nutrition A Resource for Companion Animal Professionals* (Edición Es). Madrid, España: Hartcourt Brace.
- Castro, P. F. (2008). *Evaluación de la calidad nutricional de una dieta seca, para perros adultos en mantención, de elaboración nacional, versus una dieta de similares características importada*. Universidad de Chile.
- Chandler, M. L. (2008). Pet Food Safety: Sodium in Pet Foods. *Topics in Companion Animal Medicine*, 23(3), 148–153. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.008>
- Chen, C.-Y., Chen, S.-M., & Huang, C.-H. (2014). Dietary magnesium requirement of soft-shelled turtles, *Pelodiscus sinensis*, fed diets containing exogenous phytate. *Aquaculture*, 432, 80–84. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.001>
- CIAB. (2018). *Informe Anual de la Situación Actual de Alimentos Balanceados*. San José, Costa Rica.
- Cipollini, I. (2008). Pet food: quality and quality improvement. *Feed and Food Science*.
- Corcoran, M., & Roberts-Sweeney, H. (2014). Aquatic animal nutrition for the exotic animal practitioner. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, 17(3), 333–346. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2014.05.005>
- D’Mello, J. P. F. (2003). Amino Acids as Multifunctional Molecules. In *Amino Acids* (2nd ed.). Edinburgo, UK: CABI.
- Daumas, C., Paragon, B.-M., Thorin, C., Martin, L., Dumon, H., Ninet, S., & Nguyen, P. (2014). Evaluation of eight commercial dog diets. *Journal of Nutritional Science*, 3, e63. <https://doi.org/10.1017/jns.2014.65>
- Davies, M., Alborough, R., Jones, L., Davis, C., Williams, C., & Gardner, D. S. (2017). Mineral analysis of complete dog and cat foods in the UK and compliance with European guidelines. *Scientific Reports*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17159-7>

- DCSP. (2014). *Evaluación de la calidad de alimentos completos para perros*. Retrieved from https://www.sernac.cl/portal/619/articles-3893_archivo_01.pdf
- De-Oliveira, L. D., Takakura, F. S., Kienzle, E., Brunetto, M. A., Teshima, E., Pereira, G. T., ... Carciofi, A. C. (2012). Fibre analysis and fibre digestibility in pet foods - a comparison of total dietary fibre, neutral and acid detergent fibre and crude fibre. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(5), 895–906. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01203.x>
- de Blas, C., & Wiseman, J. (2010). *Nutrition of the Rabbit* (2nd ed). Oxfordshire, UK: CABI.
- Deng, P., & Swanson, K. S. (2015). Companion animals symposium: Future aspects and perceptions of companion animal nutrition and sustainability. *Journal of Animal Science*, 93(3), 823–834. <https://doi.org/10.2527/jas2014-8520>
- Donoghue, S. (1998). Nutrition of pet amphibians and reptiles. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 7(3), 148–153. [https://doi.org/10.1016/s1055-937x\(98\)80006-6](https://doi.org/10.1016/s1055-937x(98)80006-6)
- Donoghue, S., & McKeown, S. (1999). Nutrition of captive reptiles. *The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice*, 2(1), 69–91. [https://doi.org/10.1016/S1094-9194\(17\)30140-8](https://doi.org/10.1016/S1094-9194(17)30140-8)
- Dzanis, D. A. (2008). Understanding Regulations Affecting Pet Foods. *Topics in Companion Animal Medicine*, 23(3), 117–120. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.002>
- Fox, M. A., & Kenagy, R. (2015). Commercial pet food recalls: Incentives to improve pet food safety. *Contemporary Readings in Law and Social Justice*, 7(2), 17–39.
- Francis-Floyd, R. (1995). *The use of salt in aquaculture* (p. 3). p. 3. Retrieved from <https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/24/95/00001/vm00700.pdf>
- Freeman, L. M., Stern, J. A., Fries, R., Adin, D. B., & Rush, J. E. (2018). Diet-associated dilated cardiomyopathy in dogs: what do we know? *JAVMA*, 253(11), 1390–1394. <https://doi.org/10.1108/jkm.2007.23011baa.001>
- Fuller, M. (2004). Encyclopedia of Farm Animal Nutrition. In *Encyclopedia of Farm Animal Nutrition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7686-1.50021-0>
- Gagné, J. W., Wakshlag, J. J., Center, S. A., Rutzke, M. A., & Glahn, R. P. (2013). Evaluation of calcium, phosphorus, and selected trace mineral status in commercially available dry foods formulated for dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243(5), 658–666. <https://doi.org/10.2460/javma.243.5.658>
- Gaitán, D., Chamorro, R., Cediél, G., Lozano, G., & Da Silva Gomes, F. (2015). Sodio y Enfermedad Cardiovascular: Contexto en Latinoamérica. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 65(4), 206–215.

- González, M., & Bernal, L. (2011). Diagnóstico y manejo de la obesidad en perros: una revisión. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 6(2), 91–102.
<https://doi.org/10.21615/2059>
- Gordillo, H. A. (2017). *Evolución Alimentaria De Canis Familiaris: Desde Los Comienzos Del Orden Carnívora Hasta La Actualidad*. Universidad Nacional de la Plata.
- Grandjean, D., & Butterwick, R. (2009). Essential Nutrition for Cats and Dogs. *Mars, Inc*, 64. Retrieved from http://www.waltham.com/dyn/_assets/_pdfs/waltham-booklets/Essentialcatanddognutritionbookletelectronicversion.pdf
- Gutiérrez, G., Granados, D. R., & Piar, N. (2007). Interacciones humano-animal características e implicaciones para el bienestar de los humanos. *Revista Colombiana de Psicología*, unknown(16), 163–183.
- Hand, M., Thatcher, C., Remillard, R. L., & Roudebush, P. (2000). *Small animal clinical nutrition* (4th ed.). Topeka, KC: Mark Morris Institute.
- Hodgkinson, S. M., Rosales, C. E., Alomar, D., & Boroscsek, D. (2004). Evaluación químico-nutricional de alimentos secos comerciales en Chile para perros adultos en mantención. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 36(2). <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2004000200008>
- Holmes, K. L., Morris, P. J., Abdulla, Z., Hackett, R., & Rawlings, J. M. (2007). Risk factors associated with excess body weight in dogs in the UK. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 91(3–4), 166–167. https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2007.00680_9.x
- Kaplan, J. L., Stern, J. A., Fascetti, A. J., Larsen, J. A., Skolnik, H., Peddle, G. D., ... Ontiveros, E. (2018). Taurine deficiency and dilated cardiomyopathy in golden retrievers fed commercial diets. *PLoS ONE*, 13(12), 1–19.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209112>
- Kealy, R. D., Lawler, D. F., Ballam, J. M., Mantz, S. L., Biery, D. N., Greeley, E. H., ... Stowe, H. D. (2002). Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 220(9), 1315–1320.
<https://doi.org/10.2460/javma.2002.220.1315>
- Kitade, K. (2010). *Verification program for a voluntary hazard analysis critical control point plan (HACCP)*. Retrieved from <https://docplayer.net/31209401-Verification-program-for-a-voluntary-hazard-analysis-critical-control-point-plan-haccp-association-of-american-feed-control-officials.html>

- Laflamme, D. (2008a). Introduction: Controversies in Small Animal Nutrition: Pet Food Safety. *Topics in Companion Animal Medicine*, 23(3), 116.
<https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.001>
- Laflamme, D. (2008b). Pet Food Safety: Dietary Protein. *Topics in Companion Animal Medicine*, 23(3), 154–157. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.009>
- Laflamme, D. (2012). Nutritional Care for Aging Cats and Dogs. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 42(4), 769–791.
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2012.04.002>
- Laflamme, D., Abood, S. K., Fascetti, A. J., Fleeman, L. M., Freeman, L. M., Michel, K. E., ... Willoughby, K. N. (2008). Pet feeding practices of dog and cat owners in the United States and Australia. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(5), 687–694. <https://doi.org/10.2460/javma.232.5.687>
- Laflamme, D., & Gunn-Moore, D. (2014). Nutrition of Aging Cats. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 44(4), 761–774.
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.03.001>
- Lall, S. P., & Lewis-McCrea, L. M. (2007). Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish - An overview. *Aquaculture*, 267(1–4), 3–19.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.02.053>
- Lamelas, P. M., Domingo Orlandini, A., Diaz, R., & Yusuf, S. (2015). Consumo de sodio, presión arterial y eventos clínicos. *Rev Fed Arg Cardiol*, 44, 4–7. Retrieved from <https://test.fac.org.ar/2/revista/15v44s2/articulos/yusuf.pdf>
- Lauten, S. D., Cox, N. R., Brawner, W. R., Goodman, S. A., Hathcock, J. T., Montgomery, R. D., ... Baker, H. J. (2002). Influence of dietary calcium and phosphorus content in a fixed ratio on growth and development in Great Danes. *American Journal of Veterinary Research*, 63(7), 1036–1047. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.1036>
- Levesque, C. L. (2013). *Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production*. 134(134), 143–155. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-781-3>
- Lim, C., & Klesius, P. H. (2000). El Papel de los Minerales Traza en la Salud de los Peces. *Avances En Nutrición Acuícola IV*, 36831, 270–281.
- Macri, A. M., Suciú, A., & Szakacs, A. R. (2017). Carbohydrates Impact in Type 2 Diabetes in Cats. *Bulletin UASVM Veterinary Medicine*, 73(2), 193–200.
<https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm>
- Maynard, L., Loosli, J., Hintz, H., & Warner, R. (1981). *Nutrición Animal* (2a ed.). Juárez, México: McGraw-Hill.

- Michel, K. E. (2006). Unconventional Diets for Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 36(6), 1269–1281.
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2006.08.003>
- Mora-Valverde, D. (2010). Usos de la morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el Tracto Digestivo. *Agronomía Mesoamericana*, 21(2), 357–366.
- Mora, C. (2015). *Importancia de las mascotas en el desarrollo de niños con capacidades limitadas de 4 a 5 años. Guía lúdico-didáctica, dirigida a docentes y representantes legales*. Universidad de Guayaquil.
- Mulder, G. B. (2012). Management, Husbandry, and Colony Health. In *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents* (First Edit, pp. 765–777).
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380920-9.00028-6>
- Nicodemus, N. (2006). Nutrición Del Conejo. *Boletín Conicultura*, (140), 42–53.
- NRC. (1977). *Nutrient Requirements of Rabbits*. <https://doi.org/10.17226/35>
- NRC. (1995). *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*,. <https://doi.org/10.17226/4758>
- NRC. (2006). *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. <https://doi.org/10.17226/10668>
- Penn, M. (2018, March 17). Review: Small Trends Can Be BIG. ' Go ' bags for survivalists , scary Korean cosmetics masks , birthday presents for pets : Cultural shifts just beginning to show themselves can be big business tomorrow. *Wall Street Journal*, pp. 1–5.
 Retrieved from <https://search-proquest-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/docview/2014910499?accountid=28692>
- Peterson, C. A., Baker, D. H., & Erdman, J. W. (1996). Diet-Induced Nephrocalcinosis in Female Rats Is Irreversible and Is Induced Primarily before the Completion of Adolescence. *The Journal of Nutrition*, 126(1), 259–265.
<https://doi.org/10.1093/jn/126.1.259>
- Quirós Jiménez, M. A. (2011). *Estudio de casos en nutrición de mascotas: Manejo diario de la dieta, desordenes alimenticios y metabólicos*. Universidad de Costa Rica.
- Rawski, M., Mans, C., Kierończyk, B., Świątkiewicz, S., Barc, A., & Józefiak, D. (2018). Freshwater turtle nutrition - A review of scientific and practical knowledge. *Annals of Animal Science*, 18(1), 17–37. <https://doi.org/10.1515/aoas-2017-0025>
- Ricci, R., Sartori, A., Palagiano, C., & Dalle Zotte, A. (2010). Study on the nutrient adequacy of feeds for pet rabbits available in the italian market. *World Rabbit Science*, 18(3), 131–137. <https://doi.org/10.4995/wrs.2010.7532>

- RTCA 65.05.52:11. (2012). *Reglamento Técnico Centroamericano: Productos utilizados en alimentación animal y establecimientos requisitos de registro sanitario y control*. La Gaceta Oficial de la República de Costa Rica, 18-09-12.
- Sanderson, S. (2020). Nutritional Requirements and Related Diseases of Small Animals. Retrieved from Merck and the Merck Veterinary Manual website: <https://www.merckvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-small-animals/nutritional-requirements-and-related-diseases-of-small-animals#v3325893>
- Sicuro, B. (2018). Nutrition in ornamental aquaculture: the raise of anthropocentrism in aquaculture? *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 791–799. <https://doi.org/10.1111/raq.12196>
- Suarez, L., Peña, C., Carretón, E., Juste, M. C., Bautista-Castaño, I., & Montoya-Alonso, J. A. (2012). Preferences of owners of overweight dogs when buying commercial pet food. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(4), 655–659. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01193.x>
- Tal, M., Parr, J., MacKenzie, S., & Verbrugghe, A. (2018). Dietary imbalances in a large breed puppy, leading to compression fractures, vitamin D deficiency, and suspected nutritional secondary hyperparathyroidism. *Canadian Veterinary Journal*, 59(1), 36–42.
- Thompson, A. (2008). Ingredients: Where Pet Food Starts. *Topics in Companion Animal Medicine*, 23(3), 127–132. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.004>
- Torres Vargas, M. A. (2018). *DIAGNÓSTICO ZOOTECNICO DE CRIADEROS DE PERROS EN LA GRAN ÁREA METROPOLITANA (G.A.M.) Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS BALANCEADOS REGISTRADOS EN COSTA RICA* (Universidad de Costa Rica). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- UCR. (2013). *ENCUESTA ACTUALIDADES 2013*. Retrieved from https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2013/estadistica_ucr_actualidades_2013.pdf
- Velasco-Santamaría, Y., & Corredor-Santamaría, W. (2011). Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: A review. *Revista MVZ Cordoba*, 16(2), 2458–2469. <https://doi.org/10.21897/rmvz.283>
- Velasco Garzón, J. S., & Gutiérrez Espinosa, M. C. (2019). Aspectos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce. *Revista Politécnica*, 15(30), 82–93. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n30a8>
- WSPA. (2016). *Estudio nacional sobre tenencia de perros en Costa Rica*. Retrieved from <https://issuu.com/wspalatam/docs/estudioperros-web-singles>
- Yanong, R. P. (1999). Nutrition of ornamental fish. *The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice*, 2(1), 19–42. [https://doi.org/10.1016/S1094-9194\(17\)30138-X](https://doi.org/10.1016/S1094-9194(17)30138-X)

Zicker, S. C. (2008). Evaluating Pet Foods: How Confident Are You When You Recommend a Commercial Pet Food? *Topics in Companion Animal Medicine*, 23(3), 121–126.
<https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.003>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: perros adultos

N°		H ₂ O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/Kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHO (%)
1	D*	12	31	20	3	3,93	0,9-1,6	0,7	0,5-1,5	27
	E	8,2	28,4	16,8	2,8	3,7	1,1	0,8	1,20	37,5
	Δ	-3,8	-2,6	-3,2	-0,2	-0,2	0	0,1	-0,02	10,5
	%	132	92	84	107	95	100	114	100	61
2	D	12	26	12	8	3,7	1,0-2	0,6	0,35-0,7	34
	E	8,4	24,7	18,5	2,8	3,9	0,8	0,6	0,95	40,4
	Δ	-3,6	-1,3	6,5	-5,2	0,2	-0,2	0,0	0,25	6,4
	%	130	95	155	165	104	83	97	64	81
3	D	10	26	16	4	3,7	0,7-1,1	0,9	0,1-0,2	44
	E	8,2	26,6	16,5	3,8	3,7	1,4	1,3	0,90	37,7
	Δ	-1,8	0,6	0,5	-0,3	0,0	0,3	0,4	0,7	-6,3
	%	118	102	103	106	99	75	148	0	114
4	D	12	27	16	5	3,7	1-1,6	0,8	0,3-1,3	40
	E	8,3	29,8	18,0	5,4	3,7	1,0	0,8	1,08	32,0
	Δ	-3,7	2,8	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0
	%	131	110	112	92	100	100	99	100	120
5	D	10	21	12,5	3	3,66	<i>nr</i>	<i>nr</i>	0,89-1,49	54
	E	8,8	23,3	12,7	2,8	3,6	0,8	0,7	0,78	47,3
	Δ	-1,2	2,3	0,2	-0,2	-0,1	<i>nc</i>	<i>nc</i>	-0,12	-6,7
	%	112	111	101	106	97	<i>nc</i>	<i>nc</i>	87	112
	m	8,2	23,3	12,7	2,8	3,6	0,8	0,6	0,78	32,0
	M	8,8	29,8	18,5	5,4	3,9	1,4	1,3	1,20	47,3
	X	8,4	26,6	16,5	3,5	3,7	1,0	0,8	0,98	39,0
	%Δx	125	102	111	115	116	90	115	70	98

*D: Declarado en la etiqueta, E: encontrado en el análisis, Δ: diferencia entre encontrado y declarado; %: porcentaje de cumplimiento, X: Valor promedio %Δ_x: porcentaje de cumplimiento promedio; **M: Valor máximo. m: Valor mínimo; *** Valor mínimo y máximo; *nr*: No Reportado en la Etiqueta, *nc*: No Calculado. PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHO carbohidratos

Anexo 2. Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: perros cachorros

Nº		H ₂ O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/Kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHO (%)
1	D*	10	28	10	4,5	4,19	1,4-1,6	1	0,3-0,75	38
	E	9,3	29,8	18,7	4,8	3,7	1,4	1,1	1,03	30,1
	Δ	-0,7	1,8	8,7	0,3	-0,5	0	0,1	0,28	-7,9
	%	107	106	187	94	88	100	107	63	121
2	D	12	30	16	4	3,7	1-2	0,6	0,25-0,5	30
	E	4,4	30,5	22,7	4,4	4,1	1,2	0,7	0,90	31,4
	Δ	-7,6	0,5	6,7	0,4	0,4	0	0,1	0,40	1,4
	%	164	101,5	142	90	111	100	117	20	95
3	D	12	29	18	3	3,8	1-1,4	0,8	0,1-1,1	30,5
	E	7,6	31,9	18,4	2,3	3,8	1,2	1,1	1,80	32,8
	Δ	-4,4	2,9	0,4	-0,7	0,0	0	0,3	0,7	2,3
	%	136	110	102	125	99	100	136	36	93
4	D	10	24	14	4	3,88	2-2,6	1,4	0,3-0,75	36,5
	E	8,2	23,9	14,6	4,6	3,5	2,0	1,3	1,43	39,0
	Δ	-1,8	-0,1	0,6	0,6	-0,4	0	-0,1	0,68	2,51
	%	118	100	105	85	89	100	94	10	93
5	D	10	32	21	5	4,15	1,2-2,2	0,9	0,3-1,3	32
	E	7,7	33,6	21,9	4,7	3,8	2,3	1,6	1,23	22,0
	Δ	-2,3	1,6	0,9	-0,3	-0,4	0,1	0,7	0	-10
	%	123	105	104	105	92	95	173	100	131
	m	4,4	23,9	14,6	2,3	3,5	1,2	0,7	0,90	22,0
	M	9,3	33,6	22,7	4,8	4,1	2,3	1,6	1,80	39,0
	X	7,5	29,9	19,3	4,2	3,8	1,6	1,2	1,28	31,1
	%Δx	130	105	128	100	96	99	125	46	107

*D: Declarado en la etiqueta, E: encontrado en el análisis, Δ: diferencia entre encontrado y declarado; %: porcentaje de cumplimiento, X: Valor promedio %Δ_x: porcentaje de cumplimiento promedio; **M: Valor máximo. m: Valor mínimo; *** Valor mínimo y máximo; nr: No Reportado en la Etiqueta, nc: No Calculado. PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHO carbohidratos

Anexo 3. Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: gatos adultos

N°		H ₂ O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/Kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHO (%)
1	D*	12	31	9	3,5	3,75	1-1,5	0,8	1-1,5	36
	E	4,6	33,0	12,3	2,5	3,6	1,2	0,9	0,28	40,1
	Δ	-7,4	2,0	3,3	-1,0	-0,2	0	0,1	-0,73	4,1
	%	162	107	137	129	96	100	109	28	89
2	D	12	31	10	4,5	3,13	0,9-1,4	0,7	<i>nr</i>	34,2
	E	7,4	32,2	11,9	3,0	3,5	1,8	1,0	1,1	37,7
	Δ	-4,6	1,2	1,9	-1,5	0,3	0,44	0,3	<i>nc</i>	3,5
	%	138	104	119	134	110	131	140	<i>nc</i>	90
3	D	8	31	19	3,5	4,04	0,25-0,6	<i>nr</i>	<i>nr</i>	38,5
	E	6,8	30,1	20,1	3,1	4,0	0,9	0,7	1,1	34,2
	Δ	-1,2	-1,0	1,1	-0,4	-0,1	0,3	<i>nc</i>	<i>nc</i>	-4,3
	%	115	97	106	110	98	147	<i>nc</i>	<i>nc</i>	111
4	D	10	30	20	6	3,64	1,2-1,8	1	0,2-0,75	23,5
	E	7,6	28,7	20,9	4,7	3,8	1,5	1,0	1,25	29,4
	Δ	-2,4	-1,3	0,9	-1,3	0,2	0	0,0	0,5	5,9
	%	124	96	104	122	105	100	101	33	75
5	D	6,5	27	13	4	3,8	1-1,36	0,9	0,4-0,64	42,2
	E	6,9	41,1	13,7	4,0	3,6	1,2	0,8	1,3	27,1
	Δ	0,4	14,1	0,7	0,0	-0,3	0	-0,1	0,66	-15,1
	%	94	152	105	100	93	100	93	0	136
	m	4,6	28,7	11,9	2,5	3,5	0,9	0,7	0,28	27,1
	M	7,6	41,1	20,9	4,7	4,0	1,8	1,0	1,30	40,1
	X	6,7	33,0	15,8	3,5	3,7	1,3	0,9	1,01	33,7
	%Δx	127	111	114	119	100	116	111	20	100

*D: Declarado en la etiqueta, E: encontrado en el análisis, Δ: diferencia entre encontrado y declarado; %: porcentaje de cumplimiento, X: Valor promedio %Δ_x: porcentaje de cumplimiento promedio; **M: Valor máximo. m: Valor mínimo; *** Valor mínimo y máximo; *nr*: No Reportado en la Etiqueta, *nc*: No Calculado. PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHO carbohidratos

Anexo 4. Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: gatos cachorros

N°		H ₂ O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/Kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHO (%)
1	D*	12	36	11	3	3,06	1,1- 1,6	1	1-1,2	30
	E	4,5	36,0	13,5	2,4	3,6	1,9	1,4	1,30	34,9
	Δ	-7,5	0,0	2,5	-0,6	0,6	0,3	0,4	0,1	4,9
	%	163	100	123	119	119	83	141	92	84
2	D	8	33	19	3,5	4,18	<i>nr</i>	<i>nr</i>	1,32- 1,92	36,5
	E	5,6	37,1	26,2	3,4	4,3	1,2	0,9	1,30	21,0
	Δ	-2,4	4,1	7,2	-0,1	0,1	<i>nc</i>	<i>nc</i>	-0,02	-15,5
	%	130	113	138	102	102	<i>nc</i>	<i>nc</i>	98	142
3	D	7	34	18	2,3	4,11	0,34- 1,47	0,75	1,15-1,3	31
	E	5,8	38,9	16,7	2,7	3,8	1,2	0,8	1,30	28,3
	Δ	-1,2	4,9	-1,3	0,4	-0,3	0	0,1	0	-2,7
	%	117	114	93	82	92	100	108	100	109
4	D	12	36	10	4,5	3,13	1	0,85	<i>nr</i>	29
	E	8,7	29,7	13,1	2,3	3,5	1,7	0,8	0,93	38,9
	Δ	-3,4	-6,28	3,1	-2,2	0,4	0,68	-0,1	<i>nc</i>	9,9
	%	128	83	131	149	112	168	94	<i>nc</i>	66
5	D	12	25	15	3	4,15	1,2- 1,5	1	0,01- 0,015	45
	E	7,0	17,6	25,1	3,1	4,1	1,6	1,1	1,38	39,5
	Δ	-5,0	-7,4	10,1	0,1	0,0	0,1	0,1	1,36	-5,5
	%	141	70	167	96	100	91	109	0	112
	m	4,5	17,6	13,1	2,3	3,5	1,2	0,8	0,93	21,0
	M	8,7	38,9	26,2	3,4	4,3	1,9	1,4	1,38	39,5
	X	6,3	31,9	18,9	2,8	3,9	1,5	1,0	1,24	32,5
	%Δx	136	96	130	110	105	111	113	73	103

*D: Declarado en la etiqueta, E: encontrado en el análisis, Δ: diferencia entre encontrado y declarado; %: porcentaje de cumplimiento, X: Valor promedio %Δ_x: porcentaje de cumplimiento promedio; **M: Valor máximo. m: Valor mínimo; *** Valor mínimo y máximo; *nr*: No Reportado en la Etiqueta, *nc*: No Calculado. PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHO carbohidratos

Anexo 5. Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: hámsters

Nº		H ₂ O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/Kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHO (%)
1	D*	10	17	4	20	2,23	0,6-1,8	0,5	0,17	37
	E	5,9	21,0	9,2	14,7	3,0	1,5	0,8	0,53	41,0
	Δ	-4,1	4,0	5,2	-5,3	0,7	0	0,3	0,36	4,0
	%	141	124	229	126	132	100	154	309	89
2	D	12	15	3	14	2,48	0,7-1,1	0,4	0,6-0,9	48,5
	E	4,4	12,7	7,8	15,1	3,0	1,0	0,5	0,70	53,5
	Δ	-7,6	-2,4	4,8	1,1	0,5	0	0,1	0	5,0
	%	163	84	258	93	120	100	125	100	90
3	D	12	12	5,5	8	3,08	0,2-0,4	0,3	<i>nr</i>	62,5
	E	11,5	14,5	8,3	7,7	3,1	0,4	0,4	0,20	54,1
	Δ	-0,5	2,5	2,8	-0,3	0,0	0,0	0,1	<i>nc</i>	-8,4
	%	104	121	150	103	101	100	133	<i>nc</i>	113
	m	4,4	12,7	7,8	7,7	3,0	0,4	0,4	0,20	41,0
	M	11,5	21,0	9,2	15,1	3,1	1,5	0,8	0,70	54,1
	X	7,3	16,1	8,4	12,5	3,0	1,0	0,6	0,48	49,5
	%Δx	136	110	212	107	118	104	137	204	97

*D: Declarado en la etiqueta, E: encontrado en el análisis, Δ: diferencia entre encontrado y declarado; %: porcentaje de cumplimiento, X: Valor promedio %Δ_x: porcentaje de cumplimiento promedio; **M: Valor máximo. m: Valor mínimo; *** Valor mínimo y máximo; *nr*: No Reportado en la Etiqueta, *nc*: No Calculado. PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHO carbohidratos

Anexo 6. Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: conejos

N°	H ₂ O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/Kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHO (%)	
1	D*	12	12	2,5	23	2,4	0,3-0,8	0,3	0,25-0,75	50,5
	E	10,6	16,5	5,4	19,8	2,5	0,7	0,3	0,58	41,1
	Δ	-1,5	4,5	2,9	-3,2	0,1	0	0,0	0	-9,4
	%	112	138	216	114	103	100	107	100	119
2	D	13	15	2	17	2,55	0,5-1	0,4	<i>nr</i>	53
	E	11,9	15,8	6,1	15,1	2,6	0,7	0,5	0,55	44,2
	Δ	-1,1	0,8	4,1	-1,9	0,1	0	0,1	<i>nc</i>	-8,8
	%	108	105	305	111	103	100	118	<i>nc</i>	117
m	10,6	15,8	5,4	15,1	2,5	0,7	0,3	0,55	41,1	
M	11,9	16,5	6,1	19,8	2,6	0,7	0,5	0,58	44,2	
X	11,2	16,1	5,8	17,4	2,6	0,7	0,4	0,56	42,7	
%Δx	110	122	261	113	103	100	113	100	118	

*D: Declarado en la etiqueta, E: encontrado en el análisis, Δ: diferencia entre encontrado y declarado; %: porcentaje de cumplimiento, X: Valor promedio %Δ_x: porcentaje de cumplimiento promedio; **M: Valor máximo. m: Valor mínimo; *** Valor mínimo y máximo; *nr*: No Reportado en la Etiqueta, *nc*: No Calculado. PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHO carbohidratos

Anexo 7. Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: peces ornamentales

Nº		H ₂ O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/Kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHO (%)
1	D*	6,26	51,9	7,46	3,35	3,19	<i>nr</i>	<i>nr</i>	<i>nr</i>	21
	E	7,8	44,6	7,3	2,7	3,1	2,5	1,2	1,03	27,1
	Δ	1,5	-7,3	-0,2	-0,6	-0,1	<i>nc</i>	<i>nc</i>	<i>nc</i>	6,1
	%	76	86	97	119	98	<i>nc</i>	<i>nc</i>	<i>nc</i>	71
2	D	10	40	6	2	2,86	<i>nr</i>	1,2	<i>nr</i>	27
	E	7,9	33,1	9,9	1,7	3,3	1,9	1,7	1,93	34,4
	Δ	-2,1	-6,9	3,9	-0,3	0,5	<i>nc</i>	0,5	<i>nc</i>	7,4
	%	121	82,8	164	116	116	<i>nc</i>	143	<i>nc</i>	72
3	D	10	32	4	3	2,83	<i>nr</i>	0,7	<i>nr</i>	39
	E	7,6	43,8	6,6	2,3	3,2	1,4	1,3	0,75	32,2
	Δ	-2,4	11,8	2,6	-0,7	0,4	<i>nc</i>	0,6	<i>nc</i>	-6,8
	%	124	137	166	125	114	<i>nc</i>	189	<i>nc</i>	117
4	D	8	43	5	1,5	3,42	<i>nr</i>	1	<i>nr</i>	42,5
	E	11,9	42,7	8,2	1,0	3,2	1,5	1,1	1,40	28,1
	Δ	3,9	-0,3	3,2	-0,5	-0,3	<i>nc</i>	0,1	<i>nc</i>	-14,5
	%	51	99	163	135	93	<i>nc</i>	110	<i>nc</i>	134
5	D	6,5	42	8	2	3,24	<i>nr</i>	2,5	<i>nr</i>	31
	E	7,3	42,5	13,9	1,8	3,6	1,8	1,0	1,48	25,3
	Δ	0,8	0,5	5,9	-0,2	0,3	<i>nc</i>	-1,5	<i>nc</i>	-5,8
	%	87	101	173	108	110	<i>nc</i>	40	<i>nc</i>	119
	m	7,3	33,1	6,6	1,0	3,1	1,4	1,9	0,75	25,3
	M	11,9	44,6	13,9	2,7	3,6	2,5	1,7	1,93	34,4
	X	8,5	41,3	9,2	1,9	3,3	1,8	1,3	1,32	29,4
	%Δx	92	101	153	121	106	<i>nc</i>	121	<i>nc</i>	103

*D: Declarado en la etiqueta, E: encontrado en el análisis, Δ: diferencia entre encontrado y declarado; %: porcentaje de cumplimiento, X: Valor promedio %Δ_x: porcentaje de cumplimiento promedio; **M: Valor máximo. m: Valor mínimo; *** Valor mínimo y máximo; *nr*: No Reportado en la Etiqueta, *nc*: No Calculado. PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHO carbohidratos

Anexo 8. Análisis proximal y garantía de alimentos balanceados importados para mascotas: tortugas

Nº		H ₂ O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/Kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHO (%)
1	D*	12	14	4	10	2,93	<i>nr</i>	<i>nr</i>	<i>nr</i>	60
	E	8	16	6,5	7	3	1	1	0,38	58
	Δ	-4	2	3	-3	0	<i>nc</i>	<i>nc</i>	<i>nc</i>	-2
	%	131	112	163	135	107	<i>nc</i>	<i>nc</i>	<i>nc</i>	104
2	D	9	39	10	2	3,62	<i>nr</i>	<i>nr</i>	<i>nr</i>	40
	E	4,8	46,1	14,5	1,4	3,8	1,1	0,8	0,90	27,7
	Δ	-4,2	7,1	4,5	-0,6	0,2	<i>nc</i>	<i>nc</i>	<i>nc</i>	-12,3
	%	147	118	145	129	106	<i>nc</i>	<i>nc</i>	<i>nc</i>	131
3	D	9	45	8	2	3,52	3	1	<i>nr</i>	36
	E	8,2	47,9	9,2	1,5	3,2	2,8	1,5	1,03	20,9
	Δ	-0,8	2,9	1,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,5	<i>nc</i>	-15,1
	%	109	106	115	127	91	92	145	<i>nc</i>	142
4	D	9,77	46,34	9,09	7,05	2,63	4,5	<i>nr</i>	<i>nr</i>	21,1
	E	10,8	18,9	8,4	6,9	2,1	6,1	1,0	1,48	31,2
	Δ	1,0	-27,5	-0,7	-0,2	-0,6	<i>nc</i>	<i>nc</i>	<i>nc</i>	10,1
	%	90	41	93	102	78	<i>nc</i>	<i>nc</i>	<i>nc</i>	52
	m	4,8	16	6,5	1,4	2,1	1	1	0,38	20,9
	M	10,8	47,9	14,5	6,9	3,8	6,1	1,5	1,48	57,8
	X	8,0	32,1	10,1	4,1	3,1	2,7	1,0	0,94	36,5
	%Δx	119	94	129	123	96	92	145	<i>nc</i>	107

*D: Declarado en la etiqueta, E: encontrado en el análisis, Δ: diferencia entre encontrado y declarado; %: porcentaje de cumplimiento, X: Valor promedio %Δ_x: porcentaje de cumplimiento promedio; **M: Valor máximo. m: Valor mínimo; *** Valor mínimo y máximo; *nr*: No Reportado en la Etiqueta, *nc*: No Calculado. PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHO carbohidratos

Anexo 9. Contenido y requerimiento mineral de los alimentos para mascotas importados: perros

Elemento	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	S (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	I (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Alimentos perro adulto											
1	1,10	0,80	0,12	0,48	0,77	0,27	9,12	226,18	541,60	22,18	163,38
2	0,83	0,58	0,10	0,38	0,51	0,30	10,27	239,70	720,80	26,91	141,25
3	1,37	1,33	0,15	0,36	0,63	0,21	13,06	223,09	1027,50	24,57	243,51
4	1,03	0,79	0,16	0,43	0,79	0,28	11,92	274,47	570,30	64,12	238,62
5	0,77	0,68	0,11	0,31	0,65	0,22	12,42	140,10	663,70	23,41	218,53
m	0,77	0,58	0,10	0,31	0,51	0,21	9,12	140,10	541,60	22,18	141,25
M	1,37	1,33	0,16	0,48	0,79	0,30	13,06	274,47	1027,50	64,12	243,51
X	1,02	0,84	0,13	0,39	0,67	0,25	11,36	220,71	704,78	32,24	201,06
Req	0,2	0,3	0,018	0,03	0,4	-	6	30	0,7	4,8	60
Alimentos perro cachorro											
1	1,44	1,07	0,12	0,41	0,69	0,20	15,93	311,16	744,70	48,90	238,11
2	1,16	0,70	0,13	0,36	0,50	0,23	94,73	445,68	531,00	48,99	1471,72
3	1,18	1,09	nd	0,72	0,79	0,22	18,66	376,33	1109,60	27,85	164,50
4	2,01	1,31	0,16	0,57	0,57	0,19	9,82	511,00	1714,30	63,61	265,91
5	2,31	1,56	0,17	0,49	0,86	0,22	11,47	246,29	611,40	27,31	240,05
m	1,16	0,70	0,00	0,36	0,50	0,19	9,82	246,29	531,00	27,31	164,50
M	2,31	1,56	0,17	0,72	0,86	0,23	94,73	511,00	1714,30	63,61	1471,72
X	1,62	1,15	0,12	0,51	0,68	0,21	30,12	378,09	942,20	43,33	476,06
Req	0,8	1	0,018	0,22	0,44	-	11	72	0,21	5,6	40

m: mínimo ; M: máximo ; X: promedio Req: Requerimiento mínimo (NRC, 2006)

Anexo 10. Contenido y requerimiento mineral de los alimentos para mascotas importados: gatos

Elemento	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	S (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	I (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Alimentos para gato adulto											
1	1,20	0,87	0,17	0,77	0,80	0,11	14,49	211,20	412,10	57,00	182,39
2	1,84	0,98	0,16	0,44	0,60	0,13	10,80	167,45	268,80	15,80	100,65
3	0,88	0,69	0,09	0,44	0,69	0,14	8,79	172,71	170,30	21,18	238,88
4	1,50	1,01	0,16	0,50	0,88	0,16	8,54	466,63	301,30	66,07	238,88
5	1,16	0,84	0,12	0,52	0,43	0,10	10,78	326,37	388,70	80,36	162,36
m	0,88	0,69	0,09	0,44	0,43	0,10	8,54	167,45	170,30	15,80	100,65
M	1,84	1,01	0,17	0,77	0,88	0,16	14,49	466,63	412,10	80,36	238,88
X	1,32	0,88	0,14	0,53	0,68	0,13	10,68	268,87	308,24	48,08	184,63
Req	0,16	0,14	0,02	0,065	0,52	-	5	80	1,3	4,8	74
Alimentos para gato cachorro											
1	1,87	1,41	0,17	0,52	0,72	0,12	14,02	254,05	388,40	54,48	176,21
2	1,21	0,85	0,12	0,52	0,57	0,08	15,56	205,07	256,80	33,46	373,54
3	1,17	0,81	0,11	0,52	0,69	0,08	8,06	227,56	257,60	53,41	163,07
4	1,68	0,85	0,17	0,37	0,57	0,13	12,76	194,31	63,50	15,54	112,49
5	1,64	1,09	0,13	0,55	0,34	0,07	18,61	3165,55	506,90	64,60	222,13
m	1,17	0,81	0,11	0,37	0,34	0,07	8,06	194,31	63,50	15,54	112,49
M	1,87	1,41	0,17	0,55	0,72	0,13	18,61	3165,55	506,90	64,60	373,54
X	1,51	1,00	0,14	0,50	0,58	0,10	13,80	809,31	294,64	44,30	209,49
Req	0,52	0,48	0,016	0,124	0,268	-	4,5	70	0,12	4,8	50

m: mínimo ; M: máximo ; X: promedio Req: Requerimiento mínimo (NRC, 2006)

Anexo 11. Contenido y requerimiento mineral de los alimentos para mascotas importados: hámsters y conejos

Elemento	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	S (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	I (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Alimentos para hámster											
1	1,52	0,77	0,36	0,21	1,15	0,10	13,68	1335,21	548,00	163,67	255,44
2	0,99	0,50	0,23	0,28	1,13	0,04	15,42	286,42	692,60	106,23	99,55
3	0,43	0,40	0,18	0,08	0,62	0,07	5,43	112,23	569,40	40,83	43,22
m	0,43	0,40	0,18	0,08	0,62	0,04	5,43	112,23	548,00	40,83	43,22
M	1,52	0,77	0,36	0,28	1,15	0,10	15,42	1335,21	692,60	163,67	255,44
X	0,98	0,56	0,26	0,19	0,97	0,07	11,51	577,95	603,33	103,58	132,74
Req	0,47	0,2	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-
Alimentos para conejo											
1	0,67	0,32	0,25	0,23	0,77	0,07	198,76	425,77	585,70	66,97	58,64
2	0,69	0,47	0,28	0,22	0,79	0,05	222,05	331,48	557,80	82,02	63,57
m	0,67	0,32	0,25	0,22	0,77	0,05	198,76	331,48	557,80	66,97	58,64
M	0,69	0,47	0,28	0,23	0,79	0,07	222,05	425,77	585,70	82,02	63,57
X	0,68	0,40	0,27	0,23	0,78	0,06	210,41	378,63	571,75	74,50	61,11
Req	0,4	0,22	0,04	0,2	0,6	-	3	-	0,2	2,5	3

m: mínimo ; M: máximo ; X: promedio ; Req: Requerimiento mínimo (NRC, 1977, 1995)

Anexo 12. Contenido y requerimiento mineral de los alimentos para mascotas importados: peces ornamentales y tortugas

Elemento	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	S (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	I (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Alimento para peces ornamentales											
1	2,47	1,20	0,21	0,41	0,76	0,05	7,13	2602,83	427,80	39,97	18,32
2	1,91	1,79	0,23	0,77	0,63	0,08	5,70	234,47	722,10	57,73	78,98
3	1,40	1,32	0,27	0,30	0,64	0,06	11,28	251,16	625,90	68,36	95,31
4	1,46	1,10	0,17	0,56	0,83	0,06	1,40	207,31	377,20	44,77	37,88
5	1,76	1,01	0,21	0,59	0,47	0,06	0,87	390,00	426,30	34,68	14,86
m	1,40	1,01	0,17	0,30	0,47	0,05	0,87	207,31	377,20	34,68	14,86
M	2,47	1,79	0,27	0,77	0,83	0,08	11,28	2602,83	722,10	68,36	95,31
X	1,80	1,28	0,22	0,53	0,67	0,06	5,28	737,15	515,86	49,10	49,07
Req	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimento para tortuga											
1	0,89	0,74	0,18	0,15	0,40	0,08	37,95	381,36	422,40	86,79	95,98
2	1,10	0,83	0,17	0,36	0,34	0,06	95,91	136,30	559,50	74,76	125,81
3	2,75	1,45	0,15	0,41	0,35	0,05	2,84	404,70	466,00	169,48	87,17
4	6,06	1,01	0,35	0,59	0,59	nd	35,94	719,31	592,10	41,50	nd
m	0,89	0,74	0,15	0,15	0,34	0,00	2,84	136,30	422,40	41,50	87,17
M	6,06	1,45	0,35	0,59	0,59	0,08	95,91	719,31	592,10	169,48	125,81
X	2,70	1,01	0,21	0,38	0,42	0,05	43,16	410,42	510,00	93,13	102,99
Req	5,7	3	0,97	-	-	-	4	266	-	-	35

m: mínimo ; M: máximo ; X: promedio ; Req: Requerimiento nutricional mínimo (Corcoran & Roberts-Sweeney, 2014; Rawski et al., 2018)