



## Incumplimiento en el contenido nutricional de alimentos importados para mascotas en Costa Rica<sup>1</sup>

### Non-compliance nutritional content of imported pet food in Costa Rica

*André Cedeño-López<sup>2</sup>, Rodolfo WingChing-Jones<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Recepción: 28 de septiembre, 2022. Aceptación: 13 de diciembre, 2022. Este trabajo formó parte del proyecto de graduación del primer autor para obtener la Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, financiada por la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

<sup>2</sup> Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia, Centro de Investigación en Nutrición Animal, San José, Costa Rica. [andre.cedeno@ucr.ac.cr](mailto:andre.cedeno@ucr.ac.cr) (<https://orcid.org/0000-0003-3436-5940>), [rodolfo.wingching@ucr.ac.cr](mailto:rodolfo.wingching@ucr.ac.cr) (autor para correspondencia, <https://orcid.org/0000-0002-8009-2210>).

### Resumen

**Introducción.** La normativa que regula los alimentos balanceados asegura el bienestar de las mascotas, la salud pública y la seguridad al consumidor, por lo que es valioso corroborar el contenido de los nutrimentos declarados en las etiquetas. **Objetivo.** Determinar el cumplimiento del análisis de garantía de 34 alimentos importados para perros, gatos, hámsters, conejos, peces ornamentales y tortugas, y comparar los resultados con las recomendaciones nutricionales encontradas en la literatura. **Materiales y métodos.** Durante los meses de agosto y diciembre del año 2018, se obtuvieron muestras de alimento de perros (10), gatos (10), peces ornamentales (5), tortugas (4), hámster (3) y conejos (2); mediante compra directa en diferentes puntos de venta en San José, Costa Rica. Se analizó el contenido de humedad, proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), calcio, fósforo, sal y carbohidratos. Se calculó el contenido promedio, la desviación estándar, el valor máximo y mínimo de cada nutrimento en cada grupo de alimento, según la especie animal. Los valores individuales y promedios obtenidos se compararon con los valores declarados en la etiqueta y las recomendaciones nutricionales encontradas en la literatura. **Resultados.** Los nutrimentos que presentaron incumplimientos fueron: sal (27), calcio (16) y energía (14). Además, se encontró que alimentos no declaraban el contenido de sal (14), calcio (9) y fósforo (7). Con respecto a los requerimientos mínimos nutricionales, veintidós alimentos presentaron deficiencias o excesos en al menos un nutrimento [carbohidratos (11) y extracto etéreo (7)]. **Conclusiones.** Los alimentos balanceados importados para perros, gatos, conejos, hámster, tortugas y peces ornamentales presentaron incumplimientos en los contenidos de PC, EE, FC, EM, Ca, P y sal garantizados en la etiqueta. La composición nutricional de los alimentos evaluados limita el cumplimiento de requerimientos nutricionales de los animales, excepto para conejos que sí se cumple con los requerimientos.

**Palabras clave:** animales de compañía, nutrición animal, proteína cruda, garantía de calidad, perros.

### Abstract

**Introduction.** The regulations that govern balanced pet food ensure the welfare of pets, public health, and consumer safety, making it valuable to verify the nutritional content declared on labels. **Objective.** To determine the



compliance of the guaranteed analysis of 34 imported foods for dogs, cats, hamsters, rabbits, ornamental fish, and turtles and compare the results with the nutritional recommendations found in the literature. **Materials and methods.** During the months of August and December of 2018, food samples of dog (10), cat (10), ornamental fish (5), turtles (4), hamster (3), and rabbits (2) food were obtained by direct purchase at different points of sale in San José, Costa Rica. The content of moisture, crude protein (CP), ether extract (EE), crude fiber (CF), calcium, phosphorus, salt, and carbohydrates were analyzed. The average content, standard deviation, maximum and minimum value of each nutrient in each group of food were calculated according to the animal species. The individual and average values obtained were compared with the values declared on the label and the nutritional recommendations found in the literature. **Results.** The nutrients that presented non-compliances were: salt (27), calcium (16), and energy (14). Additionally, it was found that some foods did not declare the content of salt (14), calcium (9), and phosphorus (7). With respect to the minimum nutritional requirements, twenty-two samples presented deficiencies or excesses in at least one nutrient [carbohydrates (11) and ether extract (7)]. **Conclusions.** Imported balanced foods for dogs, cats, rabbits, hamsters, turtles, and ornamental fish presented non-compliances in the guaranteed content of CP, EE, CF, ME, Ca, P, and salt declared on the label. The nutritional composition of the evaluated foods limits compliance with the nutritional requirements of the animals, except for rabbits that do comply with the requirements.

**Keywords:** pet animals, animal nutrition, crude protein, quality assurance, dogs.

## Introducción

La tenencia responsable de la mascota es importante para promover la calidad de vida de las personas y los animales. Las mascotas brindan lealtad y compañía, lo que ayuda a reducir el estrés en los seres humanos (Gómez et al., 2007). En Costa Rica, la Ley 7451 de Bienestar de los Animales, estipula que los dueños de mascotas deben ofrecer las siguientes condiciones vitales básicas: 1) satisfacción de hambre y sed, 2) poder expresar su comportamiento natural, 3) ausencia de malestar físico y dolor, 4) prevención y tratamiento de enfermedades, entre otros (Asamblea Legislativa, 1994).

La nutrición es un factor clave para la tenencia responsable de los animales de compañía, cada especie tiene diferentes requerimientos de nutrimentos, determinados mediante trabajos de investigación. Estos requerimientos nutricionales se definen como la cantidad necesaria de un nutrimento que debe consumir un animal para mantener sus funciones fisiológicas normales (National Research Council [NRC], 2006).

Los requerimientos nutricionales son valores generales de referencia, consensuados, recopilados y publicados por instituciones, libros, artículos científicos, entre otros (European Pet Food Industry, 2021; NRC, 2006). Por tanto, la variación entre los requerimientos se debe a las diferentes metodologías utilizadas para determinarlos, por ejemplo para la proteína cruda (PC), la Asociación Estadounidense de Oficiales de Control de Alimentos (AAFCO, por sus siglas en inglés) y la Industria Europea de Alimento para Mascotas (FEDIAF) asumen 80 % de digestibilidad (European Pet Food Industry, 2021), por lo que el requerimiento es mayor que el sugerido por NRC como valor mínimo, de ahí la importancia de entender y tomar en cuenta como surgen las recomendaciones de valores nutricionales, para poder realizar una comparación correcta entre el contenido de nutrimentos de los alimentos y las necesidades nutricionales de los animales.

Los requerimientos de macro y micro nutrimentos, son esenciales para la formulación de alimentos balanceados, ya que permiten producir un alimento inocuo y que suple las necesidades de los animales. El consumo prolongado de alimentos no balanceados como fuente primaria de alimentación, producen deficiencias o excesos que generan enfermedades alimenticias a las mascotas (Laflamme et al., 2008).

El desbalance entre el contenido de nutrimentos de la dieta, ocasiona alteraciones en el metabolismo y fisiología de las mascotas. En perros (*Canis familiaris*) el exceso de fibra aumenta el volumen de las deposiciones del animal, ocasiona problemas de constipación, por un aumento en el tiempo de tránsito intestinal, disminuye la digestibilidad de la proteína cruda, los lípidos e incluso de macro y micro minerales, lo cual puede afectar la tasa de crecimiento, el estado del pelaje y en general, la salud del animal (Carciofi et al., 2006; NRC, 2006).

Una deficiencia de fibra en la dieta puede generar un impacto negativo, debido a que la fibra sirve como prebiótico para los microorganismos del intestino grueso, lo que permite el aporte de los ácidos grasos de cadena corta que promueven la salud intestinal (NRC, 2006). El exceso de carbohidratos (CHOs) simples ocasiona cuadros de diarrea, flatulencias, hinchazón, trastornos digestivos y diabetes en perros y gatos, por su capacidad limitada para digerirlos (Buff et al., 2014). La obesidad es una consecuencia asociada al exceso de CHOs simples en la dieta, debido a una ingesta mayor de calorías, que mantiene niveles altos de glicemia en sangre, que aumentan el riesgo de desarrollar tejidos resistentes a insulina (González Domínguez & Bernal, 2011; Macri et al., 2017; Suarez et al., 2012).

En perros cachorros verificar el contenido de fósforo (P) y calcio (Ca) en la dieta es importante por su participación en el sistema esquelético (formación de hidroxapatita) (Case et al., 1997). El P es constituyente de fosfolípidos y adenosín trifosfato (ATP), importante para las células y su metabolismo, mientras que el Ca participa en las contracciones musculares (Case et al., 1997). La deficiencia de P en la dieta podría causar alteraciones esqueléticas como raquitismo y osteomalacia (Hand et al., 2000; Laflamme, 2012; Laflamme & Gunn-Moore, 2014).

En tortugas los requerimientos de Ca y P, son de especial importancia por la frecuencia de la enfermedad ósea metabólica, ya que al tener una proporción esquelética mayor (caparazón), tienen necesidades especiales en cuanto a los minerales y vitaminas relacionados a este tipo de tejido (Donoghue & McKeown, 1999; Rawski et al., 2018).

El sodio (Na) y el cloro (Cl) presentes en la sal, son minerales que participan en el funcionamiento del sistema nervioso, intervienen en la producción y transmisión de los impulsos nerviosos (Case et al., 1997). La deficiencia de sal en la dieta puede ocasionar nerviosismo, menor consumo de agua, debilidad y aumento del ritmo cardiaco en gatos (Hand et al., 2000).

Los gatos son animales carnívoros, que tienen requerimientos especiales en el contenido de proteína de los alimentos (Di Cerbo et al., 2017), una deficiencia de este nutrimento podría causar un crecimiento deficiente en animales en desarrollo, ya que limita el aporte de aminoácidos para la síntesis de tejidos (Lynn Sanderson, 2016). Además, el nivel de proteína es crítico, porque disminuye el aporte de energía de la dieta, debido a que sintetizan glucosa a partir de los esqueletos de carbono de los aminoácidos (Hand et al., 2000; Lynn Sanderson, 2016).

Una alta cantidad de carbohidratos en el alimento para gato puede propiciar la aparición del síndrome urológico felino, debido a que eleva el pH en la orina, lo que aumenta la precipitación de estruvita (NRC, 2006).

En especies como el hámster, un aporte bajo de aminoácidos y Ca podría comprometer la condición corporal y el esqueleto del animal, mientras que el exceso de CHOs en la dieta favorece la presencia de diarreas (NRC, 1995).

Es importante conocer con exactitud el contenido de nutrientes de los alimentos para mascotas, para ayudar a prevenir la aparición de condiciones que perjudiquen su salud, como la obesidad o sobrepeso. La variación en la composición nutricional de los alimentos para animales de compañía es una valoración que debe realizar la persona propietaria/ responsable de la alimentación de los animales, aunado a las recomendaciones alimenticias generadas bajo el supuesto de un animal promedio dentro de las especies de interés zootécnico con un propósito de animal de compañía al ser humano (Torres-Vargas & WingChing-Jones 2021).

En perros y gatos, la obesidad es el reflejo de una nutrición inadecuada (González Domínguez & Bernal, 2011), es un factor de riesgo para la salud de las mascotas, ya que está asociada a la aparición de otras condiciones y enfermedades como: diabetes mellitus, problemas cardiovasculares y respiratorios, neoplasia, aumento del estrés oxidativo, hiperlipidemia, entre otras (Laflamme, 2012; Laflamme & Gunn-Moore, 2014; Macri et al., 2017).

En los caninos, una ingesta que supere el 1 % de lo requerido durante las etapas de vida podría generarles entre 25 % y 30 % de aumento en el peso (Brown, 1989). En peces, el exceso de energía en relación a la proteína, genera una deposición de grasa en el hígado y reduce el crecimiento (Yousefian et al., 2012); además, tiene un efecto en la calidad del agua, por separación o solubilización de los ingredientes utilizados en la formulación del alimento (Saanu et al., 2017).

En gatos, el exceso de grasa en la dieta se relaciona con el desarrollo de obesidad (Backus et al., 2007). La verificación del contenido nutricional de los alimentos también es importante para los consumidores, para las personas profesionales en Zootecnia y profesionales interesados en la nutrición y la salud animal, ya que una adecuada nutrición alarga la esperanza y calidad de vida de los animales (Baldwin et al., 2010) e influye en la condición física, rendimiento, reproducción, crecimiento y salud en general de las mascotas (Quirós Jiménez, 2011).

Las leyes y reglamentos para regular los alimentos para mascotas aseguran el bienestar de estas, la salud pública y brindan respaldo a los consumidores. Para esto, las etiquetas de los alimentos deben declarar la lista de ingredientes, tipo de alimento, el análisis garantizado del contenido de nutrientes y otros aspectos para brindar confianza y certeza al consumidor (Dzanis, 2008).

En Estados Unidos de Norteamérica (EEUU), la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) es la entidad encargada de crear las leyes para los alimentos de animales y vigilar su cumplimiento, apoyada por la AAFCO, que brinda sus aportes para los aspectos técnicos (Dzanis, 2008; Fox & Kenagy, 2015).

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 (Zicker, 2008). En Costa Rica, el correcto etiquetado de los alimentos para animales está dado por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 65.05.52:11). El análisis garantizado debe incluir el contenido de humedad (% máximo), proteína (% mínimo), grasa o extracto etéreo (% mínimo), fibra (% máximo), energía (contenido mínimo calculado), sal (% mínimo y máximo), calcio (% mínimo y máximo) y fósforo (% mínimo) (Ministerio de Economía [MINECO] et al., 2011).

La cantidad de incumplimientos en el análisis garantizado descrito en la etiqueta varía según el criterio de evaluación aplicado, por ejemplo, en lugar de usar una fórmula de variación permitida, se establece un porcentaje de tolerancia sobre el valor declarado en la etiqueta para determinar si el alimento cumple o no lo garantizado (Carciofi et al., 2006). La variación del alimento respecto a lo declarado en la etiqueta se puede producir por diversos factores como: fallas en la formulación, el mezclado, extrusado o incluso durante el almacenamiento del producto terminado (Buchanan et al., 2011; European Pet Food Industry, 2021).

A nivel internacional, en EEUU la industria relacionada a las mascotas (perros y gatos) presenta un crecimiento desde hace más de veinte años (Penn, 2018). Para el año 2020 el ingreso anual de la industria de mascotas fue de alrededor de \$103,6 billones, de los cuales 41 % correspondía a la venta de alimentos (American Pet Products Association, n.d.).

Después de los perros y los gatos, los conejos son la tercera mascota más popular en EEUU, en otros países y regiones como Italia, Reino Unido y Canadá, también son populares (Ricci et al., 2010). Los peces ornamentales son una industria mundial que comercializa al año entre \$ 6 y \$ 15 billones, donde los principales importadores son EEUU, Reino Unido, Alemania, Francia, entre otros (Sicuro, 2018).

A nivel nacional, al mes de abril de 2021 se encontraban registrados cerca de 712 productos etiquetados como alimentos balanceados para mascotas (Dirección de Alimentos para Animales, 2021). Según una encuesta de la Escuela de Estadística de la Universidad de Costa Rica, el 66,5 % de los hogares costarricenses consultados contaban con una mascota (Escuela de Estadística, 2013).

A medida que crece la importancia y el número de mascotas en los hogares, también crece el mercado relacionado a los insumos para el cuidado y manejo. En cuanto a los alimentos, los dueños de mascotas cada vez se interesan más por cómo fue elaborado el alimento y cómo evaluar su calidad e inocuidad (Daumas et al., 2014).

Estudios en Chile vinculados a la verificación del contenido nutricional del alimento para perros, indicaron que solo el 30 % de las muestras evaluadas (veinte alimentos secos para perros) cumplían con lo declarado en la etiqueta, donde el nutrimento de mayor irregularidad fue la proteína cruda, fuente responsable del aporte de aminoácidos (Departamento de Calidad y Seguridad de Productos, 2014). De igual manera, se encontró en Brasil que el Ca, la grasa, la fibra cruda y la proteína, presentaron irregularidades en su análisis de garantía en alimentos para perros (treinta adultos y diecinueve cachorros) (Carciofi et al., 2006). Las diferencias encontradas en este tipo de estudios pueden estar asociadas al método de análisis utilizado y al criterio utilizado para realizar la evaluación de cumplimiento. Pero, funcionan como una señal de advertencia, para corroborar los resultados y/o generar oportunidades de mejora, que le den seguridad a los consumidores y no afecte el bienestar de los animales de interés zootécnico. Además, para que la información nutricional sea precisa, es necesario estimar la calidad y la biodisponibilidad de los nutrimentos aportados por la dieta (Carlisle, 2008; Cipollini, 2008).

Para promover la buena salud y el bienestar de las mascotas, es necesario brindar alimentación óptima. El tamaño del animal, el grado de actividad y el estado fisiológico, son los factores más importantes en las fórmulas, ya que, según sea la cantidad de tejido corporal, el peso corporal o la actividad física, va a variar el requerimiento de energía para mantener su metabolismo (NRC, 2006).

El objetivo de este estudio fue determinar el cumplimiento del análisis de garantía de 34 alimentos importados para perros, gatos, hámsters, conejos, peces ornamentales y tortugas, y comparar los resultados con las recomendaciones nutricionales encontradas en la literatura.

## **Materiales y métodos**

### **Características de las muestras**

Las muestras utilizadas en esta investigación se obtuvieron en diferentes puntos de venta ubicados en la provincia de San José, Costa Rica, entre los meses de agosto y diciembre del año 2018; para tal fin se siguió el procedimiento descrito por Cedeño-López y WingChing-Jones (2022) para la selección de los productos comerciales. Se examinó la base de datos de la Dirección de Alimentos para Animales (DAA-SENASA) con la meta de cuantificar la cantidad de alimentos registrados para animales de compañía y que cumplieran el criterio de ser importado (<https://sis.senasa.go.cr/daasire>).

Al contrastar la cantidad de registros activos y la disponibilidad comercial de los productos, se compraron diez muestras de alimento para perro, cinco de adultos y cinco de cachorros, diez muestras de alimento para gato, cinco de adultos y cinco de cachorros, dos muestras de alimento de mantenimiento para conejo, tres muestras de alimento de mantenimiento para hámster, cuatro muestras de alimento para tortuga y cinco muestras de alimento para peces ornamentales, para un total de 34 muestras experimentales.

### **Análisis químicos realizados**

El contenido total de los empaques adquiridos fue trasladado y analizado en el Centro de Investigación en Nutrición Animal de la Universidad de Costa Rica (CINA), donde se procedió según lo descrito por Cedeño-López y WingChing-Jones (2022), donde la muestra se secó a 60 °C por tres días y molida a un tamaño de 1 mm. Mediante los métodos de análisis químico estipulados por la Association of Official Analytical Chemist International (2005)

se determinaron los contenidos de humedad (materia seca [MS]), con el método 930.15, proteína cruda (PC) (2001.11), extracto etéreo (EE) (920.39), fibra cruda (FC) (962.09), calcio (968.08), fósforo (965.17) y sodio (958.35).

Los contenidos de CHOs se estimaron por diferencia, al sustraerle el contenido porcentual de PC, EE, humedad, cenizas y FC al contenido total de los nutrimentos (100 % del contenido del alimento = humedad % + PC % + EE % + cenizas % + FC % + CHO %). Al ser alimentos secos se utilizó los factores de Atwater modificados para estimar la energía metabolizable del alimento (EM), donde se estima un aporte de 8,5 kcal/100 g de EE y de 3,5 kcal/100 g para la proteína cruda y los CHOs (Hall et al., 2013).

## Análisis de la información

Los resultados del contenido de nutrimentos de las muestras se agruparon según la especie de interés zootécnico analizada, para tal fin se utilizaron medidas de distribución como el promedio, la desviación estándar, valor mínimo y valor máximo como análisis de estadística descriptiva (Llinás Solano & Rojas Álvarez, 2005).

El contenido de cada nutrimento de los alimentos, se comparó con el valor declarado en el análisis de garantía de la etiqueta respectiva, para obtener el porcentaje de cumplimiento, que se calculó mediante la fórmula:  $(DX/CDX) * 100$ . Donde: CDX = contenido declarado en el análisis de garantía, DX = la diferencia entre el contenido analizado y el declarado.

El porcentaje de variación permitida por la AAFCO (AAFCO, 2020) se calculó con las fórmulas descritas por esta entidad, al utilizar el valor del nutrimento declarado en la etiqueta (Cuadro 1), el cual considera como incumplimiento variaciones mayores al porcentaje calculado, tanto valores superiores como inferiores.

**Cuadro 1.** Fórmulas para calcular el porcentaje de variación permitida, para los valores declarados en las etiquetas de garantía de alimentos para mascotas. San José, Costa Rica, 2021.

**Table 1.** Formulas to calculate the variations percentage allowed, for the labeled values in the guaranteed analysis for pet foods. San José, Costa Rica, 2021.

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

x: valor declarado en la etiqueta de garantía. / x: value labeled in the guaranteed analysis. Fuente/ Source: AAFCO (2020).

Los resultados obtenidos se compararon con las recomendaciones nutricionales encontradas en la literatura, para cada tipo de alimento evaluado (Cuadro 2 y 3).

## Resultados

### Humedad

Los alimentos evaluados cumplieron en su mayoría con el valor declarado en la etiqueta para la variable humedad (Cuadro 4 y 5); solo 12 % de ellos excedieron el máximo, de forma específica un alimento para gato adulto, dos alimentos para peces ornamentales y un alimento para tortuga. Sin embargo, al aplicar las fórmulas

**Cuadro 2.** Requerimientos nutricionales mínimos para perros, gatos, hámsters, conejos, peces ornamentales y tortugas. San José, Costa Rica, 2021.

**Table 2.** Minimal nutritional requirements for dogs, cats, hamsters, rabbits, ornamental fishes, and turtles. San José, Costa Rica, 2021.

Especie	PC	EE	FC	%				CHOs	Referencia
				Ca	P	Sal			
Perro adulto	8	4	4,5*	0,20	0,30	0,12	43*	NRC (2006)	
	18	5	5*	0,60	0,50	0,09	-	AAFCO (2020)	
Perro cachorro	18	8,5	4,5*	1,20	1	0,29	-	NRC (2006)	
	22	8	5*	1	0,80	0,45	-	AAFCO (2020)	
Gato adulto	16	9	4,5*	0,16	0,14	0,10	24*	NRC (2006)	
	26	9	5*	0,60	0,50	0,30	-	AAFCO (2020)	
Gato cachorro	18	9	4,5*	0,52	0,48	0,12	-	NRC (2006)	
	30	9	5*	1	0,80	0,30	-	AAFCO (2020)	
Hámster	13,7	4	6	0,60	0,35	-	54*	NRC (1995)	
Conejo	12	2	14	0,40	0,22	0,50	-	Bose (2013); NRC (1977)	
Peces ornamentales	35 <sup>h</sup>	15	5*	-	0,30	-	40 <sup>h*</sup>	Corcoran & Roberts-Sweeney (2014)	
	40 <sup>c</sup>						20 <sup>c*</sup>		
Tortuga	25 <sup>h</sup>	5 <sup>h</sup>	8 <sup>h*</sup>	5,70	3	-	-	Rawski et al. (2018)	
	39 <sup>c</sup>	8,8 <sup>c</sup>	3,4 <sup>c*</sup>						

\* máximo, <sup>h</sup> especies herbívoras y omnívoras, <sup>c</sup> especies carnívoras. / \* maximum, <sup>h</sup> herbivore and omnivore species, <sup>c</sup> carnivore species.

**Cuadro 3.** Fórmulas utilizadas para el cálculo de los requerimientos calóricos de perros, gatos, hámsters, conejos, peces ornamentales y tortugas. San José, Costa Rica, 2021.

**Table 3.** Formulas used to calculate caloric requirements for dogs, cats, hamsters, rabbits, ornamental fishes, and turtles. San José, Costa Rica, 2021.

Especie	Fórmula	Referencia
Perro adulto	95 kcal EM * kg PV <sup>0,75</sup>	NRC (2006)
Perro cachorro	kcal EM = 130 * kg PV <sup>0,75</sup> * 3,2 * [e <sup>-0,87 X z</sup> - 0,1]	NRC (2006)
Gato adulto	130 kcal * kg PV <sup>0,4</sup>	NRC (2006)
Gato cachorro	kcal EM = 100 * kg PV <sup>0,67</sup> * 6,7 * [e <sup>-0,89 X z</sup> - 0,66]	NRC (2006)
Hámster	0,58 kcal * g PV	NRC (1995)
Conejo	66,7 kcal * kg PV	NRC (1977)
Tortuga	33 kcal * kg PV <sup>0,75</sup>	Donoghue (1998)
Peces ornamentales*	2,8 kcal ED * g PV	Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría (2011)

z: peso actual/peso esperado de adulto, \*: requerimiento para pez dorado, PV: peso vivo. / z: current weight/ expected adult weight, \*: requirement for goldfish, PV: liveweight.

**Cuadro 4.** Análisis proximal y cumplimiento de alimentos balanceados importados para perros y gatos. Centro de Investigación en Nutrición Animal, San José, Costa Rica, 2018.

**Table 4.** Proximal analysis and compliance of imported pet foods for dogs, and cats. Centro de Investigación en Nutrición Animal, San José, Costa Rica, 2018.

Especie		H <sub>2</sub> O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal/kg)	Ca*** (%)	P (%)	Sal*** (%)	CHOs (%)
Perro adulto (n=5)	m	8,17	23,32	12,68	2,77	3,55	0,77	0,58	0,78	32,02
	M	8,84	29,78	18,54	5,39	3,86	1,37	1,33	1,20	47,26
	X	8,38	26,55	16,51	3,51	3,70	1,02	0,84	0,98	38,97
	DE	3,43	11,09	7,04	1,75	2,11	0,47	0,43	0,43	16,66
	%Δx	125	102	111	115	116	90	115	70	98
Perro cachorro (n=5)	m	4,36	23,89	14,64	2,26	3,45	1,16	0,70	0,90	21,96
	M	9,28	33,55	22,70	4,77	4,10	2,31	1,56	1,80	39,01
	X	7,45	29,91	19,27	4,16	3,77	1,62	1,15	1,28	31,06
	DE	3,46	12,64	8,38	1,95	1,55	0,81	0,55	0,61	13,81
	%Δx	130	105	128	100	96	99	125	46	107
Gato adulto (n=5)	m	4,59	28,70	11,87	2,50	3,45	0,8	0,69	0,28	27,08
	M	7,59	41,12	20,89	4,70	3,96	1,84	1,01	1,30	40,13
	X	6,67	33,02	15,76	3,47	3,67	1,32	0,88	1,01	33,68
	DE	2,93	14,16	7,53	1,62	1,51	0,63	0,38	0,55	14,60
	%Δx	127	111	114	119	100	116	111	20	100
Gato cachorro (n=5)	m	4,50	17,60	13,07	2,31	3,51	1,17	0,80	0,93	21,00
	M	8,65	38,86	26,19	3,44	4,26	1,87	1,41	1,38	39,50
	X	6,33	31,86	18,90	2,80	3,86	1,51	0,99	1,24	32,51
	DE	2,94	15,15	9,56	1,22	1,60	0,68	0,47	0,53	15,00
	%Δx	136	96	130	110	105	111	113	73	103

X: valor promedio, DE: desviación estándar %Δ<sub>x</sub>: porcentaje de cumplimiento promedio; \*\*M: valor máximo, m: valor mínimo, \*\*\*: rango, H<sub>2</sub>O: humedad, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHOs: carbohidratos. / X: mean value, DE: standard deviation %Δ<sub>x</sub>: mean compliance percentage, \*\*M: maximum, m: minimum, \*\*\*: range, H<sub>2</sub>O: humidity, PC: crude protein, EE: fat, FC: crude fiber, EM: metabolizable energy, CHOs: carbohydrates.

de varianza analítica permitida, descrita en el Cuadro 1, el porcentaje de incumplimiento aumentó (Cuadro 6). El porcentaje de cumplimiento promedio mayor al 100 %, obtenido en seis de las ocho especies de animales de interés zootécnico, estuvo asociado a que los alimentos en su empaque sellado, presentaron menos humedad que la garantizada, para aumentar su vida útil.

## Proteína

Los contenidos de proteína en los alimentos balanceados evaluados presentaron variaciones según el animal de interés zootécnico analizado (Cuadro 4 y 5). Estos rangos porcentuales fluctuaron entre 0,75 % para conejos, 6,46 % para perros adultos, 8,37 % para hámster, 9,66 % para perro cachorro, 11,45 % para peces ornamentales, 12,42 % para gato adulto, 21,26 % para gato cachorro y 32,24 % para tortuga.



**Cuadro 5.** Análisis proximal y cumplimiento de alimentos balanceados importados para hámsters, conejos, peces ornamentales, tortugas. Centro de Investigación en Nutrición Animal, San José, Costa Rica, 2018.

**Table 5.** Proximal analysis and compliance of imported pet foods for hamsters, rabbits, ornamental fishes, turtles. Centro de Investigación en Nutrición Animal, San José, Costa Rica, 2018.

Especie		H <sub>2</sub> O** (%)	PC (%)	EE (%)	FC** (%)	EM (Mcal kg <sup>-1</sup> )	Ca***	P (%)	Sal*** (%)	CHOs (%)
Hámster (n=3)	m	4,43	12,65	7,75	7,74	2,95	0,43	0,40	0,20	41,00
	M	11,52	21,02	9,15	15,05	3,11	1,52	0,77	0,70	54,12
	X	7,28	16,07	8,39	12,51	3,01	0,98	0,56	0,48	49,53
	DE	3,75	4,39	0,71	4,13	0,08	0,55	0,19	0,25	7,39
	%Δx	136	110	212	107	118	104	137	204	97
Conejo (n=2)	m	10,55	15,76	5,40	15,06	2,47	0,67	0,32	0,55	41,07
	M	11,92	16,51	6,09	19,80	2,62	0,69	0,47	0,58	44,23
	X	11,24	16,14	5,75	17,43	2,55	0,68	0,40	0,56	42,65
	DE	0,97	0,53	0,49	3,35	0,10	0,01	0,11	0,020	2,23
	%Δx	110	122	261	113	103	100	113	100	118
Pez ornamental (n=5)	m	7,33	33,12	6,62	0,97	3,13	1,40	1,01	0,75	25,25
	M	11,89	44,57	13,85	2,73	3,55	2,47	1,71	1,93	34,44
	X	8,50	41,32	9,15	1,90	3,27	1,80	1,27	1,32	29,39
	DE	1,91	4,66	2,89	0,66	0,17	0,43	0,27	0,45	3,80
	%Δx	92	101	153	121	106	nc	121	nc	103
Tortuga (n=4)	m	4,81	15,68	6,53	1,43	2,05	0,89	0,74	0,38	20,94
	M	10,78	47,92	14,49	6,89	3,81	6,06	1,45	1,48	57,79
	X	8,03	32,14	9,66	4,08	3,05	2,70	1,01	0,94	34,39
	DE	2,45	17,24	3,41	3,04	0,73	2,39	0,32	0,45	16,16
	%Δx	119	94	129	123	96	92	145	nc	107

X: valor promedio, DE: desviación estándar %Δ<sub>x</sub>; porcentaje de cumplimiento promedio; \*\*M: valor máximo, m: valor mínimo, \*\*\*: rango, nc: no calculado, H<sub>2</sub>O: humedad, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabolizable, CHOs: carbohidratos. / X: mean value, DE: standard deviation %Δ<sub>x</sub>; mean compliance percentage, \*\*M: maximum, m: minimum, \*\*\*: range, nc: not estimated, H<sub>2</sub>O: humidity, PC: crude protein, EE: fat, FC: crude fiber, EM: metabolizable energy, CHOs: carbohydrates.

**Cuadro 6.** Incumplimiento de los nutrientes garantizados (%) en alimentos balanceados importados para perros, gatos, hámsters, conejos, peces ornamentales, tortugas. Centro de Investigación en Nutrición Animal, San José, Costa Rica, 2018.

**Table 6.** Non-compliance guaranteed nutrients (%) in imported pet foods for dogs, cats, hamsters, rabbits, ornamental fishes, turtles. Centro de Investigación en Nutrición Animal, San José, Costa Rica, 2018.

Especie	Humedad	Proteína	Extracto etéreo	Fibra cruda	Calcio	Fósforo	Sal	Energía	CHOs
%									
Perro	0(80)*	20(70)	10(50)	40(30)	40(11)	30(67)	70(40)	60	50
Gato	10(90)	40(90)	10(60)	20(50)	60(44)	40(25)	90(43)	40	50
Hámster	0(67)	33(100)	0(100)	33(33)	33(0)	0(100)	67(0)	0	67
Conejo	0(50)	0(100)	0(100)	0(100)	100(0)	0(75)	50(0)	0	100
Pez ornamental	60(50)	60(100)	20(80)	0(60)	100(100)	40(50)	100(0)	40	40
Tortuga	25(100)	25(60)	25(75)	0(75)	75(50)	75(100)	100(0)	50	25

\*Porcentaje de incumplimiento de la etiqueta (porcentaje de incumplimiento con las fórmulas de variación permitida) / \*Percentage of non-compliance (percentage of non-compliance with allowable variation formulas).

Las muestras analizadas presentaron entre 60 % y 100 % de incumplimiento en el contenido de proteína cruda según las fórmulas para calcular el porcentaje de variación permitida (Cuadro 6). De manera individual, los alimentos que no cumplieron los valores declarados en la etiqueta fueron: dos alimentos de mantenimiento para perro adulto, dos alimentos de gato adulto y dos alimentos de gato cachorro. En el caso de los alimentos para hámster, solo una muestra no cumplió el mínimo de proteína.

En los alimentos evaluados se obtuvieron relaciones promedio entre el porcentaje de proteína cruda y la densidad energética expresada en mega calorías por kilogramo, donde por cada mega caloría en el alimento (1000 kcal) se obtienen 5,34, 6,33, 7,18, 7,93, 8,25, 9,00, 10,54 y 12,64 g de PC en el alimento de hámster, conejos, perro adulto y cachorro, gato cachorro y adulto, tortuga y peces ornamentales, respectivamente.

### **Extracto etéreo**

Los valores del contenido de extracto etéreo según la especie analizada, mostraron una diferencia porcentual entre el valor máximo y mínimo determinado de 0,69, 1,4, 5,86, 7,23, 7,96, 8,06, 9,02 y 13,12, en los alimentos para gato adulto, peces ornamentales, conejo, gato cachorro, tortuga, perro adulto, hámster y perro cachorro, respectivamente (Cuadro 4 y 5).

Un alimento para perro adulto y un alimento para gato cachorro no cumplieron con el contenido declarado. Los porcentajes de incumplimiento encontrados en este nutrimento en los productos evaluados por especie superaron el 50 % de los productos analizados, es decir, siempre un producto va presentar un valor menor o mayor a lo declarado.

### **Fibra cruda y carbohidratos**

Los contenidos de fibra cruda presentaron un rango de variación porcentual de 1,13 % y 2,2 % para gato cachorro y adulto, respectivamente, 1,76 % en alimento para tortugas, 2,51 % en alimentos para conejo, 2,62 % y 4,74 % en alimentos para perros adulto y cachorro, respectivamente, 5,46 % en alimentos para hámster y 7,31 % en alimentos para peces ornamentales (Cuadro 4 y 5).

Los alimentos que no cumplieron con lo garantizado fueron tres para perro cachorro y uno para perro adulto, en gatos dos alimentos para cachorros y solo un alimento de hámster incumplió con el porcentaje máximo de fibra.

En el cálculo de los CHOs, se obtuvo una diferencia entre el valor máximo y mínimo de los alimentos analizados según la especie de 3,16 % para perro adulto, 9,16 % para hámster, 13,05 % para conejo, 13,12 % para tortuga, 15,24 % para gato adulto, 17,05 % para peces ornamentales, 18,5 % para gato cachorro y 36,85 % para perro cachorro (Cuadro 4 y 5).

En cuanto al cumplimiento del contenido de CHOs según la información descrita en la etiqueta, no cumplieron dos alimentos de perro adulto y tres de cachorros, este asociado a una concentración mayor al valor máximo de CHOs calculado. En cambio tres muestras para gatos adultos y dos para cachorros no cumplieron el valor garantizado.

Se determinaron relaciones entre carbohidratos y el contenido de fibra cruda en los alimentos de 2,45 para conejo, 3,96 en productos para hámster, 7,47 y 11,10 en perro cachorro y adulto, respectivamente, en tortugas de 8,43, en gatos adultos y cachorro de 11,10 y 11,61, respectivamente, y en peces ornamentales de 15,47 (Cuadro 4 y 5).

### **Energía metabolizable**

Las variaciones determinadas en el contenido de energía metabolizable entre los alimentos, expresadas según la especie fluctuaron entre 150 kcal/kg y 420 kcal/kg de alimento en las muestras para gato adulto y cachorro, respectivamente, en 160 kcal/kg en alimentos para peces ornamentales, 310 kcal/kg en conejos, 510 kcal/kg en

hámster, de 650 kcal/kg y 750 kcal/kg en alimentos para perros adultos y cachorro, respectivamente, y de 1760 kcal/kg en alimentos para tortuga (Cuadros 4 y 5). Según lo obtenido, no cumplieron con lo declarado en la etiqueta, dos alimentos para perros adultos, cuatro para perro cachorro, tres alimentos de gato adulto y uno de gato cachorro. El porcentaje de incumplimiento en la energía metabolizable con la variación permitida, no se calculó debido a que no existe una fórmula para este componente nutricional (Cuadro 1).

### Calcio

El contenido de calcio en los alimentos varió según tipo de alimento en 0,02 % para perro cachorro, 0,6 % para perro adulto, 0,7 % para gato cachorro, 1,04 % para gato adulto, 1,07 % para tortugas, 1,09 % para peces ornamentales, 1,15 % para conejo y 5,17 % para hámster (Cuadro 4 y 5).

Del análisis realizado, se obtuvo que tres alimentos para perro adulto (uno sin el valor en la etiqueta) y dos alimentos para gato adulto, excedieron la concentración máxima declarada. En alimentos para gato cachorro, dos presentaron una concentración menor al contenido declarado, uno sobrepasó el rango mayor declarado y uno no presentó información en el etiquetado del valor de Ca en el análisis garantizado. En el caso de los alimentos para hámster una de las muestras presentó un contenido mayor al declarado.

Una problemática que se visualizó fue la no declaración del valor de calcio en los alimentos analizados, uno de perro adulto, uno de gato cachorro, todas las muestras de alimento para 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 como un rango, como lo establece la legislación.

### Fósforo

En los alimentos analizados el fósforo varió de acuerdo con el tipo de alimento en 0,15 % para gato adulto, 0,70 % para gato cachorro, 0,32 % para hámster, 0,37 % para peces ornamentales, 0,61 % para perro cachorro, 0,86 % para perro adulto, 0,71 % para tortugas y 0,75 % para conejos, respectivamente (Cuadros 4 y 5).

No cumplieron con el mínimo declarado, dos alimentos para perro adulto y uno de cachorro, dos muestras de alimento de gato adulto (uno sin valor en la etiqueta) y dos alimentos de gato cachorro (uno sin información en la etiqueta). En el caso de los alimentos para peces ornamentales, una de las muestras no presentó información en la etiqueta, de igual manera, el 75 % de las muestras evaluadas de alimento para tortuga.

### Relación calcio: fósforo

Las relaciones promedio Ca:P encontradas (Ca:P mínimo / Ca:P máximo) 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), en 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) y en alimentos de tortuga fue de 2,7:1 (0,89:0,74 / 6,06:1,01).

### Sal

Los contenidos de sal en los alimentos analizados fluctuaron en un rango porcentual de 0,03, 0,42, 0,45, 0,50, 0,90, 1,02, 1;10 y 1,18 en los alimentos para perro adulto, gato adulto y cachorro, tortuga, peces ornamentales, conejo, perro cachorro y hámster, respectivamente (Cuadros 4 y 5).

No se 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 que presentaron exceso. Los alimentos de gato, cinco para gato adulto, no cumplieron con el valor garantizado, dos no presentaron información en el etiquetado, dos con un exceso y uno con contenido menor al declarado; además, cuatro alimentos de gato cachorro también incumplieron con lo indicado en la etiqueta (uno con una cantidad menor, uno sin el valor en la etiqueta y dos con exceso).

De igual manera, en los alimentos de hámster se determinó una muestra con un exceso y otra sin el valor de sal en la etiqueta. En las muestras de alimentos para conejo se incumplió con lo declarado, uno sin el valor en el etiquetado. En el caso de los alimentos para peces ornamentales y tortugas, ninguno de los productos comerciales declara el contenido de sal.

### **Requerimientos nutricionales**

Al comparar los valores obtenidos, respecto a los valores recomendados en la literatura citada, se observó que los alimentos para perros adultos cumplieron con el mínimo recomendado de cada nutriente, a excepción de un alimento con mayor contenido de FC (5,4 %) y otro con mayor contenido de CHOs (47 %). Se determinó un alimento para perro cachorro que no cumplió con los requerimientos nutricionales sugeridos para P (0,7%), otros tres alimentos para perro cachorro presentaron una concentración de FC que superó la recomendación del NRC (2006), pero no superó la recomendación de FC máxima (5 %) de AAFCO (2020).

Los alimentos de gato adulto en general, cumplieron con los requerimientos nutricionales sugeridos, menos en el contenido de CHOs, ya que ninguno cumplió con el límite máximo sugerido por NRC; otro alimento para gato adulto sobrepasó el máximo de FC recomendado por NRC, sin llegar al máximo que estipula AAFCO, otro alimento tuvo una cantidad menor de sal que lo recomendado por AAFCO, sin embargo, si cumplió con el requerimiento de sal recomendado por el NRC (2006). 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.

En los alimentos para hámster al compararlos con los requerimientos nutricionales dados por NRC, un alimento tenía menor contenido de proteína, otro tenía menor cantidad de Ca y otro un exceso de carbohidratos. En cuanto a los alimentos de conejo, ninguna de las muestras presentó deficiencias respecto a las recomendaciones nutricionales. En el caso de los alimentos para peces ornamentales, estos no cumplieron con el contenido de grasa. El máximo encontrado en las muestras fue de 13,9 % que no llega al mínimo recomendado (15 %). En los alimentos para tortuga evaluados, se encontraron dos alimentos con menor contenido de PC que el recomendado, dos alimentos con menor cantidad de grasas, otros dos con menor cantidad de fibra, para Ca solo un alimento alcanzaba el requerimiento mínimo, mientras que para P ningún alimento contenía el mínimo recomendado.

## **Discusión**

En los análisis de cumplimiento, el criterio de evaluación es un elemento clave para determinar si el alimento sujeto a revisión cumple o no con lo garantizado en la etiqueta (Carciofi et al., 2006). En el caso de las etiquetas de garantía de los alimentos, el criterio varía según el nutriente, se declara como valores mínimos permitidos, para PC, EE y P, valores máximos permitidos para humedad y FC, y no se declara el contenido exacto (MINECO et al., 2011), por lo que el análisis garantizado de la etiqueta no ofrece información precisa para estimar el contenido nutricional del alimento. Sumado a esta reglamentación, el 76 % de las muestras analizadas en este trabajo,

presentaron incumplimientos de los valores declarados, lo que dificulta conocer el aporte real de nutrimentos en los alimentos. La poca exactitud y la falta de obligatoriedad en la declaración de otros valores en la etiqueta, por ejemplo, el contenido de cenizas, hace que el cálculo de otros nutrimentos como CHO y EM sea menos exacto (Case et al., 1997). Ligado a esta situación, las recomendaciones nutricionales de los empaques de alimentos no toman en consideración la actividad del animal (Torres-Vargas & WingChing-Jones, 2021). Sin embargo, la declaración de valores mínimos y máximos es útil para prevenir que se presenten enfermedades nutricionales en los animales por la dieta, ya que buscan asegurar un aporte mínimo para evitar deficiencias y un aporte máximo para evitar excesos (Hand et al., 2000).

Evaluar el contenido de los nutrimentos con las fórmulas de variación permitida busca comparar el contenido real con el valor declarado con mayor exactitud, por esta razón se obtuvo mayor cantidad de incumplimientos en el contenido de nutrimentos al aplicar las fórmulas de variación. Las diferencias entre el valor declarado y el analizado como las halladas en este trabajo, también se han encontrado en otros estudios de la misma naturaleza (Carciofi et al., 2006; Cedeño-López & WingChing-Jones, 2022; Davies et al., 2017; Departamento de Calidad y Seguridad de Productos, 2014; Gagné et al., 2013).

El exceso de extracto etéreo (EE) hallado en los alimentos analizados en esta investigación, podría estar asociado con una práctica de formulación para resaltar el sabor, aumentar la palatabilidad y densidad energética del alimento (Saiz del Barrio et al., 2021). Además, un consumo voluntario que supere el requerimiento de energía y grasa según la etapa fisiológica, es un factor que predispone el desarrollo de la obesidad, hiperlipemia y resistencia a la insulina en mascotas (Liao et al., 2015; Suarez et al., 2012), debido a que las grasas aportan 2,43 veces más energía que las proteínas y los carbohidratos (Case et al., 1997). Es importante considerar la composición del EE o la grasa (ácidos grasos saturados y polinsaturados) y la relación entre ácidos grasos omega 3 y 6 (Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría, 2011) en el alimento y su efecto en los requerimientos de vitamina E (Hall et al., 2003), la composición y actividad de la microbiota en el tracto gastrointestinal (Schauf et al., 2018).

Las evidencias mostradas en este trabajo asociadas a los incumplimientos de los componentes nutricionales garantizados en la etiqueta, demuestran que la nutrición de los animales de compañía, es más que abrir un empaque y ofrecer una cantidad de alimento según la recomendación, debido a que se dan interacciones entre nutrimentos que afectan su utilización. Por lo que, el acompañamiento de la persona profesional en Zootecnia y profesionales interesados en la nutrición animal, es una sugerencia a los dueños responsables de mascotas.

## Conclusiones

Los alimentos balanceados importados para perros, gatos, conejos, hámster, tortugas y peces ornamentales presentaron incumplimientos en los contenidos de PC, EE, FC, EM, Ca, P y sal garantizados en la etiqueta.

La composición nutricional de los alimentos evaluados limita el cumplimiento del requerimiento de fibra cruda, carbohidratos y fósforo en perros. En gatos fue limitante la proteína y los carbohidratos, mientras que en tortugas se debe prestar atención a la proteína, fibra, calcio y fósforo, de igual manera la proteína, calcio y carbohidratos en alimentos para hámster.

En peces ornamentales, el contenido de extracto etéreo no alcanzó el requerimiento nutricional, mientras que los alimentos balanceados para conejo presentaron una relación de nutrimentos que permite cumplir con los requerimientos de este animal de compañía.

## Agradecimientos

Se agradece el Centro de Investigaciones en Nutrición Animal (CINA) de la Universidad de Costa Rica, por las facilidades y el apoyo brindado durante la ejecución de este proyecto. A la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica por el financiamiento brindado al proyecto VI-739-B8019 “Cumplimiento del análisis de garantía en alimentos importados para mascotas”.

## Referencias

- American Pet Products Association. (n.d.). *Pet industry market size, trends & ownership statistics*. Retrieved on 2021 from [https://www.americanpetproducts.org/press\\_industrytrends.asp](https://www.americanpetproducts.org/press_industrytrends.asp)
- Association of American Feed Control Officials. (2020, August). *Animal feed labeling guide*. [https://www.aafco.org/wp-content/uploads/2023/01/Feed\\_Labeling\\_Guide\\_web\\_complete.pdf](https://www.aafco.org/wp-content/uploads/2023/01/Feed_Labeling_Guide_web_complete.pdf)
- Association of Official Analytical Chemist International. (2005). *Official methods of analysis of AOAC International* (18<sup>th</sup> ed.). AOAC International.
- Asamblea Legislativa. (1994, diciembre 13). *Ley 7451: Ley de bienestar de los animales. Sistema Costarricense de Información Jurídica*. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=24319](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=24319)
- 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, T., Freeman, L. M., Grabow, M., Legred, J., & Ostwald, D. (2010). AAHA nutritional assessment guidelines for dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 46(4), 285-297. <https://doi.org/10.5326/0460285>
- Bose, H. (2013). A practical approach to rabbit nutrition. *Companion Animal*, 18(4), 115–123. <https://doi.org/10.12968/coan.2013.18.4.177>
- Brown, R. G. (1989). Dealing with canine obesity. *The Canadian Veterinary Journal*, 30(12), 973–975.
- Buchanan, R. L., Baker, R. C., Charlton, A. J., Riviere, J. E., & Standaert, R. (2011). Pet food safety: a shared concern. *British Journal of Nutrition*, 106(S1), S78–S84. <https://doi.org/10.1017/S0007114511005034>
- Buff, P. R., Carter, R. A., Bauer, J. E., & Kersey, J. H. (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>
- 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* [Master’s thesis, University of California]. Davis ProQuest Dissertations. <https://www.proquest.com/openview/63c06d1a430b8626304c602fd3c25f21/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>

- Case, L. P., Carey, D. P., & Hirakawa, D. A. (1997). *Canine and feline nutrition a resource for companion animal professionals*. Hartcourt Brace.
- Cedeño-López, A. & WingChing-Jones, R. (2022). Perfil mineral de los alimentos importados para mascotas en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 33(2), Artículo 47078. <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47078>
- Cipollini, I. (2008). *Pet food: quality and quality improvement* [Doctoral dissertation, University of Bologna]. AMS Dottorato Institutional Doctoral These Respository. <https://doi.org/10.6092/unibo/amsdottorato/1058>
- 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>
- 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), 1–5. <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, Artículo 17107. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17159-7>
- Departamento de Calidad y Seguridad de Productos. (2014). *Evaluación de la calidad de alimentos completos para perros*. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. [https://www.sernac.cl/portal/619/articles-3893\\_archivo\\_01.pdf](https://www.sernac.cl/portal/619/articles-3893_archivo_01.pdf)
- Di Cerbo, A., Morales-Medina, J. C., Palmieri, B., Pezzuto, F., Cocco, R., Flores, G., & Iannitti, T. (2017). Functional foods in pet nutrition: Focus on dogs and cats. *Research in Veterinary Science*, 112, 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.03.020>
- Dirección de Alimentos para animales. (2021, abril). *Programa de registro y control de calidad de alimentos para animales*. Servicio Nacional de Salud Animal. <https://sis.senasa.go.cr/daasire>
- 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)
- Dzanic, 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>
- Escuela de Estadística. (2013). *Encuesta Actualidades 2013*. Universidad de Costa Rica. <https://bit.ly/3E5QTst>
- European Pet Food Industry. (2021). *Nutritional Guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs*. <https://europeanpetfood.org/self-regulation/nutritional-guidelines/>
- 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. <https://addletonacademicpublishers.com/contents-crlsj/308-volume-7-2-2015/2402-commercial-pet-food-recalls-incentives-to-improve-pet-food-safety>
- 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>
- Gómez, L. F., Atehortua, C. G., & Orozco, S. C. (2007). The influence of mascots in human lives. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(3), 377–386. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324155>

- González Domínguez, M., & Bernal, L. (2011). Diagnóstico y manejo de la obesidad en perros: una revisión. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 6(2), 91–102. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/2059>
- Hall, J. A., Melendez, L. D., & Jewell, D. E. (2013). Using gross energy improves metabolizable energy predictive equations for pet foods whereas undigested protein and fiber content predict stool quality. *PLOS ONE*, 8(1), Article e54405. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054405>
- Hall, J. A., Tooley, K. A., Gradin, J. L., Jewell, D. E., & Wander R. C. (2003). Effects of dietary n-6 and n-3 fatty acids and vitamin E on the immune response of healthy geriatric dogs. *American Journal Veterinary Research*, 64(6), 762–772. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2003.64.762>
- Hand, M., Thatcher, C., Remillard, R. L., & Roudebush, P. (2000). *Small animal clinical nutrition* (4<sup>th</sup> ed.). Mark Morris Institute.
- Laflamme, D. P. (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. P., Abood, S. K., Fascetti, A. J., Fleeman, L. M., Freeman, L. M., Michel, K. E., Bauer, C., Kemp, B. L. E., Van Doren, J. R., & 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>
- Liao, C. -C., Lin, Y. -L., & Kuo, C. -F. (2015). Effect of high-Fat diet on hepatic proteomic of hámster. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(6), 1869–1881. <https://doi.org/10.1021/jf506118j>
- Llinás Solano, H., & Rojas Álvarez, C. (2005). *Estadística descriptiva y distribuciones de probabilidad*. Universidad del Norte.
- Lynn Sanderson, S. (2016, June). *Nutritional requirements and related diseases of small animals*. MSD Manual Veterinary Manual.
- 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. <http://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:0031>
- Ministerio de Economía, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, Secretaría de Industria y Comercio, & Ministerio de Economía Industria y Comercio (Eds.). (2011). *Reglamento Técnico Centroamericano 65.05.52:11: Productos utilizados en alimentación animal y establecimientos requisitos de registro sanitario y control*. World Trade Organization. [https://members.wto.org/crnattachments/2011/tbt/CRI/11\\_1028\\_00\\_s.pdf](https://members.wto.org/crnattachments/2011/tbt/CRI/11_1028_00_s.pdf)
- National Research Council. (1977). *Nutrient requirements of rabbits* (2<sup>nd</sup> ed.). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/35>
- National Research Council. (1995). *Nutrient requirements of laboratory animals* (4<sup>th</sup> ed.). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4758>
- National Research Council. (2006). *Nutrient requirements of dogs and cats*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10668>
- Penn, M. (2018, March 16). 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. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/smalltrendscan-bebig-1521214723>



- Quirós Jiménez, M. A. (2011). *Estudio de casos en nutrición de mascotas: Manejo diario de la dieta, desórdenes alimenticios y metabólicos* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio SIBDI-UCR. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/3079>
- 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*, 131–137. <https://doi.org/10.4995/wrs.2010.7532>
- Saanu, E. K., Adewole, H., Olaleye, V., & Yusuf, O. A. (2017). Assessment of effect of fish feeding practices on the water quality of some fish ponds in Ekiti State fish farm, Ado ekiti, Nigeria. *International Journal of fisheries and Aquatic Studies*, *5*(2), 357–364. <https://www.fisheriesjournal.com/archives/2017/vol5issue2/PartE/5-1-56-371.pdf>
- Saiz del Barrio, A., García-Ruiz, A. I., & Nicodemus N. (2021). Effect of type and dietary fat content on rabbit growing performance and nutrient retention from 34 to 63 days old. *Animals*, *11*(12), Article 3389. <https://doi.org/10.3390/ani11123389>
- Schauf, S., de la Fuente, G., Newbold, C. J., Salas-Mani, A., Torre, C., Abecia, L., & Castrillo, C. (2018). Effect of dietary fat to starch content on fecal microbiota composition and activity in dogs. *Journal of Animal Science*, *96*(9), 3684–3698. <https://doi.org/10.1093/jas/sky264>
- 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>
- Torres-Vargas, M. & WingChing-Jones, R. (2021). Recomendaciones nutricionales de alimentos balanceados de perros y gatos registrados en Costa Rica. *Cuadernos de Investigación*, *13*(2), Artículo e3385. <https://doi.org/10.22458/urj.v13i2.3385>
- 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>
- Yousefian, M., Gharaati, A., Hadian, M., Hashemi, S.H., Navazandeh, A. & Molla, Abbas. (2012). Food requirements and dietary in aquarium fish (Review). *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, *2*(4), 112–120. [https://www.fortunejournals.com/ijpaes/admin/php/uploads/243\\_pdf.pdf](https://www.fortunejournals.com/ijpaes/admin/php/uploads/243_pdf.pdf)
- 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>