

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA, VERDADERA Y DIGESTIBLE  
EN ALIMENTO EXTRUDIZADO PARA GATO ADULTO EN  
MANTENIMIENTO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

DIANA CRISTINA MONTAÑO REYNOSO

Asesores:

M.V.Z., M.P.A., Dr. C. Carlos Gutiérrez Olvera  
Q.A. Águeda García Pérez

Ciudad Universitaria, CDMX. 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## DEDICATORIAS

Con cariño y agradecimiento:

Al amor de mi vida, a la mejor compañera y confidente, Liliana, mi gata, que aunque ya no se encuentra con nosotros, siempre será mi motor de aprendizaje.

A mi madre, Ana Luisa Reynoso Amezcua, por darme la vida y permitirme llegar a los estudios superiores.

A mis hermanas, Ana Isabel y Carla Montaña Reynoso, por verme crecer, alentarme a ser mejor en mis estudios y a todo el apoyo económico durante años que permite que hoy tenga en manos el presente trabajo.

A mis amigos de vida, Víctor Hugo Cancino Alfaro, Iván Alejandro Portilla Romero, Gerardo Rodolfo Acosta Guerrero, Montserrat Moreno Hernández, por estar conmigo para verlos crecer como excelentes personas.

A todos mis amigos de la carrera y especialmente a Alejandra Solis Cadena y Tomás Meraz Tay, por ser las mejores personas y aguantarme muchos años.

A mi amiga, Ana Clara Muñoz Amezcua, por ser un ejemplo de vida a seguir y enseñarme la tenacidad.

A mis amigas, María Pilar Hernández García y María Cristina Martínez Elizalde, por enseñarme a ser mejor médica y apoyarme tanto.

A mis amigos, Francisca Ortiz Uribe, Cornelis Johannes de Ruitter Van Zwieten y Mariana Guzmán Martínez, por enseñarme con el ejemplo a tener ética profesional y por compartir su conocimiento.

A mis asesores de tesis, Carlos Gutiérrez Olvera y Águeda García, por creer en mí guiándome en el camino de la titulación.

A mis instructoras de nutrición, Karina Elizabeth Cosío Carpintero y Tania Pardo Fuentes, por ser una fuente de inspiracional en el área.

A mis mentores, Wilfrido Ramírez Valadez y Enrique Rafael López Deloya, por ser consejeros durante mis estudios profesionales.

Al Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la FMVZ- UNAM, por dejarme pertenecer a un equipo del cual sigo aprendiendo.

## AGRADECIMIENTOS

A los Laboratorios de Bromatología I y Bromatología II del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la FMVZ- UNAM, por hacer posible la realización de este proyecto, así como a todo el personal que colaboró.

A la actuario Adriana Margarita Ducoing Watty, por compartir sus conocimientos estadísticos.

A las empresas de alimentos como Pet Foods®, Proplan® y Royal Canin® que aportaron parte de la materia prima para el análisis, con la única intención de ser mejores para el consumidor.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por cobijarme con estudios de nivel superior y por ser mi segunda casa.

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1	IMPORTANCIA DEL GATO COMO ANIMAL DE COMPAÑÍA .....	2
1.2	CLASIFICACIÓN COMO ESPECIE .....	3
1.3	HÁBITOS ALIMENTICIOS .....	3
1.4	PARTICULARIDADES METABÓLICAS DE LOS GATOS .....	4
1.5	CONFORMACIÓN DE LAS PROTEÍNAS.....	5
1.6	IMPORTANCIA DE LOS AMINOÁCIDOS EN EL GATO .....	6
1.7	AMINOÁCIDOS ESENCIALES.....	7
1.8	FUNCIÓN BIOLÓGICA DE LAS PROTEÍNAS .....	7
1.9	ALIMENTOS PARA ANIMALES DE COMPAÑÍA.....	8
1.10	PANORAMA MEXICANO DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES DE COMPAÑÍA.....	9
1.11	LA PROTEÍNA EN EL ALIMENTO .....	11
1.12	REQUERIMIENTO DE PROTEÍNA EN ALIMENTOS PARA GATO ADULTO EN MANTENIMIENTO .....	12
1.13	NORMATIVIDAD MEXICANA PARA EL ETIQUETADO DE ALIMENTOS .....	13
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS GENERALES .....</b>	<b>14</b>
4.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>5</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
6.1	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL .....	17
6.1.1	<i>Humedad</i> .....	17

6.1.2	<i>Materia seca</i> .....	18
6.1.3	<i>Proteína cruda en materia seca</i> .....	18
6.1.4	<i>Extracto etéreo en materia seca</i> .....	25
6.1.5	<i>Cenizas en materia seca</i> .....	26
6.1.6	<i>Fibra cruda en materia seca</i> .....	26
6.1.7	<i>Elementos libres de nitrógeno en materia seca</i> .....	27
6.2	PROTEÍNA VERDADERA EN MATERIA SECA .....	28
6.3	PROTEÍNA DIGESTIBLE EN MATERIA SECA .....	30
6.4	DISTRIBUCIÓN CALÓRICA Y DENSIDAD ENERGÉTICA .....	32
6.5	RESULTADOS GENERALES .....	34
<b>7</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>COMENTARIOS</b> .....	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>43</b>

## RESUMEN

MONTAÑO REYNOSO DIANA CRISTINA. Evaluación de proteína cruda, verdadera y digestible en alimento extrudizado para gato adulto en mantenimiento (bajo la dirección de M.V.Z., M.P.A., Dr. C. Carlos Gutiérrez Olvera y Q.A. Águeda García Pérez).

Debido al creciente interés de adquirir a los gatos domésticos como animales de compañía, conocer la cantidad de proteína cruda no es suficiente, pues la proteína verdadera (PV) es la auténtica fuente de aminoácidos para el animal. Los gatos obtienen la glucosa que requieren las células a partir del metabolismo de proteínas mediante la gluconeogénesis. El contenido de proteína de los alimentos para los animales de compañía, es mostrado en las etiquetas con un análisis garantizado a manera de porcentaje como proteína cruda (PC), pero este análisis calcula la cantidad total de nitrógeno, en el supuesto que todo el nitrógeno presente en los alimentos proviene de las proteínas, sin importar la presencia de otros compuestos nitrogenados que también se contabilizan. Lo anterior sobreestima la cantidad de PV contenida. Se emplearon tres marcas por clasificación (Super Premium, Premium y de Valor) y a su vez cinco lotes distintos por marca. Por muestra se realizó un análisis químico proximal y se determinó la cantidad de proteína digestible (PD) y la cantidad de PV. Los resultados obtenidos arrojaron que los alimentos extrudizados para gato adulto en mantenimiento, contienen un mínimo de PC de 26%, pero presentan más de 2% de PV por debajo de la PC. Asimismo, todos los alimentos contienen un mínimo de PD sin poseer una diferencia porcentual menor del 10% con respecto a la PC. Los alimentos Super Premium contienen una mayor cantidad de PC y PD, ya que presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los alimentos Premium y de Valor, estos dos últimos no presentaron diferencias de PC y PD entre ellos ( $P > 0.05$ ). Entre los alimentos Super Premium y Premium no hubo diferencias significativas en cuanto la cantidad de PV ( $P < 0.05$ ). Comparados con los alimentos Super Premium y Premium, los alimentos de valor contienen una menor cantidad de PV pues presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). *Basados en calidad proteínica, se concluye que los mejores alimentos en el mercado son los Super Premium; no existe diferencia en calidad proteínica entre los Premium y de Valor.*



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Importancia del gato como animal de compañía

A lo largo del tiempo, los animales de compañía han jugado un papel fundamental en la vida del hombre, pues desde el momento en que se hizo sedentario, colaboraron en la supervivencia de éste. Junto a la domesticación, algunas especies animales, como los perros y los gatos, adquirieron fuerza en el papel estructural y social.

Aunque no existen censos confiables, se comenta que en México hay aproximadamente 23 millones de perros y gatos, de los cuales sólo el 30% viven en un hogar (Franco, F., 2013). De acuerdo con la Asociación de Productos Americanos para Mascotas (American Pet Products Association, APPA por sus siglas en inglés), se calculó en el período del 2015 al 2016, que el 65% de los hogares estadounidenses contaban con animales de compañía, lo equivalente a 79.9 millones de hogares (American Pet Products Association, 2016).

En el último periodo comprendido del 2017 al 2018 se calculó que el 68% de los hogares estadounidenses contaban con animales de compañía, lo equivalente a 84.6 millones de hogares, mostrando aumentos considerables si se comparan con el año de 1988, en donde sólo el 56% de los hogares tenían animales de compañía (Ver Tabla 1-1) (APPA, 2017).

*Tabla 1-1 Comparación de estadísticas generadas por APPA en los Estados Unidos de América en los periodos 2015-2016 y 2017-2018*

Característica	Hogares con animales de compañía	Propietarios de perro	Propietarios de gato	Propietarios de peces de ornato de agua dulce	Perros con hogar	Gatos con hogar	Peces de ornato de agua dulce con hogar
Periodo 2015-2016 (millones)	79.9	54.4	42.9	12.3	77.8	85.8	95.5
Periodo 2017-2018 (millones)	86.6	60.2	47.1	12.5	89.7	94.2	139.3

Las cifras anteriores son claras y las personas interesadas en adquirir animales de compañía que ofrezcan mayor versatilidad en cuanto a cuidados con un menor tiempo invertido, tales como los peces de ornato y los gatos, se encuentran en aumento, ya que con el crecimiento acelerado de la población, así como la disminución de los espacios en la viviendas (por ejemplo, los departamentos en las grandes urbes), estas especies otorgan más autonomía y mejor acoplamiento a diversos espacios.

## **1.2 Clasificación como especie**

La familia *Felidae* es una de las que conforma el orden de los carnívoros, desde un punto de vista nutricional, esto significa que en su hábitat natural los felinos consumen presas, por lo que obtienen los nutrientes a partir de tejidos de origen animal. Cabe destacar que son considerados los carnívoros más especializados que existen. Son conocidos por ser cazadores y polípagos con amplia distribución mundial (SEMARNAP, 2000; Verbrugge y Bakovic, 2013).

El gato doméstico (*Felis catus* Linnaeus, 1758) está clasificado como un felino (ITIS, 2017), por lo que conserva las características antes mencionadas. Aparentemente el gato fue domesticado entre los años 1600 y 1500 a.C. Durante la primera época de la domesticación se prestaba poca atención a las necesidades nutricionales felinas (Hand y Lewis, 2000).

## **1.3 Hábitos alimenticios**

Igual que todas las especies, los felinos han tenido que adecuarse de manera paulatina al lugar en el que se encuentran para poder sobrevivir, es entonces, donde el papel de la dieta juega un factor fundamental para el aporte de nutrientes y de este modo obtener energía para realizar funciones básicas del organismo, tales como regulación y mantenimiento de la temperatura corporal o reacciones metabólicas para el aporte de energía.

Los gatos comparten numerosas conductas alimentarias con sus colegas salvajes, aunque

ellos ingieren de 10 a 20 raciones pequeñas durante un día (Hand y Lewis, 2000) . Lo anterior se debe a que los gatos no pueden expandir la porción proximal del estómago para almacenar la comida de forma temporal como sucede en el caso de los perros (NRC, 2006).

#### **1.4 Particularidades metabólicas de los gatos**

En el caso de otras especies, cuando se alimentan con altos niveles de proteína, las enzimas encargadas del metabolismo de los aminoácidos, tanto en el hígado como en el riñón, se ven incrementadas, en cambio, si son alimentadas con bajos niveles proteínicos, el catabolismo de aminoácidos disminuye (Verbrugghe y Bakovic, 2013).

Comparados con especies omnívoras, los gatos requieren de altas cantidades de proteína en su dieta, además presentan enormes pérdidas de nitrógeno y una alta actividad enzimática *in vitro* que involucra el catabolismo proteínico, limitando la habilidad de ajustarse a la oxidación de proteínas cuando existe bajo consumo en la dieta (Verbrugghe y Bakovic, 2013).

El sistema de transporte de azúcar del intestino delgado del felino no se adapta a los niveles variables de hidratos de carbono en la dieta (Hand y Lewis, 2000). Los gatos no desperdician energía o proteínas en la producción de sistemas enzimáticos o de transporte de poco valor pues los hidratos de carbono constituyen un porcentaje mínimo en su dieta, dando lugar a una baja actividad de disacaridasas intestinales, como lo son la sacarasa, maltasa e isomaltasa (Hand y Lewis, 2000).

A nivel hepático usan la hexoquinasa para el metabolismo de la glucosa, y se ha visto que trabaja de manera más lenta en comparación con la glucoquinasa, enzima predominante en el metabolismo de la glucosa en los perros (Paßlack *et al.*, 2017). Por lo tanto, los gatos dependen de la gluconeogénesis a partir de aminoácidos, del ácido láctico y del glicerol para mantener los niveles de glucemia constantes (Hand y Lewis, 2000), ya que estos compuestos proveen las cadenas carbonadas para dicho proceso, obteniendo la glucosa que los tejidos necesitan (NRC, 2006).

## 1.5 Conformación de las proteínas

Los  $\alpha$  aminoácidos son las unidades estructurales de las proteínas. Estos aminoácidos consisten en: un átomo de carbono  $\alpha$  ( $C\alpha$ ) unido a un átomo de hidrógeno (H), a un grupo amino ( $-NH_2$ ), a un grupo carboxilo ( $-COOH$ ) y a una cadena lateral denominada como grupo R (Damodaran, Parkin y Fennema, 2008).

Los aminoácidos pueden reaccionar entre sí para dar lugar a un enlace peptídico. Los enlaces peptídicos se forman mediante la unión de un grupo  $-COOH$  de un aminoácido con el grupo  $-NH_2$  de otro y según la cantidad de aminoácidos que intervienen se denominan como: oligopéptidos (unión de hasta 20 aminoácidos), polipéptidos (unión de 20 a 100 aminoácidos), o proteínas (varias centenas) (Bello-Gutiérrez, 2000). Es decir, las proteínas son polímeros de aminoácidos, en los que cada residuo de aminoácido está unido al siguiente a través de un enlace peptídico (Nelson, Cox y Lehninger, 2013).

De manera natural, las proteínas simples contienen en diferente proporción cualquiera de los 21 aminoácidos que existen en la naturaleza (Damodaran, Parkin y Fennema, 2008): glicina, alanina, prolina, valina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, tirosina, triptofano, serina, treonina, cisteína, asparagina, glutamina, lisina, histidina, arginina, aspartato, glutamato (Nelson, Cox y Lehninger, 2013) y en la actualidad, también se considera la selenocisteína como aminoácido (Damodaran, Parkin y Fennema, 2008).

Existen proteínas que contienen componentes químicos diferentes a los aminoácidos, asociados de manera permanente, los cuales son considerados como grupo prostético; a estas proteínas se les denomina proteínas conjugadas y se clasifican en lipoproteínas (contienen lípidos), glucoproteínas (contienen grupos glucídicos) y metaloproteínas (contienen un metal específico). Estos grupos prostéticos desempeñan un papel importante en la función biológica de la proteína (Nelson, Cox y Lehninger, 2013).

Desde un punto de vista estructural, las proteínas se clasifican en fibrosas o escleroproteínas y globulares o esferoproteínas. Las escleroproteínas son aquellas que presentan largas

cadena polipeptídicas en forma de hebras; se caracterizan por ser completamente insolubles en agua, la cual es debida a la elevada concentración de residuos de aminoácidos hidrofóbicos presentes tanto en el interior como en la superficie de estas proteínas (Nelson, Cox y Lehninger, 2013) lo que ayuda a desempeñar funciones estructurales o protectoras, por lo tanto son resistentes a la acción de enzimas proteolíticas. Un ejemplo de proteína fibrosa es el colágeno presente en el tejido conectivo (Bello-Gutiérrez, 2000).

Las esferoproteínas son aquellas que presentan cadenas polipeptídicas plegadas en forma esférica y son más compactas, generalmente son solubles en agua. Se dice que este tipo de proteínas son las que desempeñan papeles biológicos en el organismo, a este grupo pertenecen las albúminas y las globulinas (Bello-Gutiérrez, 2000; Nelson, Cox y Lehninger, 2013).

## **1.6 Importancia de los aminoácidos en el gato**

Se ha visto que los aminoácidos provenientes de la dieta son potentes secretagogos de insulina en los gatos, es entonces, donde la actividad gluconeogénica es relevante para el mantenimiento de la glucemia; cabe destacar que el felino cuenta con transportadores de aminoácidos del intestino delgado para la captación de arginina, recalando la importancia de la cantidad de proteínas y aminoácidos específicos en los alimentos para gatos (Hand y Lewis, 2000).

La arginina es un intermediario del ciclo de la urea y se ha demostrado que participa en la liberación de diversas hormonas y metabolitos mediadores, como la insulina, el glucagon y la gastrina, siendo además, precursor de aminos biógenas [compuestos nitrogenados de bajo peso molecular que se forman principalmente por descarboxilación de aminoácidos (Fernández y Álvarez, 2005)] cuya importancia radica en la replicación celular; de igual manera la arginina es precursor del óxido nítrico, neurotransmisor involucrado en muchos procesos, como el efecto en la regulación de la presión sanguínea mediante la relajación de los vasos sanguíneos (NRC, 2006).

## 1.7 Aminoácidos esenciales

Una dieta proteínica es necesaria por dos principales razones: las proteínas proveen los aminoácidos que los gatos no pueden sintetizar (aminoácidos esenciales) pero son requeridos para la síntesis de muchas otras proteínas en el cuerpo; las proteínas proveen de aminoácidos no esenciales (aquellos que pueden ser sintetizados por el cuerpo si existen las cantidades adecuadas de fuentes de nitrógeno y carbono) que son necesarios para el mantenimiento del animal, así como para otras etapas fisiológicas como crecimiento, gestación y lactación (NRC, 2006).

En casi todos los animales, los siguientes 10 aminoácidos han sido reportados como esenciales, incluyendo a perros y gatos: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, y valina. En el caso de los gatos se consideran 11 aminoácidos considerando a la taurina como esencial (NRC, 2006).

A pesar de no contener el grupo carboxilo, la taurina es un  $\beta$ -aminoácido sulfónico considerado como el onceavo aminoácido esencial en carnívoros estrictos ya que las enzimas responsables de la conversión de metionina y cisteína en taurina en el hígado tienen una actividad mínima. Entre las razones en las que se basa su importancia en los gatos, se debe a que no pueden conjugarse los ácidos biliares con glicina, utilizan taurina para la conjugación, además se encuentra implicada en el crecimiento y la reproducción, así como en las funciones cardíacas y retinianas, entre muchas otras (Hand y Lewis, 2000; NRC, 2006).

## 1.8 Función biológica de las proteínas

Las proteínas realizan una variedad amplia de funciones esenciales, participando como enzimas en la catálisis de reacciones químicas y metabólicas; son transportadores (por ejemplo la hemoglobina que lleva oxígeno a los tejidos desde la sangre); formando parte

estructural del organismo, pues se encuentran en membranas celulares; desempeñando un papel de protección para el organismo vivo contra infecciones, mediante la formación de inmunoglobulinas y regulando la transcripción y la traducción génica (Devlin, 2004).

### **1.9 Alimentos para animales de compañía**

En el mercado existen diversas gamas de alimentos preparados para los animales de compañía. Estos productos están hechos con distintos ingredientes, están procesados a través de varios métodos y se venden en distintas presentaciones. Por ello, clasificar los alimentos comerciales dependerá de la característica que se quiera resaltar.

En términos generales, los alimentos comerciales se clasifican con base al tipo de procesamiento, el método de conservación y a la cantidad de humedad que éstos presenten como por ejemplo, alimentos secos, húmedos y semihúmedos (Case, 2011).

Para que puedan considerarse como alimentos secos, deberán contener entre un 6-10% de humedad, es decir, estar por arriba del 90% de materia seca (MS). En esta categoría se incluyen los alimentos extrudizados (también conocidos como croquetas), donde es necesario revolver todos los ingredientes hasta obtener una mezcla homogénea para ser horneados posteriormente (Case, 2011).

El desarrollo del proceso de extrusión inició a partir de 1960 e involucra la cocción a alta presión de los ingredientes homogeneizados, con una temperatura que va desde los 80° hasta los 200° C, en una máquina llamada extruder. Luego se coloca la mezcla a través de unas pequeñas hendiduras llamadas dados, que fuerzan el paso de la mezcla lo que resulta en una expansión de la masa, adquiriendo la forma y el tamaño deseable; al finalizar se coloca una cubierta de grasa (Case, 2011).

Existe otra clasificación independientemente de la cantidad de humedad que contenga el alimento que hace referencia a la calidad y al tipo de ingredientes añadidos, lo que repercute

directamente en el costo del producto. Se dividen en Super Premium, Premium y de Valor (Case, 2011).

Los alimentos de Valor están conformados por aquellos que se venden en los mercados o en los supermercados. Se caracterizan por proporcionar los requerimientos nutricionales básicos de mantenimiento y por manejar fórmulas variables, es decir, los ingredientes que se emplean por cada lote producido dependen del costo en el que se encuentren en el mercado. Es así como ofrecen el alimento terminado a precios muy económicos. Por ende, la digestibilidad y la palatabilidad pueden variar de una bolsa a otra (Case, 2011).

Los alimentos Premium hacen referencia a aquellos productos interesados en las diferentes etapas fisiológicas de los perros y de los gatos, por lo que proveen los nutrientes adecuados para cada etapa de vida y de manera general utilizan ingredientes de alta calidad, confiriéndoles la característica de ser altamente digestibles con una buena disponibilidad de nutrientes (Case, 2011)

Los alimentos Super Premium son aquellos que incluyen una muy alta calidad de ingredientes o nutrientes que proporcionan mayores beneficios a las necesidades básicas del animal, se dividen en etapas de vida y cuentan con una formulación fija para la realización del producto, es decir, aunque los precios de los ingredientes varíen en el mercado, éstos no cambiarán, asegurando una calidad constante en el alimento y por ello tienen un precio más alto en el mercado (Case, 2011).

### **1.10 Panorama mexicano de la industria de alimentos balanceados para animales de compañía**

La industria de los alimentos para animales de compañía en México se incrementó un 13.7% en el 2015, con cifras de 42.6 billones de pesos mexicanos en ventas, con lo que posiciona a México dentro de los 10 primeros mercados y de mayor crecimiento de cuidado de mascotas a nivel mundial (Phillips-Donaldson, 2016).



Los alimentos para perro dominaron en el 2015 el mercado mexicano en un 96% con ventas de hasta 40.9 billones, mientras que los alimentos para gatos registraron ventas de 1.7 billones. En conjunto, estos segmentos generaron más de 1 millón de metro cuadrados en términos de volumen, en donde el alimento seco para perros predominó en un 88% y en un 84% en el caso de los alimentos para gatos. Los alimentos húmedos representaron un 11% y 16% respectivamente, mientras que el 1% restante en alimentos para perros, fue representado por premios (Phillips-Donaldson, 2016).

En el mercado mexicano comienzan a aparecer más alimentos tanto para perros como para gatos de etiqueta privada (es decir, el producto lo fabrica un tercero pero se vende bajo el nombre de la marca de una tienda). Por ejemplo, los supermercados y las tiendas de abarrotes, como Comercial Mexicana, Chedraui y Soriana, han introducido sus propias marcas de etiquetas privadas. A la par de este crecimiento de marcas mexicanas individuales, más marcas extranjeras han aprovechado para introducirse en el mercado (Wall, 2017).

Phillips-Donaldson (2016) comenta que, de manera sorprendente, considerando que México es un mercado que sigue en desarrollo, los datos muestran que los productos para perro considerados como Super Premium cuentan con un 19% de ventas, un 66% en los Premium y tan solo un 15% en los alimentos considerados de Valor. Una diferencia enorme comparado con el mercado para gatos, pues los alimentos Super Premium representan un 7% en ventas y el otro 93% está liderado por alimentos considerados de tipo Premium.

Aunque con la introducción de diversas marcas de etiqueta privada cuesta trabajo creer que en los alimentos para gatos no exista cabida la venta de los alimentos categorizados como de Valor, por lo que falta seguir recopilando y analizando datos para generar censos más confiables.

En la actualidad las personas que cuentan con animales de compañía y viven en las ciudades mantienen un lazo más estrecho con éstos, de tal manera, al momento de adquirir alimentos no solo están interesados por su clasificación Super Premium, Premium o de Valor, ahora se

muestran más participativos en analizar lo que compran, poniendo mayor interés en la importancia del contenido nutrimental que ofrecen los productos, tales como el aporte de proteínas y vitaminas (Phillips-Donaldson, 2016).

### 1.11 La proteína en el alimento

El contenido de proteína de los alimentos para los animales de compañía, es mostrado en las etiquetas con un análisis garantizado a manera de porcentaje como proteína cruda (PC), pero este análisis calcula la cantidad total de nitrógeno, en el supuesto que todo el nitrógeno presente en los alimentos proviene de las proteínas, sin tomar en cuenta otros compuestos nitrogenados, conocidos como nitrógeno no proteínico (NNP), por ejemplo: las amidas (McDonald, 2011). Lo anterior sobreestima la cantidad de proteína contenida, por lo tanto, el valor tampoco da a conocer el porcentaje que será aprovechado por el animal, por eso es importante diferenciar el origen de los compuestos nitrogenados.

Las proteínas difieren en su valor nutrimental por diferentes factores como el contenido de aminoácidos esenciales y su porcentaje de digestibilidad por lo que se relaciona directamente con la calidad. Una proteína de alta calidad es aquella que contiene aminoácidos esenciales por arriba de los niveles de referencia (de acuerdo a la especie) y una digestibilidad igual o mayor a las proteínas del huevo (97%) o de la leche (95%) (Damodaran, Parkin y Fennema, 2008).

La *proteína digestible* (PD), es la proporción de aminoácidos que pueden ser liberados a través de la digestión de proteínas y que posteriormente podrán ser absorbidos en el tubo digestivo; el término no debe confundirse con *biodisponibilidad*, ya que ésta hace referencia a la eficiencia de cada aminoácido digerido y que es retenido por el cuerpo luego de haber sido absorbido, reflejando la habilidad del animal de usar los aminoácidos para la síntesis proteínica (Dryden, 2008).

El término de proteína digestible no debe confundirse con *digestibilidad de la proteína* también conocida como *digestibilidad total del tracto digestivo*, ya que ésta se refiere al porcentaje de proteína ingerida que no se excreta en heces, tomando como medida la cantidad de nitrógeno consumido y excretado (NRC, 2006).

La *proteína verdadera* (PV) contiene nitrógeno proveniente de las cadenas de aminoácidos que conforman su estructura. Para que la proteína de los alimentos pueda ser utilizada por el animal, debe sufrir la digestión, donde, los alimentos son degradados hasta sustancias más sencillas que son absorbidas (McDonald, 2011).

Dentro de los alimentos procesados como los extrudizados y los enlatados para perros y gatos, los perros tienen una digestibilidad proteínica del 5 al 8% más alta que los gatos. Esta diferencia en la digestibilidad en este tipo de alimentos parece ser el resultado de una menor longitud del intestino delgado, comparado con la talla corporal (NRC, 2006).

La PD, de manera general, a partir de los ingredientes naturales que comúnmente son empleados para la elaboración de la comida para perros y gatos, tiene una biodisponibilidad de 90%, sin embargo, durante la elaboración de los alimentos, el procesamiento con calor excesivo y prolongado, contribuye al decremento de la disponibilidad de las proteínas, por ende, aminorando incluso más la digestibilidad (NRC, 2006).

### **1.12 Requerimiento de proteína en alimentos para gato adulto en mantenimiento**

La Asociación de Funcionarios para el Control de la Alimentación Americana (*The Association of American Feed Control Officials*, [AAFCO]), recomienda dentro del perfil nutrimental para gatos adultos en mantenimiento, un mínimo de 26% de PC en MS. También establece un mínimo de 65 gramos (g) por cada 1000 kilocalorías de energía metabolizable (kcal EM) (AAFCO, 2014).

Aunque de manera inicial se había estimado un mínimo de PC requerida en gatos adultos en mantenimiento del 10 al 30 % de EM, de acuerdo al *National Research Council* (NRC) (2006), se calcula mínimo un aporte de PC de 160 g/kg de dieta en MS, en una dieta que contiene 4 kcal EM/g. No obstante, se recomienda más un aporte de 200 g PC/kg de dieta en MS, que contenga la densidad energética antes mencionada.

Se han evaluado diversas dietas comerciales extrudizadas durante años y en ninguna de éstas se ha encontrado un aporte menor de 265 g PC/kg de dieta en MS que contenga 4 kcal EM/g (NRC, 2006), cabe recordar que la densidad calórica de los alimentos secos para mascotas se encuentra en un rango de 3 a 4.5 kcal EM/g (Case, 2011).

### **1.13 Normatividad mexicana para el etiquetado de alimentos**

De acuerdo al Diario Oficial de la Federación (SEGOB, 2016) las principales normas oficiales mexicanas que proporcionan las regulaciones del etiquetado de los productos alimenticios son:

- *La NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal. (SAGARPA, 2000).*
  
- *La NOM-012-ZOO-1993, Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. (SAGARPA, 2004).*

Estas normas mencionan algunas especificaciones generales que deberán contener las etiquetas de los alimentos, tales como lote, fecha de caducidad, ingredientes, así como el reporte del análisis garantizado, dentro de estos preceptos, sólo se habla de proteína cruda sin establecer mínimos y/o máximos nutrimentales y en ninguna norma se proporciona la pauta para la declaración o determinación de otro tipo de proteína.

## **2 JUSTIFICACIÓN**

Debido al creciente interés de la población de adquirir a los gatos domésticos como animales de compañía, es fundamental determinar si los alimentos comerciales extrudizados cubren las necesidades proteínicas para la especie. Conocer la cantidad de proteína cruda no es suficiente, pues la proteína verdadera, toma relevancia al ser la auténtica fuente de aminoácidos para el animal.

Del mismo modo, tener datos sobre la proporción de proteína digestible, proveerá una estimación de la cantidad de proteína que podría estar disponible para el animal, con el fin de cubrir sus requerimientos energéticos. En la actualidad no existen rangos de referencia que determinen el mínimo de la cantidad de proteína verdadera y digestible que debería presentar alimento.

## **3 HIPÓTESIS**

Los alimentos extrudizados para gato adulto en mantenimiento que serán analizados, contendrán un mínimo de proteína cruda de 26% en materia seca, también deberán incluir una cantidad de proteína verdadera sin una diferencia de 2% por debajo de la cantidad total de proteína cruda. Asimismo, dichos alimentos, contendrán un mínimo de proteína digestible sin poseer una diferencia porcentual menor del 10% con respecto a la proteína cruda.

## **4 OBJETIVOS GENERALES**

Evaluar la cantidad de proteína cruda, digestible y verdadera, que contienen los alimentos extrudizados para el gato adulto en mantenimiento, mediante el método de Kjeldahl, proteína digestible en pepsina y nitrógeno proteínico, para conocer la cantidad de proteína que podrá ser utilizado como nutriente, por el gato alimentado a base de dichos alimentos.

#### **4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la cantidad de proteína cruda de diferentes marcas de alimentos extrudizados para gatos adultos en mantenimiento, utilizando el método de método de Kjeldahl para conocer la cantidad de componentes nitrogenados totales de éstos alimentos.
  
- Evaluar la cantidad de proteína digestible de diferentes marcas de alimentos extrudizados para gatos adultos en mantenimiento, mediante digestión en pepsina, para conocer la cantidad de proteína que puede ser aprovechada como nutriente por el animal.
  
- Evaluar la cantidad de proteína verdadera de diferentes marcas de alimentos extrudizados para gatos adultos en mantenimiento, a través del método de precipitación por punto isoelectrico, para conocer la cantidad real de proteína que contiene el alimento.

### **5 MATERIAL Y MÉTODOS**

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología I y Bromatología II del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde se analizaron nueve marcas de alimentos extrudizados para gatos adultos en mantenimiento.

Se emplearon tres marcas por clasificación (Super Premium, Premium y de Valor), a su vez cinco lotes distintos por marca, dando un total de 45 lotes. Por cada lote se realizarán tres repeticiones. Los alimentos fueron identificados en orden progresivo del uno al nueve, por lo tanto, los tres primeros números pertenecen a marcas Super Premium, los tres posteriores a marcas Premium y los tres últimos a marcas consideradas de Valor.

Para la determinación de la composición nutrimental de cada uno los alimentos se obtuvo una muestra representativa de cada lote mediante el método de cuarteo (AOAC 965.16, 1990), verificando previamente la integridad del empaque (completamente cerrado y sin rasgaduras) y la vigencia de la fecha de caducidad para asegurar la frescura y viabilidad del producto.

Posteriormente, se realizó el Análisis Químico Proximal (AQP), en donde se determinó la humedad mediante secado en horno de aire forzado (AOAC 934.01, 1990); proteína cruda a través del método de Kjeldahl en unidad de digestión y destilación (AOAC 954.01, 1990); extracto etéreo con el método de Soxhlet (AOAC 920.39, 1990); cenizas por calcinación en mufla (AOAC 942.05, 1990) y fibra cruda realizando digestiones ácida y alcalina con filtro de fibra cerámica (AOAC 962.09, 1990); los elementos libres de nitrógeno se obtuvieron mediante la siguiente ecuación:  $(100\% - [\%Humedad + \%Proteína\ Cruda + \%Extracto\ Etéreo + \%Fibra\ Cruda + \%Cenizas])$  (Tejada, 1992). La proteína digestible se determinó a través de digestibilidad en pepsina (AOAC 971.09, 1990; Tejada, 1992) y finalmente, proteína verdadera, es decir, nitrógeno proteínico, se evaluó mediante el método de precipitación (Krishnamoorthy *et al.*, 1982; Tejada, 1992).

Los resultados obtenidos se analizaron mediante varianza con un factor fijo y un factor anidado y fueron comparados con la Prueba de Tukey, a través del programa JMP® 7.0 del Sistema de Análisis Estadístico (SAS, por sus siglas en inglés) y con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0.05$ ).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Análisis químico proximal

#### 6.1.1 Humedad

Respecto a la cantidad de humedad, pese a que todos los alimentos no sobrepasan el máximo del 10%, se encontraron diferencias significativas entre ellos ( $P < 0.05$ ), siendo los alimentos 1 y 5 con la menor cantidad de humedad presentada, mientras que los alimentos 4, 6, 7, 8, 9 no muestran diferencias significativas entre ellos ( $P > 0.05$ ), presentando el mayor porcentaje de humedad; el alimento 3 es igual al 4, 6, 8 y 9, difiriendo del 7 (ver Tabla 6-1).

*Tabla 6-1 Resultados de Humedad. Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con letras, son significativamente diferentes.  $\alpha = 0.050$ ,  $Q = 3.2971$*

Alimento					%Promedio	
7	A				5.9403	
9	A	B			5.5696	
6	A	B	C		4.9149	
4	A	B	C		4.7557	
8	A	B	C		4.3943	
3		B	C		4.2173	
2			C	D	3.7827	
5				D	E	2.3841
1					E	1.9136

Con base a lo anterior, sólo un alimento Super Premium y uno Premium contuvieron el menor porcentaje de humedad. Todas las demás marcas sin importar categoría, en promedio contienen el mismo porcentaje. Entonces se podría decir que la cantidad de humedad no se encuentra directamente relacionada con la categorización de los alimentos Super Premium, Premium y de Valor.



### 6.1.2 Materia seca

Los alimentos que contienen mayor cantidad de materia seca son el 1 y 5, directamente proporcional a los resultados mostrados en el porcentaje de humedad. Por lo tanto, los alimentos del 2 al 9, mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) con una menor cantidad de materia seca frente al 1 y al 5 (ver Tabla 6-2).

*Tabla 6-2 Resultados de Materia Seca. Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con letras, son significativamente diferentes.  $\alpha = 0.050$ ,  $Q = 3.2971$*

Alimento		%Promedio
1	A	98.0864
5	A B	97.6159
2	B C	96.2173
3	C D	95.7826
8	C D E	95.6056
4	C D E	95.2443
6	C D E	95.0850
9	D E	94.4304
7	E	94.0597

### 6.1.3 Proteína cruda en materia seca

El alimento 1 presentó una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) frente a todos los demás, presentando un mayor porcentaje de PC; además el alimento con menor porcentaje de PC fue el 7 (ver Tabla 6-3).

De manera general, los alimentos Premium y de Valor muestran diferencias significativas entre ellos ( $P>0.05$ ) en cuanto a la cantidad de PC se refiere. Si se categoriza a las marcas con base a este nutriente, en realidad sólo existe una marca en el mercado que supera significativamente a todas las demás (ver Figuras 6-2, 6-3 y 6-4).

Cabe destacar que todas las marcas disponibles en el mercado mexicano cumplen la cantidad mínima establecida por AAFCO (ver Figura 6-1). Con estos resultados, se confirma la hipótesis de este trabajo, pues los alimentos extrudizados para gato adulto en mantenimiento contienen un mínimo de 26% de proteína cruda.

*Tabla 6-3 Resultados de Proteína Cruda en Materia seca. Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con letras, son significativamente diferentes.  $\alpha= 0.050$ ,  $Q= 3.2971$*

Alimento		%Promedio
1	A	36.5
5	B	32.4
6	B	32.2
2	B C	31.6
4	B C	31.0
3	B C	30.9
8	C D	29.7
9	C D	29.5
7	D	27.9

Figura 6-1 Comparación de proteína cruda entre las 9 marcas de alimentos analizados. El porcentaje mínimo requerido por AAFCO se encuentra representado con una línea de color verde, mientras que los datos obtenidos en el laboratorio se representan con las barras de color azul rey.

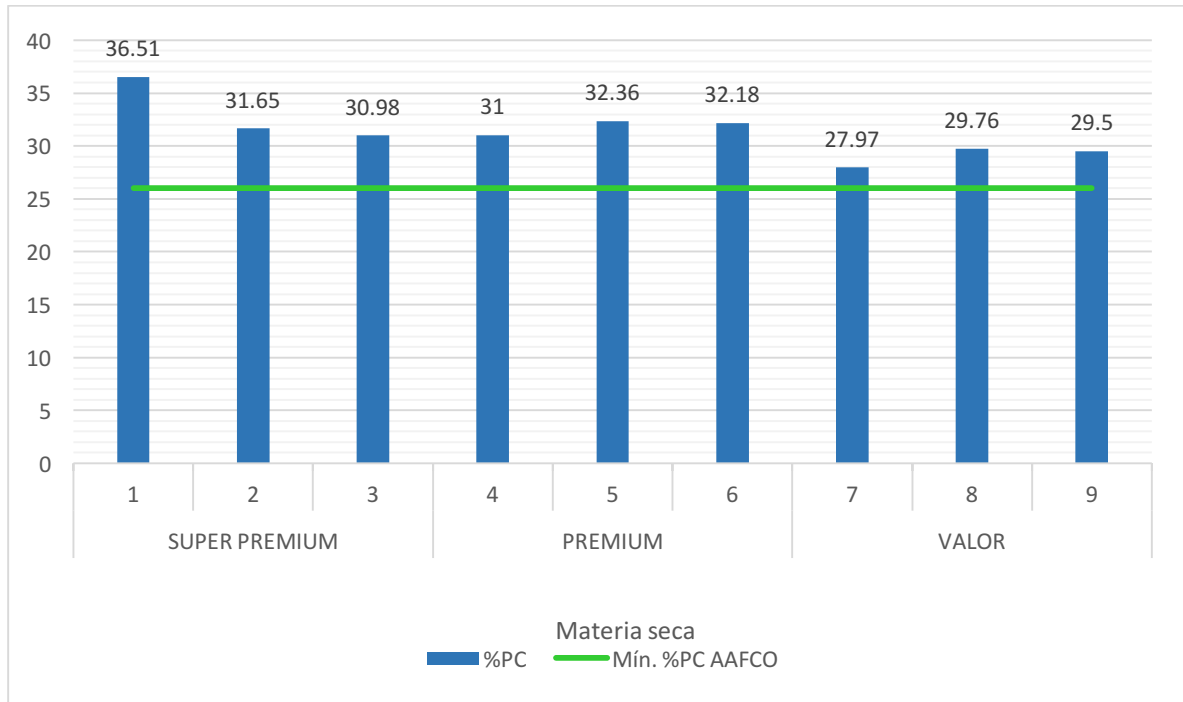


Figura 6-2 Comparación de proteína cruda entre marcas de alimentos Super Premium. El porcentaje mínimo requerido por AAFCO se encuentra representado con barras de color verde, mientras que los datos obtenidos en el laboratorio se representan con las barras de color azul rey.

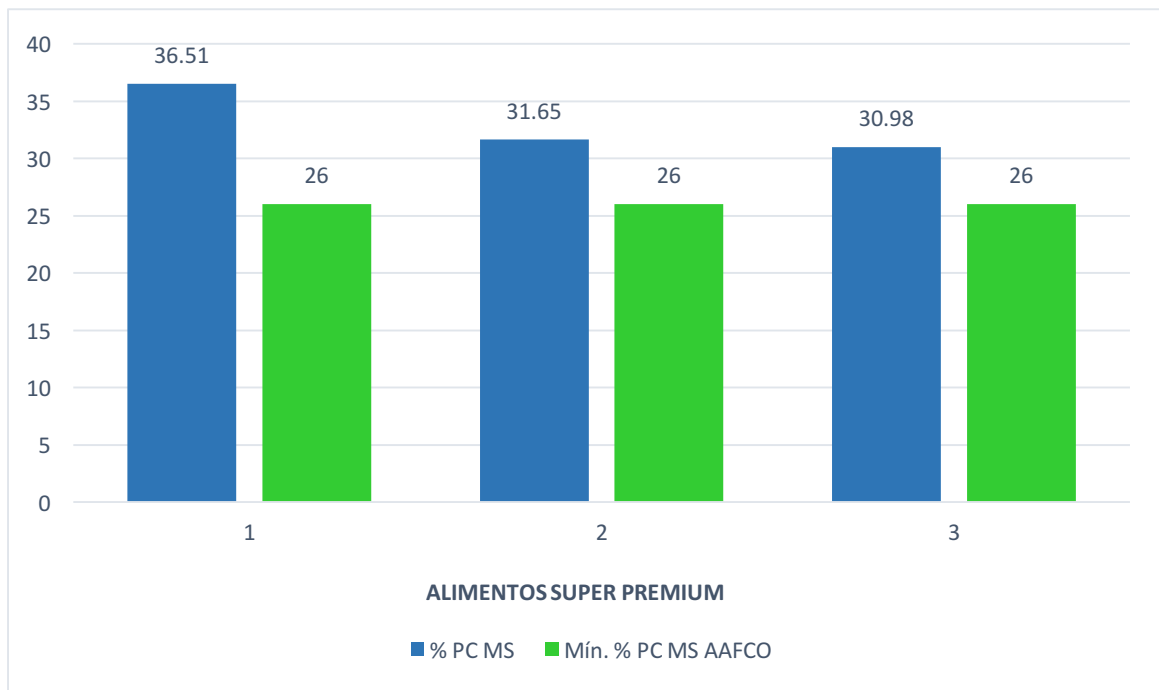


Figura 6-3 Comparación de proteína cruda entre marcas de alimentos Premium. El porcentaje mínimo requerido por AAFCO se encuentra representado con barras de color verde, mientras que los datos obtenidos en el laboratorio se representan con las barras de color azul rey.

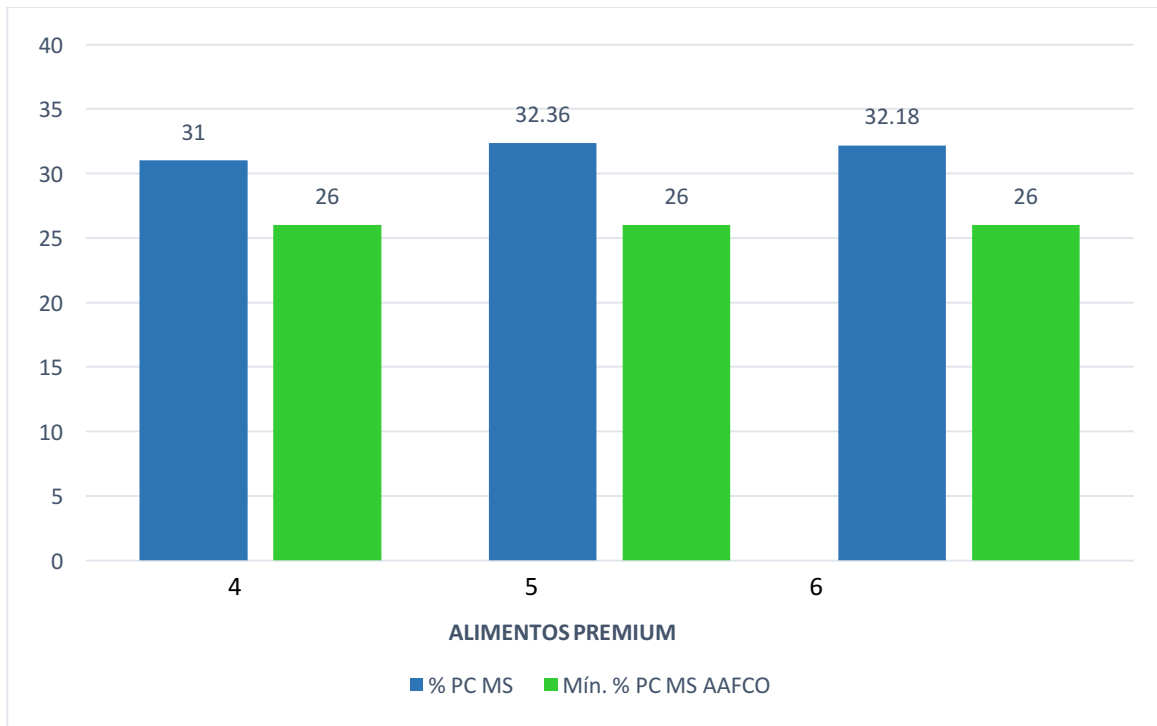
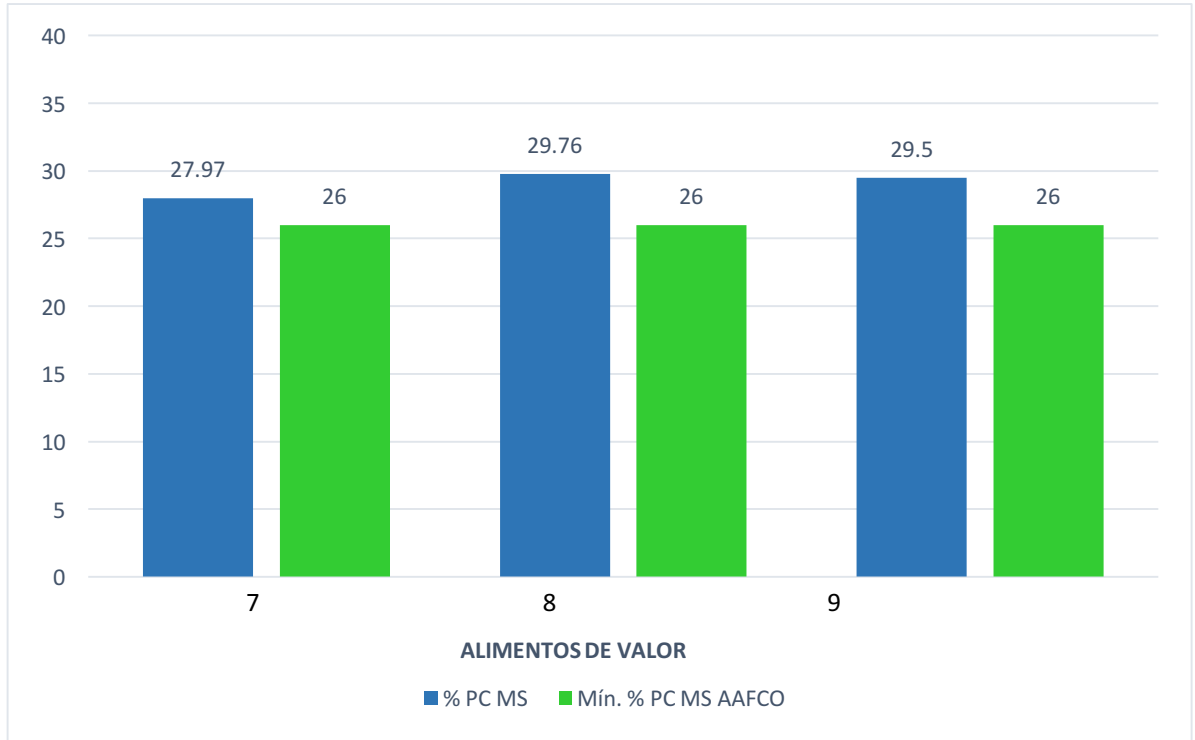
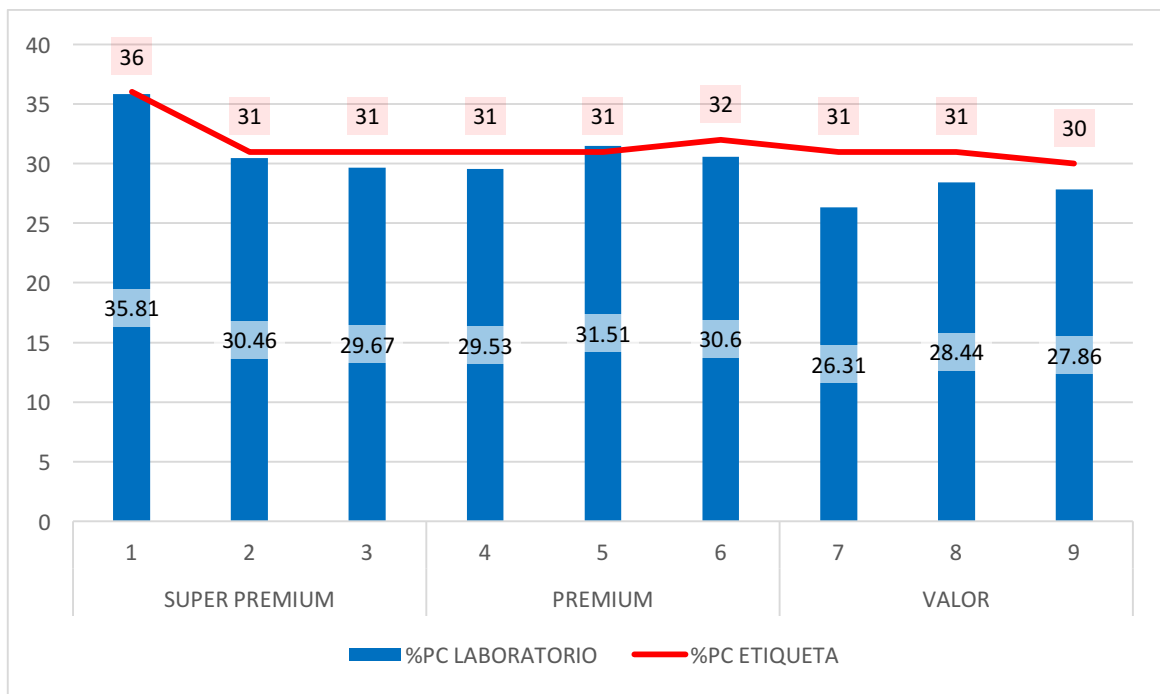


Figura 6-4 Comparación de proteína cruda entre marcas de alimentos de Valor. El porcentaje mínimo requerido por AAFCO se encuentra representado con barras de color verde, mientras que los datos obtenidos en el laboratorio se representan con las barras de color azul rey.



Con los datos de PC, pero en base húmeda, se realizó el comparativo de los datos obtenidos en el laboratorio contra lo que reportan las etiquetas en el mercado, y se observó que sólo el alimento número 1 mantiene el promedio de PC reportada e incluso el alimento 5 mantiene valores ligeramente por arriba del mínimo reportado. En cuanto los alimentos 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9 se encuentran por debajo del porcentaje mínimo reportado (ver Figura 6.5).

Figura 6-5 Comparación entre los resultados obtenidos de proteína cruda en base húmeda (barras de color azul rey) contra lo reportado en las etiquetas de cada alimento (línea continua de color rojo).



#### 6.1.4 Extracto etéreo en materia seca

El alimento 2, presentó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) frente a todos los demás con un mayor porcentaje de extracto etéreo, también conocido como porcentaje de grasa cruda (GC). De igual manera, el alimento 5 presentó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) al contener el menor porcentaje de GC. El resto de los alimentos no presentaron diferencias significativas entre ellos ( $P > 0.05$ ) (ver Tabla 6-4).

La cantidad de grasa se encuentra relacionada directamente con la palatabilidad y la densidad energética del alimento, si para adquirir el producto la decisión estuviera basada únicamente con esta característica sin contemplar otros factores, existe sólo una marca que ofrece un alto porcentaje de grasa y se encuentra dentro de las Super Premium.

*Tabla 6-4 Resultados de Extracto Etéreo en Materia seca. Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con letras, son significativamente diferentes.  $\alpha = 0.050$ ,  $Q = 3.2971$*

Alimento		%Promedio
2	A	19.0222
8	A B	15.4401
1	B C	13.2876
7	B C	13.0773
3	B C D	12.3895
6	B C D	11.6610
9	C D	11.4671
4	C D	10.1351
5	D	8.9702



### 6.1.5 Cenizas en materia seca

El alimento 2 presentó una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) frente a todos los demás, siendo éste el de menor porcentaje de cenizas, por lo que la cantidad de cenizas tampoco se encuentra directamente relacionada con la categorización de los alimentos extrudizados (ver Tabla 6.5).

*Tabla 6-5 Resultados de Cenizas en Materia seca. Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con letras, son significativamente diferentes.  $\alpha = 0.050$ ,  $Q = 3.2971$*

Alimento		%Promedio
7	A	9.5843
1	A B	8.4813
9	A B	8.3680
6	A B	8.2281
3	A B	8.0640
4	A B	7.9850
8	A B	7.9501
5	B	7.6969
2	C	5.7238

### 6.1.6 Fibra cruda en materia seca

Para fibra cruda, los alimentos 1, 2, 3, 4, 5, 8 y 9 no presentan diferencias significativas entre ellos ( $P > 0.05$ ); el alimento 7 muestra diferencia con el mayor promedio de fibra cruda (ver Tabla 6.6).

Tabla 6-6 Resultados de Fibra Cruda en Materia seca. Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con letras, son significativamente diferentes.  $\alpha=0.050$ ,  $Q=3.2971$

Alimento				%Promedio
7	A			5.3261
6	A	B		4.3866
3	A	B	C	3.7336
5	A	B	C	3.7118
8		B	C	3.3844
4		B	C	3.0916
9		B	C	2.8640
1			C	2.4225
2			C	2.3568

### 6.1.7 Elementos libres de nitrógeno en materia seca

Los alimentos 9 y 4 presentaron una mayor diferencia significativa ( $P<0.05$ ) con el mayor porcentaje de elementos libres de nitrógeno (ELN) presentes en el alimento comparados con los alimentos 2, 3, 5, 6 y 7. El alimento 1, muestra diferencia significativa ( $P<0.05$ ) con el menor porcentaje de ELN frente a todos los alimentos (ver Tabla 6-7).

Tabla 6-7 Resultados de Elementos Libres de Nitrógeno en Materia seca. Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con letras, son significativamente diferentes.  $\alpha=0.050$ ,  $Q=3.2971$

Alimento		%Promedio
9	A	47.8029
4	A	47.7869
5	A B	46.8939
3	A B C	44.8367
7	A B C	44.0468
6	A B C D	43.5491
8	B C D	43.4687
2	C D	41.2442
1	D	39.2980

Además, se observa que a mayor cantidad de ELN, menor cantidad de PC, ya que como se mostró en la Tabla 6-3, el alimento 1 fue el que tuvo una diferencia significativa frente a los demás alimentos, presentando el mayor porcentaje de proteína cruda.

## 6.2 Proteína Verdadera en materia seca

En cuanto a proteína verdadera, el alimento que presentó una mayor diferencia significativa ( $P<0.05$ ) contra todos los alimentos fue el alimento 1, con un promedio del 30%; los alimentos 3, 7, 8 y 9 se muestran iguales entre ellos, mostrando la menor cantidad de proteína verdadera con un promedio del 23% (ver Tabla 6.8).

Pese a que el alimento 3 se encuentra en el mercado como Super Premium, los otros son conocidos como de Valor, lo que podría estar relacionado directamente con la calidad del producto, ya que, como se ha mencionado en el trabajo, la PV es la fuente real de aminoácidos que los gatos requieren.

Continuando con la cantidad de PV y PC, los alimentos 7, 8 y 9 estadísticamente son iguales ( $P>0.05$ ). Dichos alimentos contienen un 4% de PV por debajo del porcentaje presentado de PC en el alimento. Si estos mismos alimentos son comparados con el porcentaje de PC mínimo que sugiere AAFCO, la PV se encuentra un 3% por debajo de la PC. Estos resultados muestran que la hipótesis planteada en este trabajo es falsa pues no todos los alimentos evaluados presentan como máximo un 2% de PV por debajo de la PC total.

Aunque los alimentos 2, 4, 5 y 6 presentan un 6% de PV por debajo de la PC (ver Tabla 6.3), ninguno de éstos contiene un porcentaje de PV por debajo del 26%, por lo tanto, bajo este criterio, los alimentos Premium sobresalen de los alimentos de Valor. Lo mismo sucede para el alimento 1, el cual sobresale con un mayor porcentaje tanto de proteína verdadera como de cruda y en ambos casos se encuentra considerablemente por arriba del 26% (ver Figura 6-6).

*Tabla 6-8 Resultados de Proteína Verdadera en Materia seca. Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con letras, son significativamente diferentes.  $\alpha= 0.050$ ,  $Q= 3.2971$*

Alimento		%Promedio
1	A	30.0
4	B	26.8
5	B	26.5
2	B	26.35
6	B C	25.811732
3	C D	23.465838
9	C D	23.352309
8	D	23.107102
7	D	22.717382

### 6.3 Proteína Digestible en materia seca

El alimento 1, presentó una mayor diferencia significativa con el mayor promedio de PD frente a todos los alimentos ( $P < 0.05$ ); Los alimentos 4,7 y 8 presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) con un menor porcentaje de PD frente al resto de los alimentos (ver Tabla 6.9). Un hallazgo interesante mostrado en todas las marcas de alimentos, es que la cantidad de PD rebasa a la cantidad de PV, en un 1 a 2% por alimento extrudizado (ver Figura 6-6).

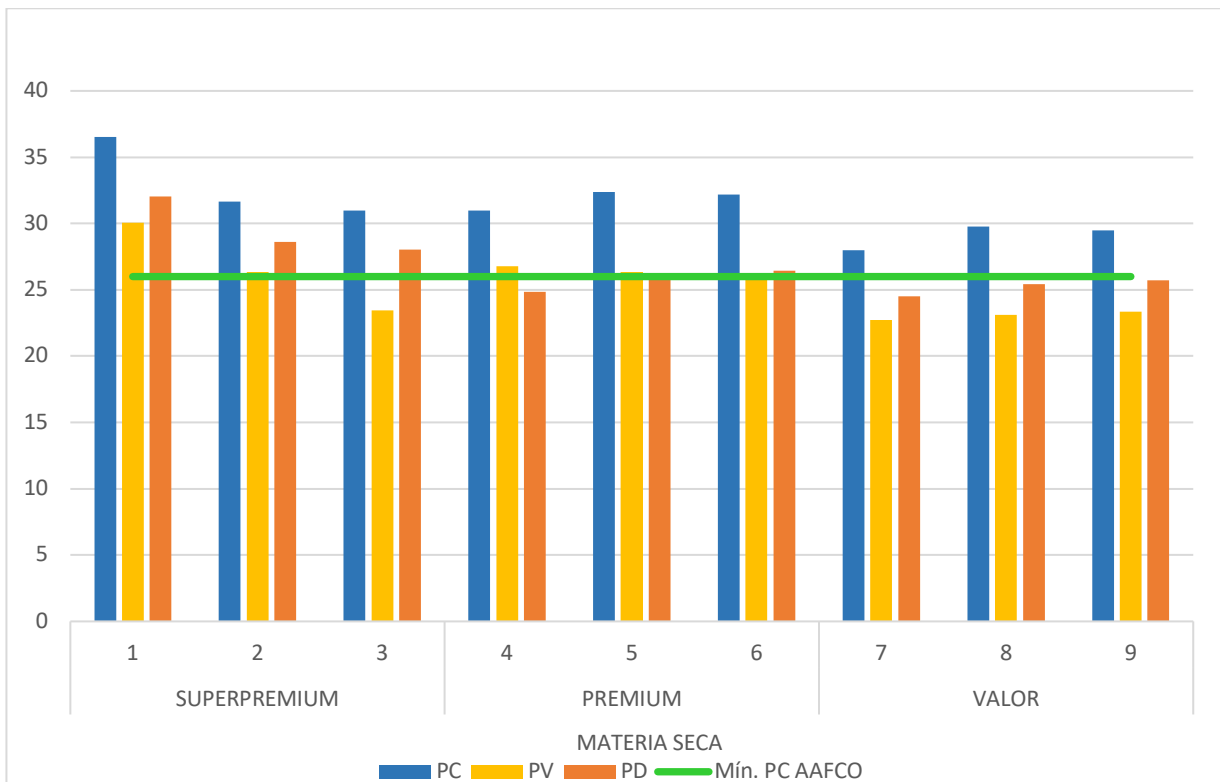
Los resultados obtenidos muestran que la cantidad de PD puede estar asociada de manera directa con la categorización de las marcas, ya que de manera general se obtuvieron tres grupos de alimentos, que podrían estar divididos de mayor a menor en porcentaje de PD, lo que se ajusta a lo que mencionan las marcas para venderse en el mercado. Esto, se encuentra directamente relacionado al tipo de fórmulas utilizadas (ya sean fijas o variables), así como en los ingredientes que son empleados en la elaboración del producto

Si la categorización estuviera basada en este criterio, en realidad sólo existe un único alimento Super Premium, cinco Premium y tres de Valor. Así mismo, se confirma la hipótesis del trabajo, puesto que ninguno de los alimentos evaluados muestra una diferencia mayor del 10% de PD por debajo de la PC. En promedio, todos los alimentos ofrecen un 4% de PD por debajo de la PC.

Tabla 6-9 Resultados de Proteína Digestible en Materia seca. Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con letras, son significativamente diferentes.  $\alpha=0.050$ ,  $Q=3.2971$

Alimento		%Promedio
1	A	32.039921
2	B	28.599622
3	B C	28.050319
5	B C D	26.466487
6	B C D	26.429378
9	C D	25.710597
8	D	25.445628
4	D	24.872270
7	D	24.504790

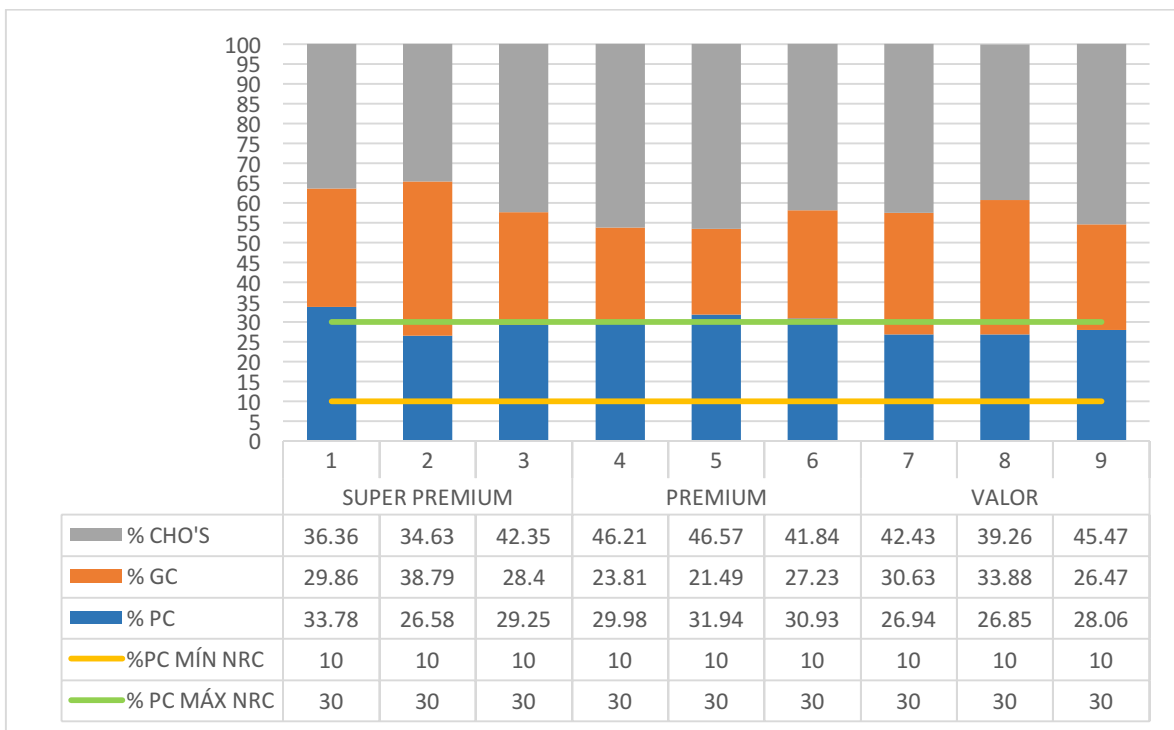
Figura 6-6 Comparación de proteína cruda (barras azul rey), verdadera (barras amarillas) y digestible (barras anaranjadas) entre las diferentes marcas de alimento. El porcentaje mínimo de proteína cruda requerido por AAFCO se encuentra representado con una línea de color verde.



## 6.4 Distribución calórica y densidad energética

Para obtener la comparación de la distribución calórica de los nutrientes (ver Figura 6-7), se calculó la densidad energética (ver Figura 6-8), es decir, el número de kcal/EM que provee cada alimento por cada 100 gramos. Lo anterior se realizó a partir de los datos obtenidos en el análisis químico proximal mediante los Factores Atwater Modificados como lo menciona Case en el libro de Nutrición Canina y Felina (2011), se multiplica el porcentaje de proteína, grasa y carbohidratos por los factores 3.5, 8.5 y 3.5 respectivamente y la sumatoria de estas tres multiplicaciones proporciona las kcal/EM presentes en 100 gramos.

Figura 6-7 Comparación de distribución calórica de los alimentos analizados, donde se aprecia de color azul rey, la proporción de proteína cruda que realmente contienen

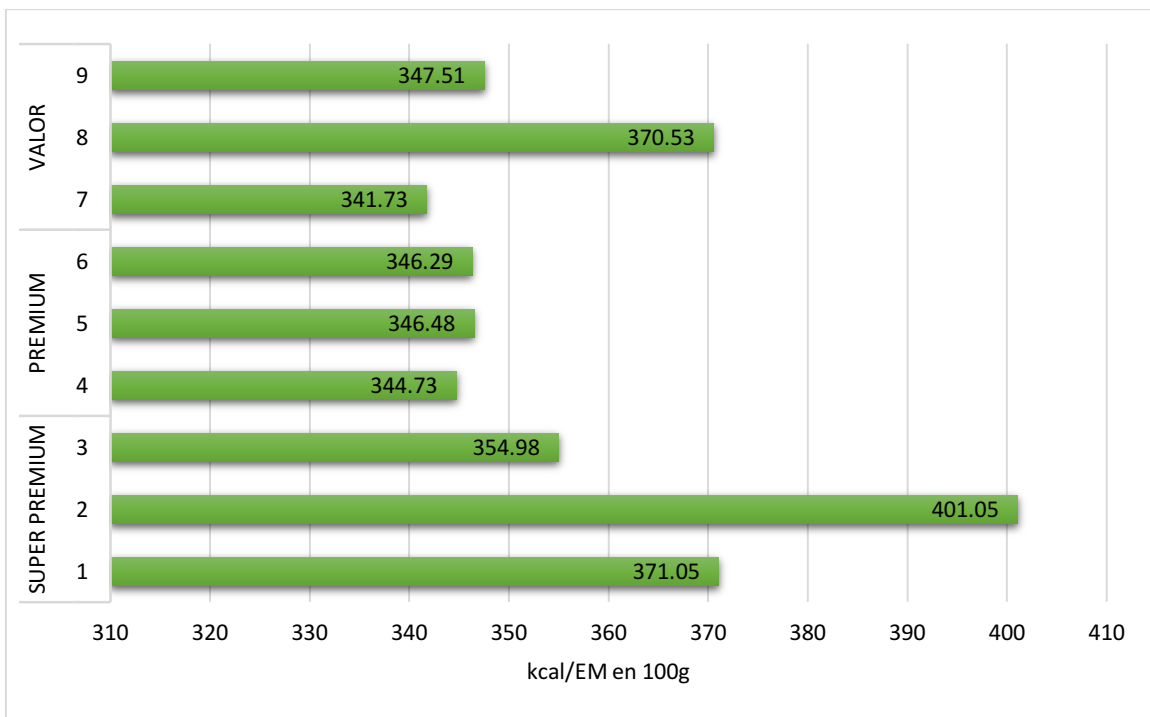


Como se muestra en la Figura 6-7, todos los alimentos cumplieron con el porcentaje mínimo para la distribución calórica de PC establecido por NRC e incluso los alimentos

1 y 5 sobrepasan el 30% sugerido; los alimentos 4 y 6 se encuentran en el límite superior y los alimentos 2, 3, 7, 8 y 9 se encuentran ligeramente por debajo del máximo.

La densidad energética para los alimentos extrudizados se encuentra en un rango entre 300 y 450 kcal/EM en cada 100 g. Los resultados de este análisis señalan que todos los alimentos analizados se encuentran dentro de los rangos antes mencionados, donde el alimento con menor densidad energética es el 7, con 342 kcal/EM por cada 100 g en números redondos. El alimento 2, sobresale de todos los demás, teniendo la mayor densidad energética con 401 kcal/EM por cada 100 g de croquetas (ver Figura 6.8).

Figura 6-8 Comparación de kilocalorías de energía metabolizable contenidas en 100 gramos de alimento.





## 6.5 Resultados generales

- A grandes rasgos, los alimentos Super Premium presentan una mayor cantidad de PC frente a los de Valor ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, no existe diferencia entre los alimentos Premium contra los de Valor ( $P > 0.05$ ). Tomando en cuenta la cantidad de PC, la única diferencia al comprar un producto dentro de estas dos últimas categorías, es el costo en el mercado. Exceptuando dos marcas, en promedio los alimentos en el mercado mexicano, contienen menor porcentaje de PC en BH al que es reportado en la etiqueta.
- En cuanto a la cantidad de PV, no existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre alimentos Super Premium y Premium, aunque éstos últimos tienen una mayor proporción contra los alimentos de Valor, presentado diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).
- Los alimentos Super Premium tiene diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) presentando mayor porcentaje de PD que los alimentos Premium y de Valor. En cambio, los alimentos Premium y de Valor poseen la misma cantidad de PD al no presentar diferencia significativa entre ellos ( $P > 0.05$ ).
- Todos alimentos extrudizados para gato adulto en mantenimiento contienen un porcentaje de ELN, por arriba del 40%.

## 7 DISCUSIÓN

Aunque todos los alimentos extrudizados analizados en este estudio se encuentran por debajo del 12% de humedad recomendado, llama la atención que ninguno sobrepasa el 5%, incluso uno de los alimentos presenta un promedio del 2%. Se ha sugerido que los alimentos secos para gatos, resultan en un decremento en el consumo de agua, pudiendo ser un factor de riesgo en animales susceptibles a urolitiasis. Pese a la poca evidencia existente, es sabido que al aumentar la humedad en la dieta se reduce la incidencia de cálculos de oxalato de calcio, al igual que la incidencia de cistitis idiopática (Grant, 2010; Case, 2011).

Dado que los gatos descienden de especies desérticas, son menos sensibles a la deshidratación por lo que tardan más en beber agua de manera espontánea, contribuyendo a la formación de una orina más concentrada. La cantidad de agua presente en alimento afecta de manera significativa el consumo voluntario de agua, por lo tanto los gatos que son alimentados con croquetas incrementan el consumo voluntario pero no en cantidades suficientes para compensar la poca humedad del alimento (Case, 2011).

Este problema en gatos se ha ido abordado con diferentes estrategias alimentarias para promover el consumo de agua que resultan en la dilución de la orina, tales como añadir alimentos enlatados y dietas altas en sodio. También se promueve el uso de bebederos tipo fuente para estimular el consumo voluntario (Grant, 2010).

De acuerdo con Case, L. (2011), se ha estimado, principalmente para perros, que el consumo diario de agua en un ambiente termoneutral es de dos a tres veces mayor que el consumo de materia seca expresada en gramos, dando como ejemplo a un perro inactivo de 23 kg, el cual requiere aproximadamente 1000 kcal/día. Si el alimento que se proporciona tiene una densidad energética de 3500 kcal/kg el perro tendrá que recibir 285 g de alimento por día. Con un alimento que contiene un 8% de humedad, en realidad el perro consumirá 262 g de alimento en materia seca. Dicha cantidad se multiplica por tres, obteniendo un requerimiento estimado de 785 mL de agua por día. Con el mismo ejemplo y con un procedimiento más práctico, Case, L. (2011) también sugiere que la cantidad de agua consumida sea la cantidad de kcal consumidas al día, en una proporción 1:1, en este caso 1000 mL/ día.

En general los requerimientos de agua son más bajos para los gatos y se ha reportado una relación entre el consumo de agua y la ingestión calórica de 0.6 a 1 menor que lo recomendado para perros. Pese a sobre estimar las necesidades de agua, las fórmulas usadas en perros comúnmente son usadas en los gatos (Case, 2011).

En este estudio, también fue analizada la fibra cruda, la cual ha ganado importancia en la industria de los alimentos para animales de compañía porque modula el tránsito intestinal,

diluye la densidad calórica de los alimentos, contribuye a la pérdida de peso (baja la incidencia de obesidad y diabetes mellitus en las mascotas en general) y se ha visto que mejora la función inmune y el perfil de la microbiota intestinal (De Godoy, Kerr y Fahey, 2013).

La fibra cruda se encuentra dividida en soluble e insoluble así como fermentable y no fermentable. En términos generales la fibra soluble y fermentable se encuentra relacionada con el incremento de la viscosidad del alimento, la disminución del vaciado gástrico, incrementando la saciedad; la reducción de la tasa de liberación de glucosa en el organismo y la estimulación del crecimiento bacteriano (De Godoy, Kerr y Fahey, 2013).

Adicionalmente, en un estudio realizado con gatos (Sato *et al.*, 2010) se determinó que las fibras solubles (en este caso pectinas y mucinas) previenen las lesiones ulcerativas en el intestino delgado secundarias a fármacos como los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) pues la viscosidad de dichas fibras realiza una función de barrera.

Por otra parte, las fibras no fermentables e insolubles son aquellas que disminuyen el tránsito intestinal, diluyen la densidad calórica, incrementan el volumen de las heces así como la humedad en éstas, lo que deriva en un efecto laxante (De Godoy, Kerr y Fahey, 2013).

La pulpa de remolacha considerada fibra moderadamente fermentable y la celulosa microcristalina, la cual no es fermentable y por lo tanto insoluble, son los dos ingredientes que tradicionalmente son empleados como fuente de fibra en la nutrición para los animales de compañía (De Godoy, Kerr y Fahey, 2013).

Ciertamente, en los alimentos empleados en este estudio se encuentran reportados uno o ambos de estos ingredientes. Particularmente, los alimentos Super Premium, tienen en común el empleo de la pulpa de remolacha como uno de sus principales ingredientes. De acuerdo con Godoy, Kerr y Fahey (2013), los gatos alimentados con dietas que contienen pulpa de remolacha como principal fuente de fibra tienen mayor digestibilidad comparadas con las dietas que utilizan la celulosa.

La influencia de la fibra en la digestibilidad de otros macronutrientes y energía de la dieta es mucho más compleja y depende del porcentaje de inclusión. Se han realizado comparaciones en gatos alimentados con 1.7% de fibra total en el alimento y gatos alimentados con el 11.2%, habiendo diferencia significativa, reflejada en un decremento en la digestibilidad en materia seca (88% contra un 81% respectivamente) (De Godoy, Kerr y Fahey, 2013).

Los alimentos en este estudio, se encontraron en un rango del 2 al 5% de fibra cruda. Aunque se haya medido solamente la PD, ésta proporciona una idea general de la digestibilidad del producto, ya que el alimento 7, cuya cantidad de fibra fue la mayor también presentó el menor porcentaje de PD frente a todas las marcas.

Existe un particular interés en el impacto que tiene la fibra en la digestibilidad de la proteína porque mucha de la proteína que no es absorbida en el intestino delgado es fermentada en el intestino grueso, dando como resultado ácidos grasos de cadena corta (SCFA por sus siglas en inglés) que pueden tener un impacto benéfico, aunque a su vez, grandes cantidades de dicha fermentación puede alterar la microbiota favoreciendo la proliferación de especies potencialmente patogénicas (De Godoy, Kerr y Fahey, 2013).

De Godoy, Kerr y Fahey, (2013) hacen referencia que la inclusión de pulpa de remolacha en la dieta u otras fibras fermentables, así como su subsecuente fermentación en el colon, puede mejorar la fermentación proteínica o aumentar la producción de nitrógeno microbiano debido a la mayor disponibilidad de energía como ya se mencionó. También comentan que, tanto en perros como en gatos, se ha vinculado la disminución de nitrógeno urinario con la inclusión de fibra ya que es excretado a través de las heces.

Hablando referente a la cantidad de elementos libres de nitrógeno (ELN), constituidos principalmente por carbohidratos digeribles (por ejemplo, oligosacáridos o disacáridos como la sacarosa y la fructosa y polisacáridos no estructurales, como el almidón) (FAO, 1993; NRC, 2006). Los granos de cereales y leguminosas son las principales fuentes de monosacáridos en los alimentos para mascotas (NRC, 2006). Los alimentos en este estudio se encuentran en un rango que va de un 39% a un 48% en números redondos de ELN. Ya citado, se ha

hecho énfasis en el tipo de nutriente que debería de predominar en la dieta de los felinos.

Existen estudios que observan la tolerancia de los carbohidratos en la dieta felina, definiendo la tolerancia de carbohidratos como la habilidad de ingerir una dieta con carbohidratos sin efectos adversos (Ugarte *et al.*, 2004).

En un estudio realizado en el 2004 por Ugarte, C. *et al.* se postuló que la intolerancia y mala asimilación de carbohidratos pueden ser complicaciones comunes de enfermedades del tracto gastrointestinal que pueden desencadenar en diarreas y sobrecrecimiento bacteriano en los gatos y que podría estar fuertemente relacionado con la Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII), por lo que sometieron a diferentes gatos diagnosticados con EII y a gatos completamente sanos a cuatro diferentes dietas ricas en carbohidratos para observar su absorción y tolerancia. No se encontraron diferencias entre las dietas proporcionadas o entre los gatos sanos y diagnosticados con EII.

Aunque no se ha podido dilucidar la causa exacta de la EII, las hipótesis siguen apuntando a un complejo de interacciones entre los factores ambientales como los desbalances microbianos en el intestino, los componentes dietarios, así como defectos genéticos (Jergens, 2012).

En contraste, existe otro estudio que resalta la importancia de la cantidad adecuada de PC en la dieta de los gatos (Zoran, 2008). Se refiere que varios gatos fueron alimentados con una dieta extremadamente baja en proteína (21% de PC y 49% en carbohidratos) durante 10 semanas. Los cambios observados fueron un alargamiento de las vellosidades intestinales, criptas más profundas y una capa más gruesa de células epiteliales, lo que fue interpretado como una respuesta adaptativa del tracto gastrointestinal felino para incrementar la superficie y maximizar la absorción proteínica.

Curiosamente los porcentajes que se emplearon en el estudio antes mencionado, no distan mucho de los porcentajes obtenidos en las marcas analizadas para este trabajo. Surgen dudas si estos hallazgos contribuyen a acortar la calidad de los años de vida que pudieran

tener los gatos como animales de compañía, por esta razón se deja abierta la posibilidad de realizar otros estudios que ayuden a sustentar un cambio morfológico intestinal en un periodo de tiempo largo.

Los carbohidratos son necesarios para la elaboración de croquetas dado al proceso de extrusión pero también reducen el costo de las dietas (Zoran, 2008). Por lo tanto, en la actualidad sigue siendo controversial la cantidad de los carbohidratos en la alimentación de los felinos, así como el papel en su utilización.

Los carbohidratos se encuentran presentes de moderadas a grandes cantidades en las dietas para los gatos y especialmente en aquellas que se encuentra diseñadas para enfermedades gastrointestinales ya que al cocinarlos presentan una digestibilidad por arriba del 95%, de modo que son una fuente energética rápida y disponible (Zoran, 2008).

Incluso con lo anterior, los gatos con una enfermedad intestinal severa pueden disminuir la habilidad para la elaboración de enzimas tales como las disacaridasas, aunque se requieren de más estudios (Zoran, 2008).

Como se observó en los datos anteriores, la cantidad de PV se encuentra ligeramente por debajo de la PD y esta tendencia está presente en todas las marcas de alimento para gato adulto en mantenimiento que fueron analizadas en este estudio.

Antedicho, la medición en general de las proteínas se realiza de manera indirecta a través de la cuantificación del nitrógeno total, tal es el caso de la PC y la PD, a diferencia de la PV pues ésta pasa por un proceso previo de precipitado y filtrado, cuyo resultado es la separación del nitrógeno proteínico del no proteínico, este procedimiento involucra la desnaturalización con calor de las proteínas presentes, lo que modifica su estructura y disminuye la solubilidad de éstas en el medio.

Vale la pena destacar que las proteínas sólo pueden ser absorbidas por la mucosa intestinal, cuando de manera progresiva se hidrolizan por enzimas como la dipeptidasa y la aminopeptidasa hasta la obtención de tripéptidos, dipéptidos y aminoácidos individuales

(Bello-Gutiérrez, 2000; Case, 2011).

Las células que se encuentran altamente especializadas para la absorción de los nutrientes son los enterocitos, los cuales tienen un periodo de vida de dos a tres días. Entre los mecanismos para la absorción de moléculas pequeñas se encuentra la difusión pasiva (Case, 2011).

Mediante un proceso activo (ligado a transportadores de sodio) se absorbe la glucosa (monosacárido), así como los aminoácidos y algunos dipéptidos y tripéptidos. Previo a la liberación a la circulación portal, los péptidos que fueron absorbidos por el enterocito son hidrolizados a unidades de aminoácidos a la entrada de éste (Case, 2011). Por ende, los aminoácidos que se encuentran libres en el alimento son altamente digestibles ya que se absorben en la mucosa intestinal sin necesidad de pasar por procesos enzimáticos previos.

Por lo tanto, los resultados en este trabajo se podrían deber a la adición y/o suplementación de ingredientes que contengan nitrógeno en su composición, tal es el caso de los aminoácidos libres, por ejemplo, la taurina y la DL-metionina. Las vitaminas nitrogenadas como las vitaminas del complejo B, también podrían jugar un papel importante en el incremento de la proteína digestible. No se encontraron reportes de revistas indexadas con otros estudios parecidos a lo ejecutado en este trabajo en relación a la PV y la PD.

En cuanto a la categorización de los alimentos en el mercado, con base a los resultados obtenidos, debe ser considerado el precio en el que éstos se encuentran en el mercado, pues los alimentos para gato tienden a ser más caros que los de perro por la cantidad más elevada de proteína.

Haciendo un comparativo de manera general, el alimento 1 que contiene 36% de PC, es decir contiene 36 gramos de PC por cada 100 gramos de alimento, los cuales tienen un costo promedio de \$46.00 pesos, es decir, el gramo de proteína cuesta \$0.16 pesos. Para los alimentos 2 y 3 que no presentan diferencia significativa entre ellos, 32 g de PC contenidos en 100 g de alimento, tienen un valor en números redondos de \$19.00 pesos, entonces el

gramo cuesta \$0.19 pesos.

Estos alimentos se venden en el mercado como Super Premium con diferentes presentaciones en cuanto a cantidad lo que podría dar la impresión que el alimento 1 es el más caro frente a los dos últimos, pero en realidad no lo es desde el punto de vista proteínico.

Los alimentos 5 y 6 por cada 100 g alimento que contienen 32 g de PC, tienen un costo promedio en el mercado de \$5.00 pesos, por lo que el gramo de proteína tiene un valor de \$0.05 pesos. Estos alimentos se encuentran clasificados como Premium y estadísticamente son iguales a los alimentos 2 y 3. Con estos datos el consumidor se podría sentir engañado pues la diferencia de costos es tres veces mayor.

Otro dato interesante radica que estas empresas se promueven en el mercado por su alta digestibilidad y si bien los alimentos 3, 5 y 6 no son significativamente diferentes en la cantidad de proteína digestible, el 2 sí lo es, pues contiene mayor digestibilidad; en otras palabras, el costo del producto se encuentra estrechamente relacionado con la digestibilidad que éste presente y aunque parezca un dato evidente, no lo es así para el alimento 3, cuyo gramo de PC cuesta \$0.19 pesos, pero con una digestibilidad igual a la de los alimentos donde el gramo cuesta a \$0.05 pesos y el consumidor no lo sabe.

El alimento 7 que tuvo diferencia significativa con el menor porcentaje de PC, tiene un costo de \$3 pesos por cada 100 g de alimento, los cuales contienen 28 g de PC, teniendo así que el gramo de alimento cuesta \$0.03 pesos, lo que equivale a 6 veces menos que el valor de un alimento Super Premium, aunque en este caso la diferencia de PD es considerable ya que el alimento 7 presenta un 24% contra un 32% de proteína digestible del alimento 1.

Con todos estos datos de PC, PV y PD, el consumidor puede tener la certeza de adquirir un mejor producto, en cuanto a calidad proteínica se refiere, si compra una marca Super Premium contra una de Valor; no es el caso para los alimentos Premium y los de Valor, en este último caso la decisión de invertir más o menos en el alimento se verá orientada por otros factores, como mercadotécnicos, por ejemplo, que por calidad proteínica.



## **8 CONCLUSIONES**

Los alimentos extrudizados para gato adulto en mantenimiento analizados en el presente trabajo, contienen un mínimo de proteína cruda de 26% aunque no todos presentan un máximo del 2% de proteína verdadera por debajo de la cruda ya que estos valores difieren por mucho más. Así mismo, todos los alimentos contienen un mínimo de proteína digestible sin poseer una diferencia porcentual menor del 10% con respecto a la proteína cruda. Todos los alimentos analizados en este estudio cumplen con el mínimo de proteína cruda en materia seca establecido por AAFCO. Basados en la calidad proteínica, se concluye que los mejores alimentos en el mercado son los Super Premium; no existe diferencia en calidad proteínica entre los Premium y de Valor.

## **9 COMENTARIOS**

Se hace énfasis en promover la actualización de normas que proporcionen seguridad al consumidor, obligando a las empresas a reportar no solo el análisis garantizado, sino la cantidad de proteína verdadera y digestible que sus productos contienen para que la compra se encuentre fundamentada en calidad y no en mercadotecnia.

Finalmente, el presente trabajo abre la pauta para futuras investigaciones relacionadas al tema, con esperanzas que en un plazo de tiempo relativamente corto se obtengan datos más contundentes acerca del mínimo de proteína verdadera que debería contener un alimento para gato, pues como se mencionó, juega un papel fundamental en el metabolismo de estos animales.

## 10 REFERENCIAS

1. AAFCO (2014) "AAFCO methods for substantiating nutritional adequacy of dog and cat food", en Association of American Feed Control Officials (ed.) *AAFCO Dog and Cat Food Nutrient Profiles*, pp. 1–24. Disponible en: [https://www.aafco.org/Portals/0/SiteContent/Regulatory/Committees/Pet-Food/Reports/Pet\\_Food\\_Report\\_2013\\_Midyear-Proposed\\_Revisions\\_to\\_AAFCO\\_Nutrient\\_Profiles.pdf](https://www.aafco.org/Portals/0/SiteContent/Regulatory/Committees/Pet-Food/Reports/Pet_Food_Report_2013_Midyear-Proposed_Revisions_to_AAFCO_Nutrient_Profiles.pdf) (Consultado: el 13 de marzo de 2017).
2. American Pet Products Association (2016) *Pet Industry Market Size & Ownership Statistics*, American Pet Products Association, Inc. Disponible en: [http://www.americanpetproducts.org/press\\_industrytrends.asp](http://www.americanpetproducts.org/press_industrytrends.asp) (Consultado: el 10 de marzo de 2017).
3. AOAC 920.39 (1990) *Association of Official Analytical Chemists 920.39.1990. Fat (Crude) or Ether Extract in Animal Feed*. 15a ed. Editado por Official Methods of Analysis. United States of America: Official Methods of Analysis.
4. AOAC 934.01 (1990) *Association of Official Analytical Chemists 934.01.1990. Loss on Drying (Moisture) at 95–100°C for Feeds/Dry Matter on Oven Drying at 95–100°C for Feeds*. 15a ed. Editado por Official Methods of Analysis. United States of America: Official Methods of Analysis.
5. AOAC 942.05 (1990) *Association of Official Analytical Chemists 942.05.1990. Ash of Animal Feed*. Editado por Official Methods of Analysis. United States of America: Official Methods of Analysis.
6. AOAC 954.01 (1990) *Association of Official Analytical Chemists 954.01.1990. Protein (Crude) in Animal Feed and Pet Food*. 15a ed. Editado por Official Methods of Analysis. United States of America: Official Methods of Analysis.
7. AOAC 962.09 (1990) *Association of Official Analytical Chemists 962.09.1990. Fiber (Crude) in Animal Feed and Pet Food*. 15a ed. Editado por Official Methods of Analysis. United States of America: Official Methods of Analysis.

8. AOAC 965.16 (1990) *Association of Official Analytical Chemists 965.16.1990. Sampling of Animal Feed*. 15a ed. Editado por Official Methods of Analysis. United States of America: Official Methods of Analysis.
9. AOAC 971.09 (1990) *Association of Official Analytical Chemists 971.09.1990. Pepsin Digestibility of Animal Protein Feeds*. Official Methods of Analysis. 15a ed. Editado por Official Methods of Analysis. United States of America: Official Methods of Analysis.
10. APPA (2017) *Pet Industry Market Size & Ownership Statistics*, American Pet Products Association, Inc.
11. Bello-Gutiérrez, J. (2000) *Ciencia Bromatológica Principios generales de los alimentos*. Madrid, España.: Díaz de Santos, S.A.
12. Case, L. P. (2011) *Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals*. Mosby.
13. Damodaran, S., Parkin, K. L. y Fennema, O. R. (2008) *Fennema's Food Chemistry*. 4th editio. Editado por S. Damodaran, K. L. Parkin, y O. R. Fennema. New York, U.S.A.: CRC Press.
14. Devlin, T. M. (2004) *Bioquímica: libro de texto con aplicaciones clínicas*. Reverté. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books?id=p3DCb9ITLx8C&pg=PA94&dq=bioquimica+definicion+proteinas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjg0Zu4p8vSAhWBLyYKHTA-DqgQ6AEIJDAC#v=onepage&q=bioquimica definicion proteinas&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=p3DCb9ITLx8C&pg=PA94&dq=bioquimica+definicion+proteinas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjg0Zu4p8vSAhWBLyYKHTA-DqgQ6AEIJDAC#v=onepage&q=bioquimica%20definicion%20proteinas&f=false) (Consultado: el 15 de marzo de 2017).
15. Dryden, G. M. (2008) *Animal nutrition science*. CABI Pub.
16. FAO (1993) *Análisis proximales*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S03.htm#ch3.6>.
17. Fernández, M. y Álvarez, M. A. (2005) "Las aminas biógenas en los alimentos", *Agrocsic*, pp. 1–8.
18. De Godoy, M. R. C., Kerr, K. R. y Fahey, G. C. (2013) "Alternative dietary fiber sources in companion animal nutrition", *Nutrients*, 5(8), pp. 3099–3117. doi: 10.3390/nu5083099.

19. Grant, D. C. (2010) "Effect of water source on intake and urine concentration in healthy cats", *Journal of Feline Medicine and Surgery*. ISFM and AAFP, 12(6), pp. 431–434. doi: 10.1016/j.jfms.2009.10.008.
20. Hand, M. S. y Lewis, L. D. (2000) *Small animal clinical nutrition*. Mark Morris Institute.
21. ITIS (2017) *Felis catus Linnaeus, 1758*. Disponible en: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=183798#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=183798#null).
22. Jergens, A. E. (2012) "Feline Idiopathic Inflammatory Bowel Disease: What we know and what remains to be unraveled", *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 14(7), pp. 445–458. doi: 10.1177/1098612X12451548.
23. Krishnamoorthy, U. *et al.* (1982) "Nitrogen Fractions in Selected Feedstuffs", *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(82)82180-2.
24. McDonald, P. (2011) *Animal nutrition*. Prentice Hall/Pearson.
25. Nelson, D. L. (David L., Cox, M. M. y Lehninger, A. L. (2013) *Lehninger principles of biochemistry*. W.H. Freeman and Company.
26. NRC (2006) *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. Editado por National Research Council. Washington, D.C.: National Academies Press. doi: 10.17226/10668.
27. Paßlack, N. *et al.* (2017) "Impact of dietary protein concentration and quality on immune function of cats", *PLoS ONE*, 12(1), pp. 1–14. doi: 10.1371/journal.pone.0169822.
28. Phillips-Donaldson, D. (2016) "Mexican Ppet food market on the rise". Disponible en: <https://www.petfoodindustry.com/blogs/7-adventures-in-pet-food/post/5877-mexican-pet-food-market-on-the-rise>.
29. SAGARPA (2000) "Norma Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal", *Diario Oficial de la Federación*, 12, pp. 12–18. Disponible en: [www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx).
30. SAGARPA (2004) "MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-012-ZOO-1993, Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.", *Diario Oficial*

- de la Federación, pp. 1–14. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202293/Modificaci\\_n\\_C\\_NOM-012-ZOO-1993\\_270104.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202293/Modificaci_n_C_NOM-012-ZOO-1993_270104.pdf).
31. Satoh, H. *et al.* (2010) “Soluble dietary fiber protects against nonsteroidal anti-inflammatory drug-induced damage to the small intestine in cats”, *Digestive Diseases and Sciences*, 55(5), pp. 1264–1271. doi: 10.1007/s10620-009-0893-2.
  32. SEGOB (2016) *Diario Oficial de la Federación*. Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/> (Consultado: el 26 de abril de 2017).
  33. SEMARNAP (2000) “Manejo de Felinos en Cautiverio”, en Dirección General de Vida Silvestre (ed.) *Journal of Chemical Information and Modeling*. México, pp. 1689–1699. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
  34. Tejada, H. (1992) *Control de Calidad y Análisis de Alimentos para Animales*. México: Sistema de Educación Continua en Producción Animal.
  35. Ugarte, C. *et al.* (2004) “WALTHAM International Science Symposium: Nature, Nurture, and the Case for Nutrition Carbohydrate Malabsorption Is a Feature of Feline Inflammatory Bowel Disease but Does Not Increase Clinical Gastrointestinal Signs 1, 2”, (March), pp. 2068–2071.
  36. Verbrugghe, A. y Bakovic, M. (2013) “Peculiarities of one-carbon metabolism in the strict carnivorous cat and the role in feline hepatic lipidosis”, *Nutrients*, 5(7), pp. 2811–2835. doi: 10.3390/nu5072811.
  37. Wall, T. (2017) “4 trends in the Mexican pet food market”, *Pet Food Industry*, 15 junio. Disponible en: <https://www.petfoodindustry.com/articles/6508-trends-in-the-mexican-pet-food-market>.
  38. Zoran, D. L. (2008) “Nutritional Management of Feline Gastrointestinal Diseases”, *Topics in Companion Animal Medicine*. Elsevier Inc., 23(4), pp. 200–206. doi: 10.1053/j.tcam.2008.08.003.