



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA, VERDADERA Y
DIGESTIBLE EN ALIMENTOS COMERCIALES SECOS
SUPER-PREMIUM Y NATURALES PARA PERRO ADULTO
DE RAZA PEQUEÑA EN MATENIMIENTO.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MEDICA
VETERINARIA ZOOTECNISTA
PRESENTA**

NATALIE MORENO RIVAS

**Asesores:
MVZ, M.PA. Dr. C. Carlos Gutiérrez Olvera
Q.A. Águeda García Pérez**

Ciudad Universitaria, CDMX. 2019



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 mucho cariño y amor:

A Dios, por permitirme llegar hasta aquí al darme salud y fuerza, por iluminar mi mente y por poner en mi camino a las personas indicadas para lograr este sueño.

A mis padres por creer en mí, por darme su amor y apoyo incondicional y por ser siempre un ejemplo para mí.

A mis hermanos y demás familia en general por sus palabras de aliento y por siempre estar al pendiente de mí.

A mis asesores de tesis, Dr. Carlos Gutiérrez Olvera y Q.A Águeda García, por su paciencia, enseñanzas y apoyo.

A todo el personal de Laboratorio de Bromatología I que me apoyo y aconsejo en la realización del trabajo

A personas tan especiales en mi vida que directamente contribuyeron en la realización del proyecto: Sandra, Paulina y Alfonso.

A mis mascotas Ranhia, Brandon, Layla y Katie (QEPD) por ser mi inspiración durante toda la carrera.

A todos los que no mencione pero que forman parte importante en mi vida y que sin ellos no sería posible concluir este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Con cariño e infinito agradecimiento:

A la gloriosa Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por brindarme la oportunidad de formarme académicamente.

Al Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, especialmente al Laboratorio de Bromatología I, por permitir el uso de sus instalaciones para la realización de este proyecto, así como todo el personal que colaboro instruyéndome.

A mis asesores y sinodales por la paciencia y apoyo que me brindaron.

A mi instructora Diana C. por guiarme y enseñarme en el Laboratorio.

A la actuaría Adriana Ducoing Watty por su colaboración en el estadístico del proyecto.

A las empresas de alimento para mascotas que aportaron material para la realización de este estudio: Blue Buffalo® y Virbac®.

CONTENIDO

PÁGINA

1. Introducción.....	2
1.1 Generalidades.....	2
1.1.1 Importancia del perro y su domesticación.....	2
1.1.2 Clasificación del perro y particularidades como especie.....	3
1.1.3 Tipo de alimentación y su evolución.....	4
1.2 Alimentos comerciales para animales de compañía.....	5
1.2.1 Clasificación.....	6
1.2.1.1 Alimentos super-premium.....	7
1.2.1.2 Alimentos naturales.....	8
1.2.2 Organismos reguladores.....	9
1.2.2.1 Nacionales.....	9
1.2.2.2 Internacionales.....	11
1.2.3 Análisis garantizado.....	12
1.2.4 Ingredientes proteínicos.....	13
1.2.5 Panorama económico actual.....	13
1.3 Proteínas.....	15
1.3. 1. Características generales y función.....	15
1.3.2. Digestión.....	18
1.3.3 Metabolismo de las proteínas.....	19
1.3.4 Tipos de proteínas.....	21
1.3.4.1 Proteína Cruda.....	21
1.3.4.2 Proteína digestible.....	21

1.3.4.3 Proteína verdadera.....	22
1.3.5 Aminoácidos esenciales y no esenciales.....	22
1.3.6 Requerimientos e importancia en la alimentación del perro.....	23
1.3.7 Exceso de proteína.....	24
1.3.8 Deficiencia de proteína.....	25
1.4 Justificación.....	26
1.5 Hipótesis.....	27
1.6 Objetivo general.....	27
1.6.1 Objetivos específicos.....	27
2. Material y métodos.....	29
2.1 Alimentos utilizados y preparación de muestras.....	29
2.2 Análisis Químico Proximal (AQP).....	30
2.3 Determinación de proteína digestible.....	30
2.4 Determinación de proteína verdadera.....	31
2.5 Método de Kjeldahl.....	31
2.6 Determinación de energía.....	32
2.7 Análisis estadístico.....	32
3. Resultados.....	33
3.1 Análisis Químico Proximal.....	33
3.1. 1 Humedad.....	33
3.1. 2 Materia Seca.....	34
3.1.3 Proteína cruda.....	36
3.1.4 Extracto etéreo.....	39

3.1.5 Cenizas.....	41
3.1.6 Fibra cruda.....	43
3.2 Elementos libre de Nitrógeno.....	46
3.3 Energía metabolizable.....	47
3. 4 Proteína digestible.....	48
3. 5 Proteína verdadera.....	51
3.6 Resultados generales de PC, PD y PV.....	54
4. Discusión.....	55
5. Conclusiones.....	73
6. Referencias.....	75

RESUMEN

MORENO RIVAS NATALIE. Evaluación de proteína cruda, verdadera y digestible en alimentos comerciales secos super-premium y naturales para perro adulto raza pequeña en mantenimiento (bajo la dirección de M.V.Z., M.P.A.,Dr.C. Carlos Gutiérrez Olvera y Q.A. Águeda García Pérez).

Los perros son los animales más importantes para el ser humano y con esto ha aumentado el interés de adquirir productos seguros y de buena calidad para una nutrición balanceada. El presente trabajo fue realizado con el objetivo de evaluar la calidad de la proteína de los alimentos secos para perros adultos en mantenimiento de las categorías super-premium y naturales; ya que este dato no es incluido en la etiqueta. De las dos categorías de alimento en el mercado mexicano (super-premium y naturales) se utilizaron cuatro marcas de cada una, con 5 lotes diferentes por marca. Además, en cada lote se realizaron las pruebas por triplicado y a cada muestra se le realizó el análisis químico proximal completo, determinación de proteína digestible (PD) y verdadera (PV) contenida en los alimentos, comparando algunos valores con los perfiles nutricionales de la AAFCO y NRC. Los resultados obtenidos muestran que todos los alimentos secos para perro adulto raza pequeña en mantenimiento cumplen con el mínimo de PC requerido según AAFCO (18% MS) y la PD se encuentra a menos de 10% por debajo de la PC. Sin embargo, ninguno de los alimentos analizados presenta menos del 2% de PV por debajo de la PC, encontrando gran diferencia de ésta con respecto a la PC en la mayoría de los alimentos. Asimismo, es importante mencionar que dentro de las categorías no hay homogeneidad entre las marcas.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

1.1.1 Importancia del perro y su domesticación

En los orígenes de los tiempos, se cree que la convivencia simbiótica que se daba entre el humano y los animales fue trascendental para desarrollarse en su entorno. Actualmente, los animales de compañía ejercen una influencia positiva que definen la calidad de vida de las personas, pues se convierten en compañeros, amigos y remedio de la soledad. Entre los diversos vínculos entre el hombre y los animales, uno de los más íntimos e importantes es su relación con el perro a través del tiempo.

Como se menciona, el perro se ha convertido en el animal de compañía por excelencia en los hogares de México. El perro fue el primer mamífero en ser domesticado; se cree que pudo haber comenzado a finales del periodo Mesolítico, hace 12,000-15,000 años, cuando los seres humanos fueron cambiando de ser nómadas a vivir en lugares semi-permanentes. Como parte del proceso algunos consideran que los lobos en busca de comida fueron atraídos por campamentos humanos, donde encontraron sobras de alimento y con el tiempo se fueron acostumbrando a la presencia del humano. (Galibert et al., 2011) Para el periodo Neolítico, al volverse la agricultura importante en la vida del hombre, el perro ya estaba completamente domesticado (Case, 2005) iniciando su asociación con éste en actividades de caza, guerra, protección, compañía, entretenimiento y deporte,

hasta el grado de reconocer a sus compañeros humanos como miembros de una misma “manada”.

De acuerdo a un estudio realizado por la Asociación Americana de Hospitales Animales, 94 % de los propietarios consideran que su mascota tiene rasgos de personalidad similares a los humanos y el 93% dice que arriesgarían su propia vida para salvar a su perro. (Galibert et al., 2011) No es sorprendente, por tanto, que el fuerte vínculo emocional entre las personas y las mascotas se refleje en la preocupación por cuidar su salud y nutrición (Case et al., 2001).

1.1.2 Clasificación del perro y particularidades como especie

La familia *Canidae* pertenece al orden de los carnívoros, que son un grupo de animales depredadores en la naturaleza. Además, se nombran de esta manera por sus dientes caninos alargados. Sin embargo, no todos los animales por tener colmillos son carnívoros estrictos; ya que ciertas especies tienen hábitos herbívoros (por ej., los Pandas) (Hand et al., 2000). En general, los cánidos son carnívoros o carroñeros que se alimentan de presas de vertebrados y/o invertebrados, pero la mayoría de las especies comen también frutos si las presas son escasas (Wallace et al., 2010). Hoy en día, los estudios combinados sobre comportamiento, vocalizaciones, morfología, y más particularmente biología molecular claramente muestran que el lobo, *Canis lupus*, es el principal, si no el único ancestro del perro (*Canis lupus familiaris*; Linnaeus, 1758). Investigaciones demuestran que el perro y el lobo comparten el 98% de su DNA mitocondrial, en contraste con la diferencia de 7.5% entre el lobo y el coyote (*Canis latrans*), la especie que es su pariente

salvaje más cercano. (Galibert, et al., 2011). Lobos y perros pueden cruzarse y producir descendencia fértil. Esto significa que son asignables a la misma especie biológica (Mulder, Jagt and Jagt-Yakizova, 2010).

1.1.3 Tipo de alimentación y su evolución

Los perros tienen una alimentación oportunista y han desarrollado características anatómicas y fisiológicas que le permiten digerir y aprovechar una dieta variada de vegetales y tejidos animales, gracias a esto, los perros mantuvieron o mejoraron la capacidad para sintetizar nutrientes a partir de precursores. Se podría decir que un alimento compuesto solo por carne no sería balanceado para perros (Hand et al., 2000). La inmensa diversidad alimentaria de los canes domésticos también se debe a su asociación con la especie humana.

En cuanto a patrones alimentarios, se sugiere que la manera más natural de alimentar a los perros es en un horario de comidas intermitentes y copiosas, interrumpidas por largos periodos de ayuno (Case et al., 2001). Este patrón significa que el estómago es capaz de soportar una expansión importante. En promedio, un perro adulto doméstico de tamaño mediano puede ingerir de 30 a 35 g de materia seca (MS)/kg de peso corporal/día (Hand et al., 2000).

El perro, al ser omnívoro, utiliza los hidratos de carbono y los almidones simples como principal fuente de glucosa, estos compuestos tienen funciones importantes como la de proveer de energía al organismo y ser una fuente de calor para el cuerpo (Hand et al., 2000). Además, tienen capacidad para digerir el almidón en forma

eficaz gracias a las enzimas pancreáticas y a las disacaridasas de la mucosa intestinal (Hand et al., 2000). El hígado de casi todos los animales omnívoros posee dos enzimas para catalizar la reacción que consiste en la fosforilación de la glucosa a glucosa-6-fosfato para poder metabolizarla: la glucocinasa y la hexocinasa (Case et al., 2001).

1.2 Alimentos comerciales para animales de compañía

Con el paso del tiempo se ha visto la necesidad de cubrir los requerimientos nutricionales de las mascotas con alimentos preparados comercialmente. Además de resultar más práctico para los propietarios, aseguran una nutrición balanceada. Como se mencionó antes, en las primeras asociaciones del perro con el humano, el perro solo se alimentaba de restos de comida hasta el siglo XIX cuando James Spratt, un estadounidense que residía en Londres, en el año de 1860 creó el primer alimento para perros. (Hand et al., 2000; Case et al., 2001; Wortinger, 2007). Al principio se popularizó la comida enlatada pero más tarde, durante la Segunda Guerra Mundial, el material para hacer las latas se utilizó para herramientas de guerra por lo cual en 1946, los alimentos secos incrementaron estableciéndose en el mercado hasta en un 85% del alimento total para mascotas en Estados Unidos. El desarrollo del proceso de extrusión de ingredientes alimentarios juntos fue introducido por investigadores en el Laboratorio de Purina en los 1950s. El proceso de extrusión implica primero mezclar todos los ingredientes juntos y después rápidamente cocinar la mezcla y forzándolo a través de un extrusor. Este proceso también incrementa, en su mayoría, la digestibilidad y palatabilidad de la comida

producida (Wortinger, 2007), ya que se desnaturalizan factores antinutricionales similares al inhibidor de la tripsina, sin embargo, también se produce la pérdida de nutrientes debido a las altas temperaturas y a las fuerzas de deslizamiento (Hand et al., 2000).

1.2.1 Clasificación

Los alimentos para mascotas se clasifican de diferentes formas, siendo la principal el porcentaje de humedad contenido en el alimento.

Tabla 1-1 Clasificación de los alimentos de acuerdo al porcentaje de humedad.

Clasificación	Descripción
Seco	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contienen entre 3 y 11 % de humedad. ➤ Debe incluirse determinado nivel de almidón para facilitar el correcto procesado. ➤ Su densidad calórica varía entre 3,000 y 4,500 kcal de EM /kg. ➤ Es el producto más común. ➤ Son más económicos que los enlatados o semi-húmedos. ➤ Son elaborados mediante extrusión. ➤ Menor preferencia por los perros, comparado con los húmedos y semi-húmedos.
Húmedo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contienen entre el 60 y 87% de humedad. ➤ Muchos de ellos contienen altos niveles de carne y sus sub-productos. ➤ Tienen una alta palatabilidad. ➤ Son utilizados principalmente como premios para la mascota. ➤ Productos con alto costo. ➤ Se conservan por esterilización con calor y vacío en un ambiente anaeróbico.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elevado contenido de grasa, entre el 20-32% en MS. ➤ Contenido calórico entre 3500 y 5000 kcal/kg. ➤ Nivel de proteína entre el 28 y el 50% en MS.
Semihúmedo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contienen entre un 15 y 30% de agua. ➤ Principales ingredientes: tejidos animales congelados o frescos, cereales, grasas y azúcares simples. ➤ Mediana aceptación y palatabilidad. ➤ Inclusión de humectantes y azúcares simples para disminuir niveles de humedad. ➤ Contenido de EM entre los 3,000 y 4, 000 kcal /kg de peso en MS. ➤ Contienen entre un 20 y 28% de proteínas y entre un 8 y 14% de grasas en BMS. ➤ Alta disponibilidad de carbohidratos simples.

(Hand et al., 2000; Case et al., 2001; Zicker, 2008)

Existe a su vez otra clasificación para los alimentos comerciales para mascotas, la cual es en base a su calidad y digestibilidad. Esta clasificación no depende de ningún organismo oficial, son las compañías de alimentos las que lanzan su propia clasificación tomando en cuenta el porcentaje de digestibilidad. Se dividen en alimentos de valor, premium y super-premium.

1.2.1.1 Alimentos Super-premium

Los alimentos Super-premium se caracterizan por emplear ingredientes de excelente calidad, incluso considerados aptos para consumo humano, poseen una digestibilidad igual o mayor al 90%. Además de tener fórmulas fijas dentro de sus ingredientes, estos alimentos adicionan nutrientes específicos para proporcionar beneficios extras y se dividen de acuerdo a las etapas de vida, incluso toman en cuenta el tamaño y la raza de perros y gatos. Al aumentar la calidad de nutrientes,

la ración proporcionada será menor y mejorará la calidad y cantidad de heces (Gutiérrez y Cosío, 2014; Águila, 2015)

1.2.1.2 Alimentos naturales

Por otro lado, las tendencias actuales en la alimentación para perros han crecido desmesuradamente, creando alimentos llamados “naturales”. De acuerdo a la Association of American Feed Control Officials (AAFCO), el término “natural” se refiere a alimentos o ingredientes derivados únicamente de plantas o animales, ya sea en su estado no procesado o que haya estado sujeto a procesamiento físico, procesamiento térmico, purificación, extracción, hidrólisis, enzimólisis o fermentación, pero no haya sido sujeto a procesos químicamente sintéticos y que no contenga ningún aditivo o coadyuvante de procesamiento que sea químicamente sintético, excepto en las cantidades que puedan ocurrir inevitablemente en las buenas prácticas de fabricación. (Carter et. al. 2014)

En los Estados Unidos, la ausencia de conservadores artificiales parece ser la característica más importante de los alimentos naturales. (Hand et al., 2000)

El antropomorfismo de perros y gatos ha dado como resultado que los dueños de mascotas prefieran los alimentos para mascotas que contienen ingredientes que se encuentran en su propia dieta y procesada para mantener la integridad nutricional de los ingredientes y garantizar la seguridad de los alimentos. Por lo tanto, muchos consumidores de alimentos naturales buscan productos o ingredientes con propiedad de calidad humana, orgánicos, holísticos, ancestrales o instintivos y

evitan los ingredientes percibidos como rellenos o subproductos, sin embargo, estos términos no se abordan en las definiciones regulatorias actuales. (Buff et al, 2014). Estas tendencias son bastante atractivas y tienen buenos sustentos para proveer de una buena nutrición, (Gutiérrez, 2014) siempre y cuando se apeguen a los lineamientos regulados por los organismos siguientes.

1.2.2 Organismos reguladores

La amplia gama de alimentos comerciales para animales que se fabrican, lleva a la necesidad de establecer organismos y normas regulatorias en el terreno de los alimentos para mascotas. Agencias y organizaciones regulan la producción, compra y venta de estos alimentos.

Recientes eventos en la industria de estos alimentos han reenfocado la atención en la adecuación y seguridad de la elaboración de alimentos desde pequeña a gran escala de las instalaciones de producción (Zicker, 2008)

1.2.2.1 Nacionales

En México solo existe un organismo regulador de los alimentos comerciales para mascotas, el cual es la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Además, la Procuraduría Federal del Consumidor elabora en su laboratorio estudios de calidad de alimentos para mascotas vendidos en México. Incluso emite recomendaciones para que los consumidores puedan comprar y tomar las mejores decisiones de compra.

La SADER se basa principalmente en dos normas nacionales:

- NOM 012-ZOO-1993: Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. Refiriéndose principalmente a las características del almacenamiento del producto y de sus materias primas, para prevenir la contaminación, confusión o deterioro. Además, indica que todas las materias primas utilizadas deben contar con certificado de control de calidad. El control de calidad para los productos alimenticios debe incluir, análisis químico proximal, determinación cuantitativa de minerales, vitaminas, antibióticos, antiparasitarios, fungicidas, plaguicidas, así como las demás pruebas descritas en el protocolo de elaboración. Asimismo, señala que cada lote que se pretenda comercializar, debe contar con muestras representativas del producto terminado para su posterior análisis. También indica el envasado y etiquetado correcto del producto. Los productos importados deben cumplir con todos los requisitos establecidos en esta Norma y demás disposiciones correspondientes.
- NOM 061-ZOO-1999: Establece los requisitos y especificaciones zoonutricionales que deben cumplir los productos alimenticios terminados de consumo animal, para evitar que éstos se constituyan en un riesgo a la salud animal y humana. Las especificaciones señalan que los productos alimenticios que se fabriquen o importen en el país deben contar con un número de regulación que otorga la Secretaría, una vez que el titular cumpla con los requisitos establecidos. En el caso de productos enlatados debe efectuarse

la constatación de la esterilidad comercial. Además, todos los productos que presenten un contenido de humedad mayor al 12% deben contar con pruebas de estabilidad en anaquel. También indica que el fabricante o importador de alimentos balanceados, debe señalar en la etiqueta los ingredientes utilizados en su formulación, los cuales deben ser expresados genéricamente. En caso de que utilicen materias primas de origen animal, se debe especificar la especie de procedencia. Para verificar la inocuidad el fabricante o importador deben efectuar y/o contar con los certificados de control de calidad que respalden los resultados obtenidos de los niveles de aflatoxinas en sus materia primas, incluso se prohíbe el uso de algunos ingredientes activos y/o aditivos como cloranfenicol, cristal violeta, cumarina, clenbuterol, entre otros.

1.2.2.2 Internacionales

A nivel internacional existen gran cantidad de organismos regulatorios; ya que tanto Estados Unidos, como la Unión Europea tienen sus propias organizaciones, aunque muchas de ellas regulan los productos a nivel internacional y no solo de sus países. Los organismos en México se basan de estas organizaciones y publicaciones para establecer estándares de calidad en los productos. Los principales organismos regulatorios a nivel internacional y que concierne la calidad de los productos en México son:

- La Asociación Americana de Oficiales de Control de Alimentos (AAFCO): Es la agencia más importante en la regulación de alimentos para perros, ya que establece los valores estándar de los nutrientes, a través de publicaciones oficiales anuales, donde se especifican procedimientos de etiquetado,

definición de ingredientes, y nomenclatura para todos los alimentos. (Wortinger, 2007; Hand et. al. 2000; Case et al. 2001)

- La Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (FDA): Se encarga de asegurar que la comida para mascotas sea pura y saludable, sea segura de comer, que no contenga sustancias dañinas y sea correctamente etiquetada. Además, tiene autoridad para la aprobación de nuevos ingredientes (Wortinger, 2007; Hand et. al. 2000; Case et al. 2001).
- Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA): Es responsable de asegurar que la comida para mascotas este correctamente etiquetada para prevenir el consumo de humanos por confusión. También inspecciona los ingredientes de origen animal utilizados en la comida de mascotas para asegurar un manejo adecuado y prevenir que dichos ingredientes no estén incluidos en el suministro de alimentos para humanos (Wortinger, 2007; Hand et. al. 2000; Case et al. 2001).
- Consejo Nacional de Investigación (NRC): Evalúa y compila los datos de la investigación sobre nutrición y realiza recomendaciones de nutrientes. (Wortinger, 2007; Hand et. al. 2000; Case et al. 2001)

1.2.3 Análisis Garantizado

Se exige que todos los productos indiquen las cantidades garantizadas de los nutrientes. Determinados nutrientes (humedad, proteína bruta, grasa bruta, fibra bruta) son exigidos por la ley de EE.UU y México. De forma opcional pueden incluirse las cantidades de micronutrientes como elementos minerales, aminoácidos específicos o ácidos grasos esenciales. Los valores registrados se

dan como máximos y como mínimos y no son los valores reales existentes en el producto. (Wills y Simpson, 1994; Gutiérrez y Cosío, 2014).

1.2.4. Ingredientes proteínicos

Son todos aquellos ingredientes que contienen altos niveles de proteína (>20% en MS) ya sea de origen animal o vegetal (Gutiérrez y Cosío, 2014). Numerosos ingredientes aportan proteína a los alimentos de mascotas. Los ingredientes más típicos de estos alimentos que tienen concentraciones elevadas de proteína son tejidos animales de pollo, pavo, pescado, carne bovina y de cordero y vísceras como hígado, pulmones y bazo. Los granos también aportan proteína. En realidad, una gran porción de la proteína de los alimentos secos para mascotas proviene de granos como arroz, maíz, trigo y cebada, sin embargo no poseen el mismo valor biológico y digestibilidad que una proteína de origen animal y por esto es necesaria la fortificación con aminoácidos para mejorar la calidad de la proteína en el alimento. La metionina y la lisina son los más empleados. (Hand et al., 2000) La cantidad de proteína presente en los alimentos comerciales para perros sanos es muy variable (15 a 60% de MS).

1.2.5 Panorama económico actual

Es difícil conocer la población exacta de perros en México, pero es posible realizar un estimado utilizando herramientas como el INEGI (Instituto Nacional de

Estadística y Geografía) y Consulta Mitofsky. El número de viviendas particulares en México es de 28, 614, 991 (INEGI, 2010) y según la información recopilada por Consulta Mitofsky en el 2011 el 55% de las viviendas en México tienen mascota. Lo que da un resultado de 14, 307,496 mascotas y considerando que el 83% de las mismas dicen tener perros (Consulta Mitofsky, 2011) se calcula un total de 12, 447,521 perros con dueño en México.

De acuerdo con el censo 2016 del INEGI, México es el país de la región de América Latina con el mayor número de perros en la región, con aproximadamente 19.5 millones en todo el país. Además, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) revela que el número de perros domésticos aumentó 20% del año 2000 al 2010, mientras que, alrededor del 80% de los habitantes con mascotas tienen caninos en su hogar. (Forbes México, 2017)

En México, de acuerdo con las lecturas del indicador ISCAM (Información Sistematizada de Canales y Mercador), siete de cada diez hogares cuentan con una mascota, y la tendencia del mercado es por las razas pequeñas, lo que ha impulsado el consumo de alimento a granel. Además, la división de alimentos para mascotas presentó un crecimiento de 12.4% en valor durante el primer semestre del 2018 en el canal de mayoreo en México, en comparación con el mismo periodo del año pasado. (El Economista, 2018)

Según Lummis 2012 (Buff et al., 2014) el segmento de alimentos naturales para mascotas en los Estados Unidos ha crecido constantemente, de \$2 mil millones de dólares en 2008 a \$3,9 mil millones de dólares en 2012.

1.3. PROTEÍNAS

1.3.1 Características generales y función

Las proteínas son polímeros lineales de aminoácidos constituidos principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y algunas veces azufre, fósforo, hierro, magnesio y cobre (Hand et al., 2000). El nitrógeno es lo que las hace diferentes de los carbohidratos y los lípidos.

Todas las proteínas están compuestas de unidades simples de aminoácidos. Las células pueden producir proteínas uniendo estos aminoácidos en multitud de combinaciones y secuencias diferentes. A partir de estas uniones pueden fabricar enzimas, hormonas, anticuerpos, transportadores, fibras musculares, entre otros (Nelson and Cox, 2009). Existe gran número de aminoácidos en la naturaleza; cientos de ellos son de origen biosintético; sin embargo, sólo 20 son comunes en las proteínas de todos los seres vivos. Verdaderamente, todas las proteínas de todas las especies, desde las bacterias a las del hombre, se construyen a partir del mismo conjunto de 20 aminoácidos (Stryer, 1995). Los aminoácidos presentan la misma estructura general, el carbono alfa está unido a 3 sustituyentes comunes: un grupo carboxilo (-COOH); un grupo amino-básico (-NH₂) y un átomo de Hidrógeno. El cuarto sustituyente es llamado cadena lateral (o grupo R) el cual determina la identidad de la proteína (Laguna et al., 2009). Este agrupamiento tetraédrico de cuatro grupos diferentes alrededor del carbono α confiere actividad óptica a los aminoácidos. (Stryer, 1995). Existen dos maneras de acomodar cuatro

sustituyentes diferentes en los vértices del tetraedro; a estas dos configuraciones se les denomina D y L, (Laguna et al., 2009) basado en la configuración absoluta del azúcar de tres carbonos gliceraldehído (Nelson and Cox, 2009). La terminología viene del latín donde L significa *Laevus*= izquierdo y D *Dexter*= derecho, nomenclatura que proviene de la capacidad de los compuestos ópticamente activos de hacer rotar la luz polarizada hacia la derecha (dextrógiros) o a la izquierda (levógiros). Los dos estereoisómeros de cada aminoácido son designados como L- y D- aminoácidos en base a su similitud con el estándar del gliceraldehído. La posición del grupo amino a la derecha o a la izquierda del carbono- α determina su designación como D o L. Los aminoácidos que aparecen en las proteínas de seres vivos son todos de la forma L (Campbell y Farrell, 2009).

El proceso de biosíntesis proteica tiene lugar siempre en la célula, en donde los aminoácidos se unen sucesivamente uno tras otro, esta unión siempre comienza con el aminoácido metionina. Su grupo carboxilo se une al α -amino, de un segundo aminoácido, para formar un enlace peptídico (-CO-NH-) y originar un dipéptido. Posteriormente el grupo carboxilo libre del dipéptido puede hacer otro enlace peptídico con un tercer aminoácido, para general un tripéptido. Este proceso de condensación se repite durante la biosíntesis de proteínas de cientos a miles de veces. Y así es como los aminoácidos se unen para formar cadenas polipeptídicas (Müller-Esterl, 2011).

Las proteínas desempeñan papeles cruciales en prácticamente todos los procesos biológicos.

- Catálisis enzimática: Esta función es mediada por enzimas, las cuales catalizan la mayoría de reacciones químicas en el organismo (Stryer, 1995).
- Transporte y almacenamiento: Muchos iones y moléculas son transportados por proteínas específicas, por ejemplo, la hemoglobina, la cual lleva oxígeno a los eritrocitos, mientras la mioglobina, transporta el oxígeno al músculo (Stryer, 1995; Case et al., 2001).
- Movimiento coordinado: Las proteínas contráctiles, como la miosina y la actina intervienen en la actividad muscular. (Case et al., 2001)
- Soporte mecánico: La fuerza de tensión de la piel y el hueso se debe a la presencia de colágeno (proteína fibrosa) (Stryer, 1995).
- Protección inmune: En este grupo se encuentran los anticuerpos que son los encargados de defender al organismo de agentes extraños (Stryer, 1995).
- Generación y transmisión de impulsos nerviosos: La respuesta de las células a impulsos nerviosos depende de la presencia de receptores proteicos (Stryer, 1995).
- Control de crecimiento y diferenciación: Proporcionan aminoácidos esenciales, necesarios para la síntesis de proteínas favoreciendo el crecimiento y la reparación de los tejidos (Stryer, 1995; Case et al., 2001)
- Obtención de energía: Cuando el consumo de calorías es inadecuado para cubrir los requerimientos energéticos, las proteínas de cuerpo son catalizadas y usadas como energía. (Schenck, 2010) Excepto en algunas especies como los felinos, ya que obtienen su energía a partir de las proteínas.
- A su vez constituyen la principal fuente de nitrógeno para el organismo. (Case et al., 2001)

1.3.2 Digestión

La digestión de las proteínas se inicia en el estómago por la acción de la pepsina y el ácido clorhídrico. Sin embargo, la mayoría de la digestión ocurre en el intestino delgado. Enzimas de proteasas inactivas del páncreas exocrino son secretadas dentro del duodeno donde la enteroquinasa de la mucosa duodenal convierte al tripsinógeno en tripsina. Una vez activada la tripsina es capaz de activar otras tripsinas y otras enzimas de proteasas, incluyendo quimotripsina, carboxipeptidasa y elastasa, éstas separan proteínas en pequeñas cadenas de péptidos liberando aminoácidos libres, los cuales son presentados al borde de cepillo del duodeno para su absorción. La tripsina es muy específica y sólo actúa sobre los enlaces peptídicos en que participan la lisina y la arginina. Además, la tripsina convierte al quimiotripsinógeno en la enzima activa quimiotripsina, que tiene especificidad por los enlaces peptídicos en que intervienen los grupos carboxilo de la tirosina, triptófano, fenilalanina y leucina. La digestión gastrointestinal de las proteínas no solo produce aminoácidos libres, sino también péptidos de bajo peso molecular (di- y tri-péptidos) que a su vez el intestino puede absorber (Shimada, 2018).

Los aminoácidos son absorbidos en los enterocitos sobre operadores específicos por un proceso activo dependiente de energía. Una vez absorbidos en los enterocitos, son liberados en el lecho capilar de las vellosidades y se transportan al hígado por la vía de vena porta (Simpson, Anderson and Markwell, 1993).

La eficiencia con la que se efectúa la hidrólisis determina el grado de absorción de los aminoácidos individuales y contribuye al valor nutritivo de las proteínas de la dieta (Pond, Church and Pond, 2002), es decir, la cantidad y calidad de proteína que contiene el alimento es capaz de estimular a las proteasas aumentando la digestibilidad del alimento.

Los principales órganos encargados en mantener la concentración constante de aminoácidos circulantes son el tracto digestivo, hígado, músculo, riñón y cerebro.

1.3.3 Metabolismo de las proteínas

Los aminoácidos que sobrepasan las necesidades metabólicas para sintetizar proteínas y otras biomoléculas no pueden almacenarse, a diferencia de lo que ocurre con los ácidos grasos y la glucosa, pero tampoco pueden excretarse. En consecuencia, los aminoácidos excedentes se utilizan como combustible metabólico. El grupo α -amino se separa y el esqueleto carbonado resultante da lugar a intermediarios metabólicos importantes. La mayoría de los grupos aminos de tales aminoácidos sobrantes se convierten en urea, mientras que sus esqueletos carbonados se transforman en acetil-CoA, acetacetil-CoA, piruvato, o en uno de los intermediarios del ciclo del ácido cítrico. Así pues, a partir de dichos aminoácidos pueden formarse ácidos grasos, cuerpos cetónicos y glucosa (Stryer, 1995).

Una de las consecuencias del catabolismo de los aminoácidos, es la producción de amoníaco, que es muy tóxico. Parte del mismo, puede emplearse en procesos de aminación para la síntesis de ciertos aminoácidos en el organismo. La mayor parte

del amoníaco se excreta, en forma de urea en los mamíferos. (McDonald et al., 2011).

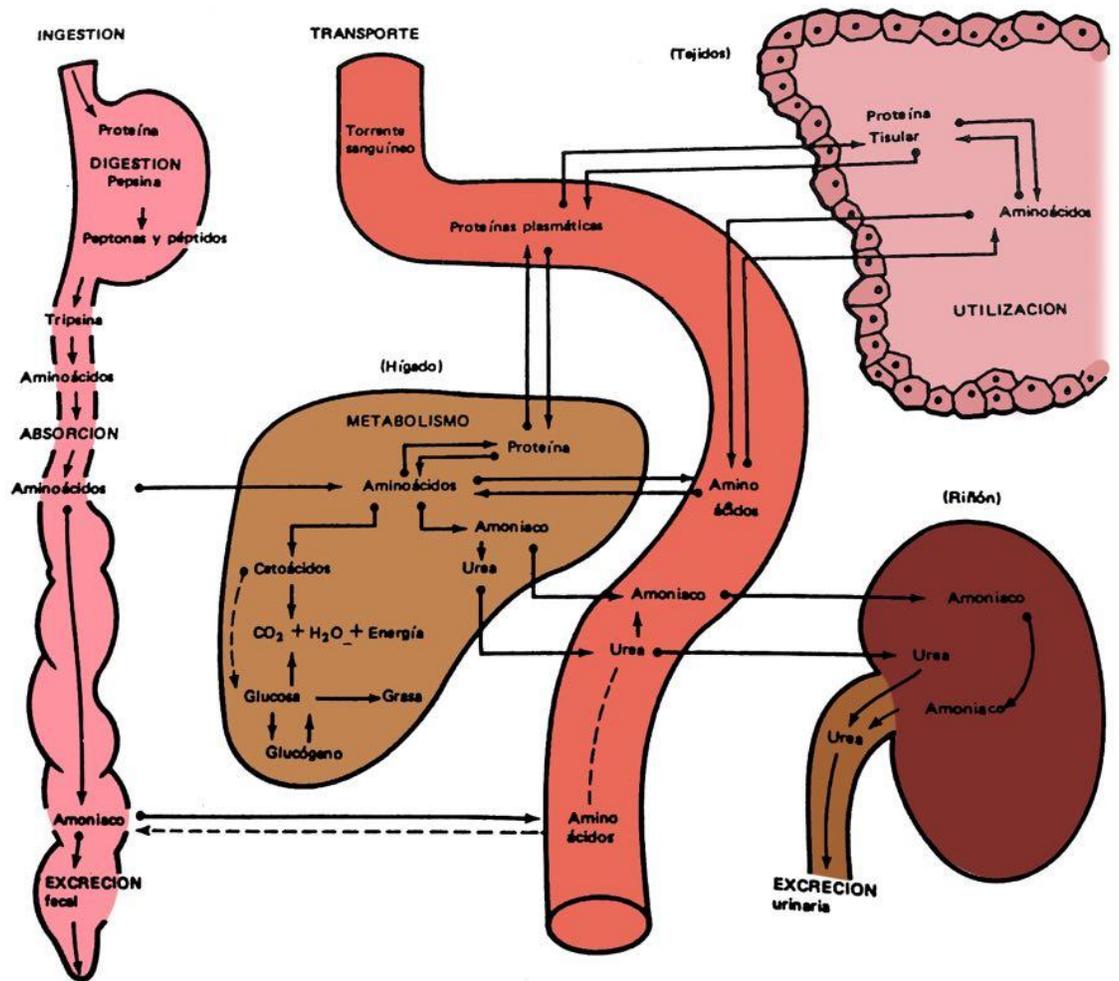


Figura 1-1. Transporte y distribución de proteínas y aminoácidos. Tomada de Pacheco (1996).

1.3.4 Tipos de proteína

1.3.4.1 Proteína Cruda

La Proteína Cruda es la cantidad de Nitrógeno contenido en un alimento, éste es mostrado en las etiquetas con un análisis garantizado a manera de porcentaje (%PC), esta expresión sólo es un índice de la cantidad, pero no indica su calidad ni su digestibilidad. (Hand et al., 2000). La proteína cruda incluye tanto el nitrógeno no proteico (NNP), como la fuente de aminoácidos que será aprovechada por el animal. Es decir, con ese valor se desconoce cuanta de esta proteína realmente podrá ser aprovechada por el organismo del animal.

1.3.4.2 Proteína Digestible

La proteína digestible, es la proporción de aminoácidos que pueden ser liberados a través de la digestión de proteínas y que posteriormente son absorbidos en su mayoría por las células de la mucosa en la porción del íleon en el intestino delgado (Dryden, 2008). En otras palabras, es el porcentaje de la proteína ingerida que no es excretado en las heces medido por la entrada y salida de nitrógeno. (NRC, 2006)

Los ingredientes utilizados para calcular la proteína digestible de la comida para perros, tienen una biodisponibilidad del 90%, sin embargo, algunas veces al momento de su elaboración, procesos térmicos prolongados disminuyen la biodisponibilidad y la digestibilidad de las proteínas. (NRC, 1986)

La digestibilidad es uno de los indicadores más utilizados para determinar la calidad de las proteínas. En la actualidad, las regulaciones de la AAFCO, no exigen que los fabricantes de alimentos para animales incluyan datos de digestibilidad de carácter cuantitativo o comparativo en sus etiquetas. (Malca O. et. al., 2012)

1.3.4.3 Proteína Verdadera

La proteína verdadera (PV) es aquella que contiene solo el nitrógeno proteico en el alimento, es decir, aquel que proviene de las cadenas de aminoácidos, las cuales van a ser la fuente real de proteína utilizada por el animal.

1.3.5 Aminoácidos esenciales y no esenciales

Los vegetales y la mayoría de los microorganismos sintetizan proteínas a partir de compuestos nitrogenados sencillos como los nitratos. Los animales no pueden sintetizar el grupo amino, de modo que, para formar las proteínas, deben recibir los aminoácidos en la ración y reciben el nombre de aminoácidos esenciales o indispensables (McDonald et al., 2011). En cambio, los aminoácidos no esenciales son aquellos que no forman parte obligatoria de la dieta, ya que pueden ser sintetizados por el organismo (Maynard et al., 1984).

De acuerdo a un estudio en ratas se determinó que los aminoácidos esenciales y no esenciales para la mayoría de las especies son los siguientes:

ESENCIALES

Argininina
 Histidina
 Isoleucina
 Leucina
 Lisina
 Metionina
 Fenilalanina
 Triptófano
 Treonina
 Valina

NO ESENCIALES

Alanina
 Aspargina
 Aspartato
 Cisteína
 Glutamato
 Glutamina
 Glicina
 Prolina
 Serina
 Tirosina

(Pond, Church and Pond, 2002)

1.3.6 Requerimientos e importancia en la alimentación del perro

Proteína, según el Químico Mulder (1938), deriva de la palabra griega “proteos” que significa “primordial” o primer lugar, ya que es sin duda la más importante de todas las sustancias conocidas en el reino orgánico, sin la cual no parece posible la vida sobre nuestro planeta. (Pacheco, 1996). A las proteínas continuamente se les llaman los “bloques de construcción de la vida”, ya que son las macromoléculas biológicas más abundantes y se hallan en todas las células y en todas sus partes (Nelson and Cox, 2009).

Los requerimientos de proteínas de un animal son inversamente proporcionales a la digestibilidad de la fuente proteica y a su capacidad para aportar todos los aminoácidos esenciales en cantidad y proporción correctas. Cuanto mayor sea la digestibilidad y la calidad de las proteínas, menor es la cantidad que debe contener la dieta para cubrir las necesidades del animal. (Case et al., 2001)

Para el mantenimiento adulto se recomienda una ingesta diaria de 4.3 a 6.6 g de proteína digestible /100 kcal EM. (Hand et al., 2000). La AAFCO recomienda dentro del perfil nutricional para perros adultos en mantenimiento, un mínimo de 18% de proteína cruda en materia seca. (Kcal EM) (AAFCO, 2014).

De acuerdo al NRC se estima un aporte de proteína cruda (PC) de 35 a 90 g/kg de peso, en una dieta que contiene 4 kcal EM/g. Este valor se calculó por experimentos realizados en donde un perro mantuvo su peso corporal y valores normales de química sanguínea durante 42-48 meses con una dieta calculada en 82 g/kg de peso, con la densidad energética antes mencionada. Sin embargo, otros estudios han demostrado que una dieta de 100 g/ kg como aporte de Proteína cruda, es la más adecuada. (NRC, 2006).

1.3.7 Exceso de proteína

El exceso de proteína, por encima del requerimiento, no se almacena como proteína, si no que sufre desaminación en el hígado. Aún debe determinarse si el exceso de proteína en la dieta acelera la progresión de la enfermedad renal subclínica, sin embargo, los alimentos ricos en proteína suelen tener un elevado contenido de fósforo, y el exceso de éste, se ha documentado, acelera la progresión de la enfermedad renal en perros (Hand et al., 2000).

El exceso de proteína en la dieta puede aumentar la agresión territorial relacionada con el miedo en los perros. También se postuló que interfiere con el transporte de triptófano a través de la barrera hematoencefálica, lo cual reduce la síntesis de serotonina. Los investigadores observaron que la agresión territorial relacionada con el miedo disminuye en perros alimentados con niveles de proteína del 17 y 25 % (MS); empero, un 32% de proteína en la dieta no produjo este resultado. Es importante señalar que algunos alimentos adicionan aminoácidos sintéticos a sus mezclas para alcanzar niveles óptimos de proteína, la adición excesiva de aminoácidos que suelen suplementar algunos alimentos para mascotas son L- metionina, L-lisina, L-arginina y taurina. (Hand et al., 2000).

1.3.8 Déficit de proteína

Probablemente, de todas las deficiencias de nutrientes la más común sea una cantidad inadecuada de proteínas, ya que la mayor parte de las fuentes de energía son bajas en proteínas y los complementos proteínicos son caros (Pond, Church and Pond, 2002).

Las proteínas de la dieta que no contienen la proporción de aminoácidos esenciales para satisfacer las necesidades del animal no pueden utilizarse con eficiencia para la síntesis de proteínas tisulares. Incluso las proteínas que se hidrolizan con facilidad en el conducto gastrointestinal no tienen un valor nutritivo alto si tienen una deficiencia o un desequilibrio de uno o más aminoácidos. (Pond, Church and Pond, 2002)

No existe forma de almacenar nitrógeno, en consecuencia, para un mantenimiento correcto de la estructura corporal, debe ingerirse frecuentemente cantidades adecuadas de aminoácidos. Si el aporte en la dieta es insuficiente, la síntesis de proteínas vitales se realizará sacrificando los menos vitales. (Pacheco, 1996)

Los signos de deficiencia de proteína incluyen reducción del índice de crecimiento, anorexia, anemia, infertilidad, menor producción de leche, alopecia, pelo quebradizo y alteraciones del pelaje. La deficiencia de calorías y de aminoácidos esenciales aumenta el catabolismo muscular y de otras proteínas. La falta continua de proteínas determina atrofia muscular y reducción de los niveles plasmáticos de albúmina, transferrina, proteína fijadora de tiroxina y retinol. (Hand et al., 2000).

1.4 Justificación

Debido al crecimiento de las tendencias naturales en la alimentación para animales de compañía, es necesario comparar éstos alimentos con los alimentos super-premium para adultos de raza pequeña en mantenimiento y comprobar si cubren con las necesidades proteicas de la especie. Debido a que ciertos valores no se incluyen en la etiqueta, es importante conocer la proteína verdadera de los alimentos, ya que ésta será su fuente de aminoácidos esenciales para el animal.

Asimismo, obtener la cantidad de proteína digestible nos ayudará a conocer la cantidad proteica que podrá ser aprovechada por el organismo para cubrir los requerimientos energéticos del animal. Actualmente no existen rangos de referencia que determinen la cantidad mínima necesaria de proteína verdadera y digestible que debería contener el alimento.

1.5 Hipótesis

Los alimentos comerciales secos super-premium y naturales para perros adultos de raza pequeña en mantenimiento que serán analizados, tendrán un mínimo de PC de 18% en materia seca que es lo mínimo requerido por AAFCO, también deberán incluir una cantidad de PV con una diferencia máxima de 2% por debajo de la cantidad total de PC. Igualmente, dichos alimentos, contendrán un mínimo de PD con una diferencia máxima del 10% con respecto a la PC.

1.6 Objetivo general

Cuantificar la concentración de PC, PV y PD, que contienen los alimentos comerciales super-premium y naturales para perros adultos de raza pequeña en mantenimiento, comparando los resultados con las recomendaciones establecidas por la AAFCO para perros en mantenimiento, para así saber la calidad y cantidad de proteína que realmente será utilizado como nutriente por el animal.

1.6.1 Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de PC de cuatro marcas de alimentos comerciales super-premium y cuatro marcas de alimentos naturales para perros adultos de raza pequeña en mantenimiento, utilizando el método de Kjeldahl para conocer la cantidad de componentes nitrogenados totales de éstos alimentos.

- Determinar la cantidad de PD de cuatro marcas de alimentos comerciales super-premium y cuatro marcas de alimentos naturales para perros adultos de raza pequeña en mantenimiento, mediante la digestión en pepsina, para conocer la cantidad de proteína que puede ser aprovechada como nutriente y energía por el animal.
- Determinar la cantidad de PV de cuatro marcas de alimentos comerciales super-premium y cuatro marcas de alimento naturales para perros adultos de raza pequeña en mantenimiento, a través del método de precipitación isoeléctrica, para conocer la cantidad de nitrógeno proteico, es decir, la proteína efectiva contenida en el alimento.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología 1 del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

2.1 Alimentos utilizados y preparación de muestras

Se analizaron ocho marcas de alimentos secos comerciales, de las cuales cuatro marcas son super-premium y cuatro marcas naturales para perros adultos de raza pequeña en mantenimiento, a su vez cinco lotes distintos por marca, dando un total de cuarenta lotes. Por cada lote se realizaron tres repeticiones. Estos alimentos fueron identificados en orden progresivo del 1 al 8, en donde los primeros cuatro corresponden a la categoría de naturales y los cuatro siguientes a la categoría de super-premium.

Para la determinación de la composición nutrimental que tiene cada uno de los alimentos se obtuvieron tres muestras representativas de cada lote mediante el método de cuarteo, cada muestra debe estar identificada correctamente (AOAC 965.16, 1990), verificando que el empaque se encuentre en óptimas condiciones y la fecha de caducidad para asegurar la integridad de los alimentos. De cada lote se obtuvo 50 g aproximadamente de muestra.

2.2 Análisis Químico Proximal (AQP)

- Humedad : Determinación de humedad mediante secado en horno de aire forzado, esta determinación se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporización del agua (AOAC 934.01, 1990)
- Proteína Cruda: Se determinó a través del método de Kjeldahl en unidad de digestión y destilación, este método se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios (AOAC 954.01, 1990)
- Extracto etéreo: Se determinó utilizando el equipo de Soxhlet, el cual es una extracción semicontinua con un disolvente orgánico. (AOAC 920.39, 1990)
- Cenizas: Se determinaron por calcinación en mufla, el cual se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente la materia inorgánica en la muestra. (AOAC 942.05, 1990)
- Fibra cruda: Determinación realizando digestiones ácidas y alcalinas con filtro de fibra cerámica (AOAC 962.09, 1990).

2.3 Determinación de proteína digestible

La PD será determinada a través de digestibilidad en pepsina. Este método mide los productos resistentes a la pepsina. Primeramente se tomó de cada lote de alimento 0.5 g de muestra previamente seca y desengrasada y 0.3 g de pepsina, después se agregaron a una solución de 150 ml de HCl al 0.075 N, posteriormente

se dejó incubando en baño maría por 16 horas a 40°C. Después se filtró y se determinó por el método de Kjeldahl el contenido de proteína no digerida por la acción enzimática. De la diferencia entre la proteína total y la no digestible obtenemos la proteína digestible en pepsina (AOAC 971.09, 1990; Tejada,1992).

2.4 Determinación de proteína verdadera

Se calculó PV (nitrógeno proteico) mediante el método de precipitación por punto isoeléctrico. Este método determina el nitrógeno precipitado por cobre como una medida de su disponibilidad para el animal. (Krishnamoorthy et al., 1982; Tejada,1992). Para realizar el procedimiento se utilizó 0.5 g de muestra previamente desecada y molida y se añadió a un vaso de precipitado con 75 ml de agua destilada. Posteriormente se calentó la muestra sobre la parrilla y al empezar a ebulir se agregó 1 ml de HCl al 50% junto con 25 ml de CuSO₄ al 6%. Durante la segunda ebullición se agregó 25 ml de NaOH al 1.25% y se retiró de la parrilla. Después se dejó reposar durante 24 horas la muestra para posteriormente filtrar y proceder a cuantificar el nitrógeno mediante el método de Kjeldahl.

2.5 Método de Kjeldahl

Para la determinación final de PC , PD y PV se realizó la cuantificación de nitrógeno, para así obtener indirectamente el contenido de proteína, es un procedimiento donde es importante conocer que éste está presente en las diferentes proteínas en porcentajes más o menos constantes: 16%. Con este dato se determina el nitrógeno y se multiplica el resultado por el factor 6.25. A la técnica

analítica se le conoce como Método de Kjeldahl, en donde el nitrógeno amino (-NH_2) es oxidado por el ácido sulfúrico en presencia de un catalizador, dando sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$. El ion amonio es convertido en amoniaco por acción de hidróxido de sodio (NaOH) y se colecta por destilación. El amoniaco (NH_3) se convierte en borato de amonio al estar en contacto con el ácido bórico, y se titula cuantitativamente con ácido clorhídrico. (Maynard et al., 1984).

2.6 Determinación de energía

Para la estimación de densidad energética contenida en los alimentos, se utilizó el *Factor Atwater Modificado*, el cual, a partir de los valores de PC y GC obtenidos del análisis químico proximal y de la cantidad de ELN estimados, se multiplica el porcentaje obtenido por 3.5, 8.5 y 3.5 respectivamente, y su sumatoria nos indica las kcal/EM presentes en 100 gramos de alimento. (Case et al., 2001)

2.7 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos serán analizados mediante un análisis de varianza con un factor fijo (8 alimentos) y un factor aleatorio (lote anidado en alimento), a través del programa JMP® 7.0 del Sistema de Análisis Estadístico (SAS, por sus siglas en inglés).

3 RESULTADOS

3.1 Análisis Químico Proximal

3.1.1 Humedad

La cantidad de humedad presentada en los alimentos es inversamente proporcional con la cantidad de materia seca. El alimento que mayor cantidad de humedad presento fue el número 8, con un 5.76% de humedad. Mientras que el más bajo fue el alimento 4, con un 4.75% de humedad. El promedio de todos los alimentos fue de 5.21 % de humedad. Cabe destacar que ninguno presento un porcentaje por encima del 12% (Ver Figura 3-2). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido promedio de humedad entre alimentos ($P > 0.05$) (obsérvese Cuadro 3-1).

Cuadro 3-1. Resultados de medias de los mínimos cuadrados de los resultados de humedad

Alimento	Media cuadrática	Error estándar
1	4.9100	0.4316
2	4.9353	0.4316
3	5.1493	0.4316
4	4.7546	0.4316
5	5.5020	0.4316
6	5.5506	0.4316
7	5.1133	0.4316
8	5.7633	0.4316

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido promedio de humedad entre alimentos ($p > 0.05$)

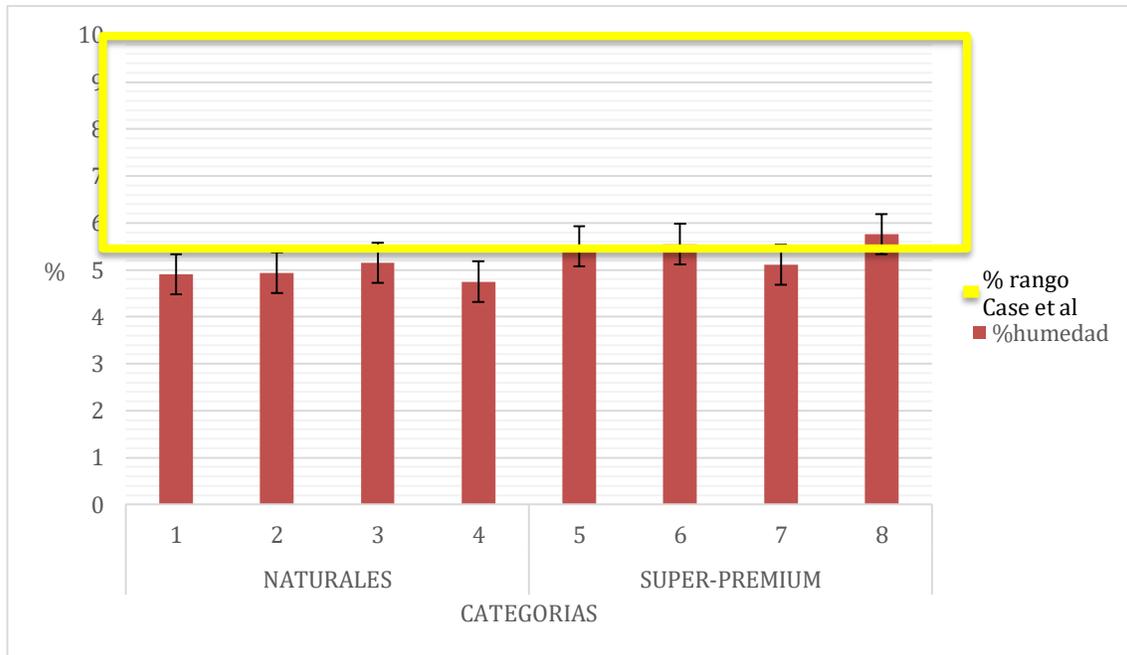


Figura 3-1 Valores de promedios obtenidos de humedad en porcentaje de los alimentos estudiados comparándolos con el mínimo y máximo recomendado por *Case et al.* para alimentos secos. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

3.1.2 Materia seca

Como se puede observar en la Figura 3-1, se muestran los valores de materia seca de las 8 marcas analizadas. El alimento que presentó menor cantidad de materia seca fue el alimento 8, con un porcentaje de 94.24%. Mientras que el alimento con mayor cantidad fue el alimento 4, con un porcentaje de 95.25% de materia seca. En general, el promedio de Materia seca de todos los alimentos fue de 94.79% de MS. Además, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido promedio de materia seca ($P > 0.05$) (obsérvese Cuadro 3-2).

Cuadro 3-2. Resultados de medias de los mínimos cuadrados de los resultados de materia seca.

Alimento	Media cuadrática	Error estándar
1	95.0900	0.4316
2	95.0646	0.4316
3	94.8506	0.4316
4	95.2453	0.4316
5	94.4980	0.4316
6	94.4493	0.4316
7	94.8866	0.4316
8	94.2366	0.4316

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido promedio de materia seca ($p>0.05$)

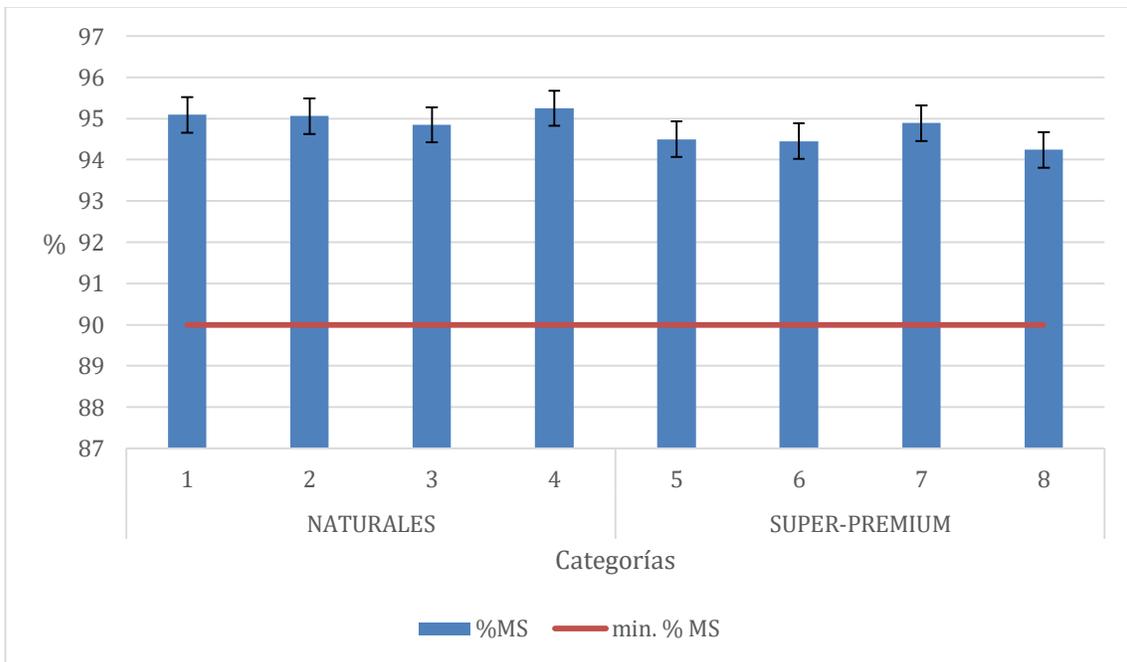


Figura 3-2 Valores de promedios obtenidos de materia seca en porcentaje de cada alimento, valor mínimo recomendado por *Case et al. para alimentos secos*. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

3.1.3 Proteína cruda

De acuerdo al análisis estadístico, el alimento 2 y 1 presentaron una diferencia significativa ($P < 0.05$) con respecto a los demás alimentos, con el porcentaje de 40.34% y 37.84% de PC (proteína cruda) en BS (base seca), respectivamente. Aunque ambos alimentos son diferentes estadísticamente, fueron los que presentaron los valores más altos en el estudio. En contraste, el alimento significativamente diferente ($P < 0.05$), con la menor cantidad de PC en BS fue el alimento número 6, con un 22.97 %, siendo diferente a todos los demás alimentos. Los alimentos 8 y 4 no difieren estadísticamente entre sí ($P > 0.05$), y tampoco los alimentos 3 y 5 ($P > 0.05$), pero si son significativamente diferentes del resto ($p < 0.05$) a excepción del alimento 4 que no difiere del 7 ($P > 0.05$) (obsérvese Cuadro 3-3 en Anexos). En la Figura 3-3 se muestra que los ocho alimentos analizados cumplieron con los valores mínimos exigidos por AAFCO de PC en BS.

Cuadro 3-3. Resultados de proteína cruda en base seca calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha = 0.050$ $Q = 3.2393$

Alimento		Media cuadrática	Error estándar
2	A	40.34	0.4921
1	B	37.84	0.4921
8	C	33.55	0.4921
4	C D	32.38	0.4921
7	D	30.96	0.4921
3	E	28.36	0.4921
5	E	26.59	0.4921
6	F	22.97	0.4921

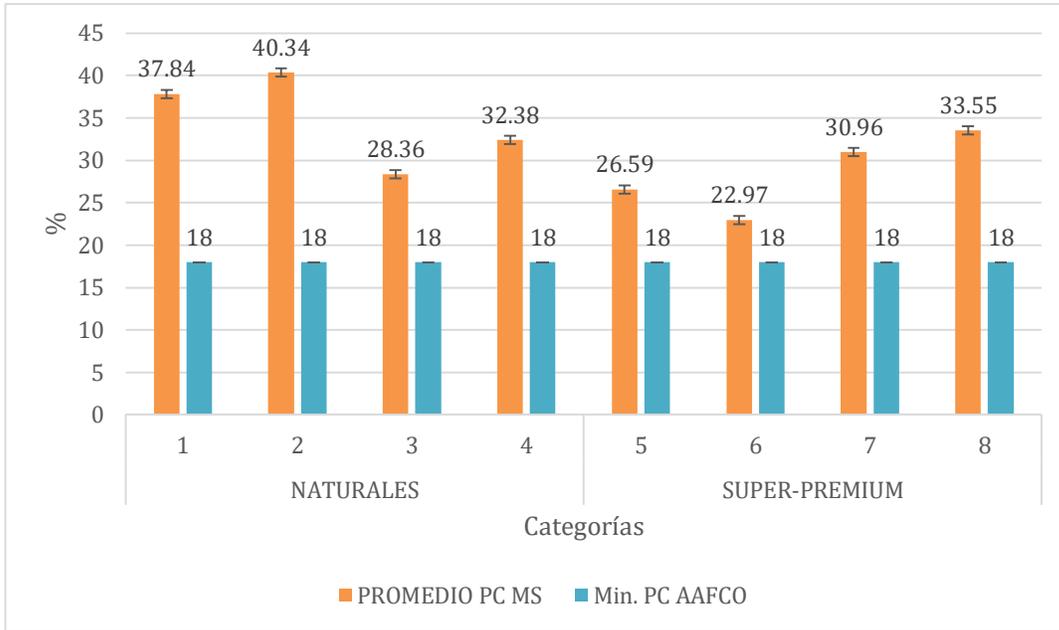


Figura 3-3 Valores expresados en porcentaje de promedios obtenidos de proteína cruda en base seca, comparados con el mínimo requerido por AAFCO. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

Así mismo, se realizó un comparativo de la Proteína Cruda obtenida por el método de Kjeldahl con el análisis garantizado reportado en la etiqueta. Para la comparación con la etiqueta, los resultados muestran que el alimento 4, de las categorías naturales, muestra un valor de 7.15% por debajo de lo señalado como mínimo en la etiqueta. Igualmente, los alimentos 1 y 8, tampoco cumplen con lo registrado en la etiqueta, pero con una diferencia mínima. (obsérvese Cuadro 3-4 y Figura 3-4)

Cuadro 3-4. Resultados de proteína cruda en base húmeda calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha=0.050$ $Q=3.2393$

Alimento		Media cuadrática	Error estándar
2	A	38.35	0.5126
1	B	35.97	0.5126
8	C	31.61	0.5126
4	C	30.85	0.5126
7	C	29.37	0.5126
3	D	26.90	0.5126
5	D	25.14	0.5126
6	E	21.69	0.5126

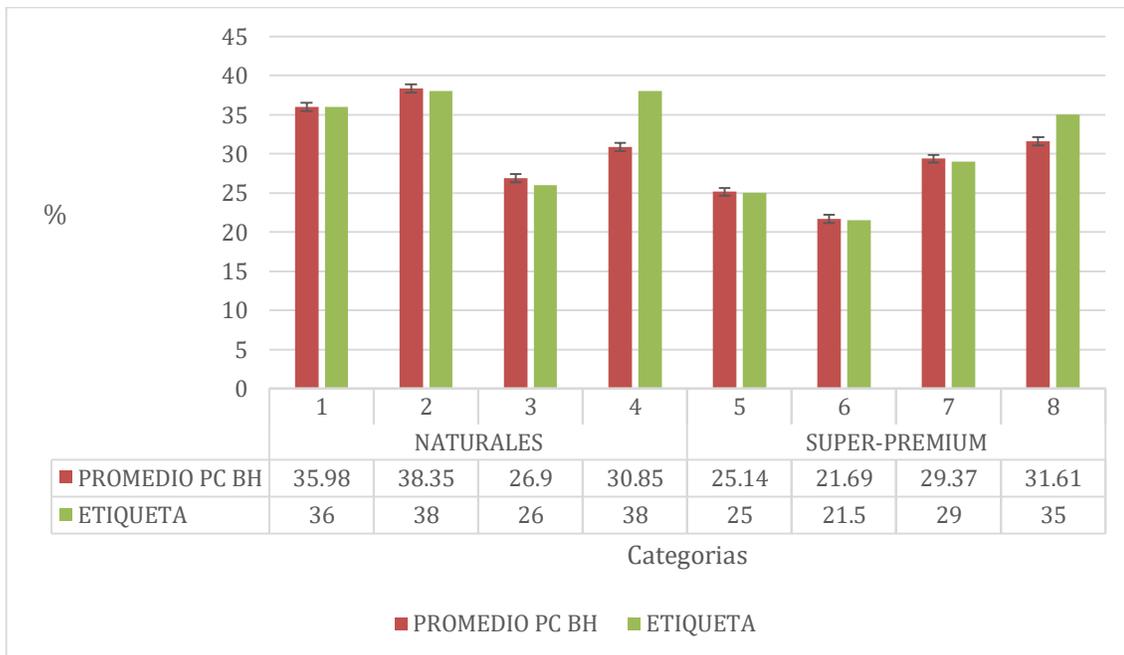


Figura 3-4. Valores de promedios de proteína cruda obtenidos en base húmeda, comparados con el análisis garantizado por marca. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

3.1.4 Extracto etéreo

De acuerdo a los resultados obtenidos para el Extracto Etéreo (EE), o Grasa Cruda (GC) en base seca (BS), se observó una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) en el alimento 1, el cual difiere del alimento 3 y 4 dentro de la categoría naturales, el alimento 1 obtuvo el mayor porcentaje de extracto etéreo (16.60%) mientras que el alimento 3 obtuvo el menor porcentaje de extracto etéreo (11.28%). Los alimentos 8, 7 y 5 no difieren estadísticamente ($P > 0.05$), y todos se encuentran dentro de la categoría super-premium. En general, el promedio de extracto etéreo de todos los alimentos analizados fue de 14.21% (Ver Figura 3-5) (obsérvese Cuadro 3-5).

Cuadro 3-5. Resultados de extracto etéreo en base seca calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha = 0.050$ $Q = 3.2393$

Alimento						Media cuadrática	Error estándar
1	A					16.6020	0.4821
8	A	B				15.7566	0.4821
7	A	B	C			15.3473	0.4821
2	A	B	C			15.3333	0.4821
5		B	C	D		13.7646	0.4821
4			C	D	E	13.3793	0.4821
6				D	E	12.2066	0.4821
3					E	11.2786	0.4821

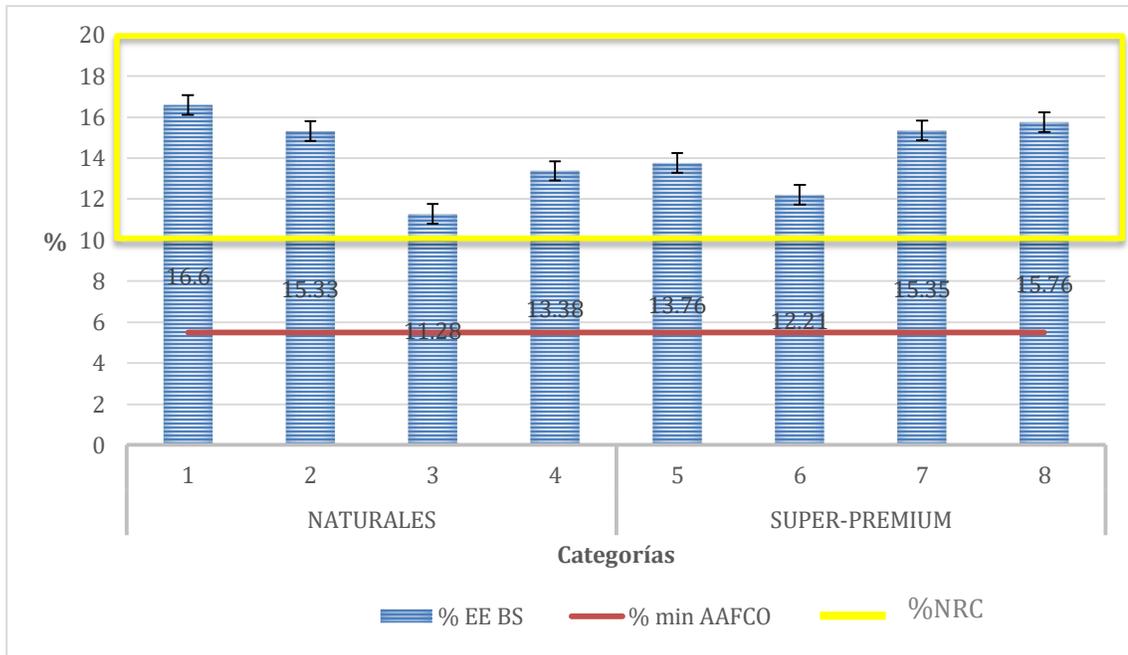


Figura 3-5. Comparación de los porcentajes de extracto etéreo en base seca obtenidos con el mínimo requerimiento según AAFCO y el rango establecido por NRC. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

Se obtuvieron los siguientes resultados al comparar el extracto etéreo en base húmeda con el análisis garantizado por marca. Ningún alimento cumplió con lo señalado en la etiqueta, solo el alimento 1 estuvo muy cerca de cumplir(0.21).(Ver Figura 3-6 y Cuadro 3-6)

Cuadro 3-6. Resultados de extracto etéreo en base húmeda calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha=0.050$ $Q=3.2393$

Alimento					Media cuadrática	Error estándar
1	A				15.7873	0.4731
8	A	B			14.8486	0.4731
7	A	B			14.6440	0.4731
2	A	B			14.5760	0.4731
5		B	C		13.0173	0.4731
4		B	C	D	12.7566	0.4731
6			C	D	11.5286	0.4731
3				D	10.6980	0.4731

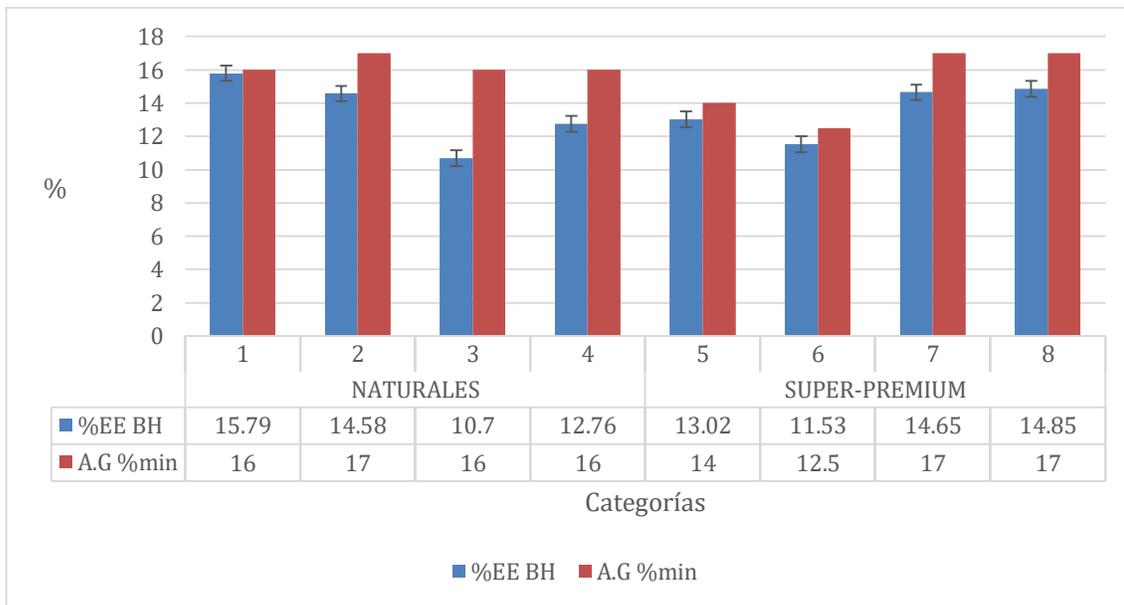


Figura 3-6 Valores expresados en porcentaje obtenidos en base húmeda de extracto etéreo comparados con el análisis garantizado mostrado en la etiqueta como mínimo. . En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

3.1.5 Cenizas

Los resultados que se obtuvieron con respecto a la ceniza en base seca, nos muestran que existe una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) del alimento 2 respecto a todos los demás excepto con el alimento 8 y posee la más alta cantidad de cenizas (11.40%) Los alimentos 8, 3, 4 y 1 son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$) de los alimentos 7, 5 y 6. En general el promedio fue de 8.65% de cenizas (obsérvese Cuadro 3-7)

Cuadro 3-7. Resultados de cenizas en base seca calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha=0.050$ $Q=3.2393$

Alimento			Media cuadrática	Error estándar
2	A		11.3993	0.3312
8	A	B	10.0066	0.3312
3		B	9.2046	0.3312
4		B	8.9620	0.3312
1		B	8.9460	0.3312
7		C	7.1093	0.3312
5		C	5.8826	0.3312
6		C	5.6066	0.3312

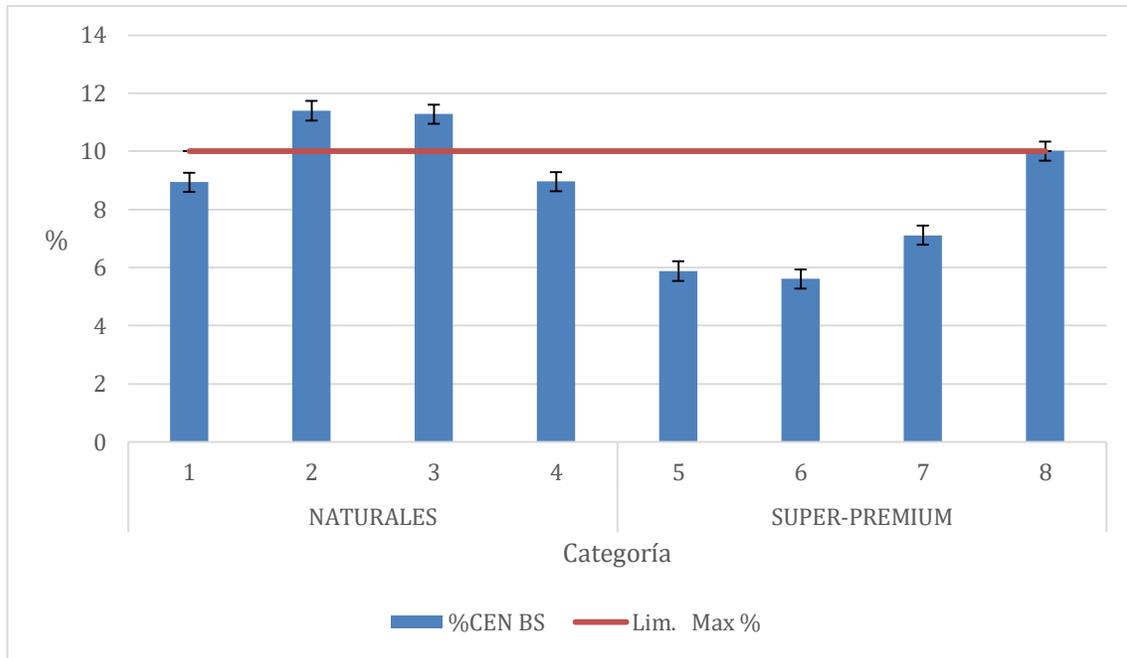


Figura 3-7. Comparación de los resultados promedio obtenidos expresados en porcentaje de ceniza en base seca con el límite máximo recomendado para alimentos super-premium. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

3.1.6 Fibra Cruda

El alimento 8 tuvo una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los demás alimentos ($P < 0.05$) a excepción del alimento 3 y presenta la mayor cantidad de fibra cruda en base seca (4.54 %). Los alimentos 1, 2, 3 y 4, de la categoría naturales, no difieren estadísticamente entre sí ($P > 0.05$). Los alimentos con menor cantidad de fibra cruda fueron los alimentos 6, 7 y 5, pertenecientes a la categoría super-premium, no encontrando diferencias significativas entre ellos ($P > 0.05$). El promedio general de los alimentos fue de 2.91% de fibra cruda en base seca. Sin embargo, los alimentos 5 y 7 se encuentran por debajo del rango establecido por AAFCO. (Ver Figura 3-8) (Obsérvese Cuadro 3-8).

Cuadro 3-8. Resultados de fibra cruda en base seca calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha=0.050$ $Q=3.2393$

Alimento				Media cuadrática	Error estándar
8	A			4.5413	0.2483
3	A	B		3.8586	0.2483
1		B	C	3.1566	0.2483
4		B	C	3.0993	0.2483
2		B	C	3.0813	0.2483
6			C D	2.4293	0.2483
7			D	1.8233	0.2483
5			D	1.3280	0.2483

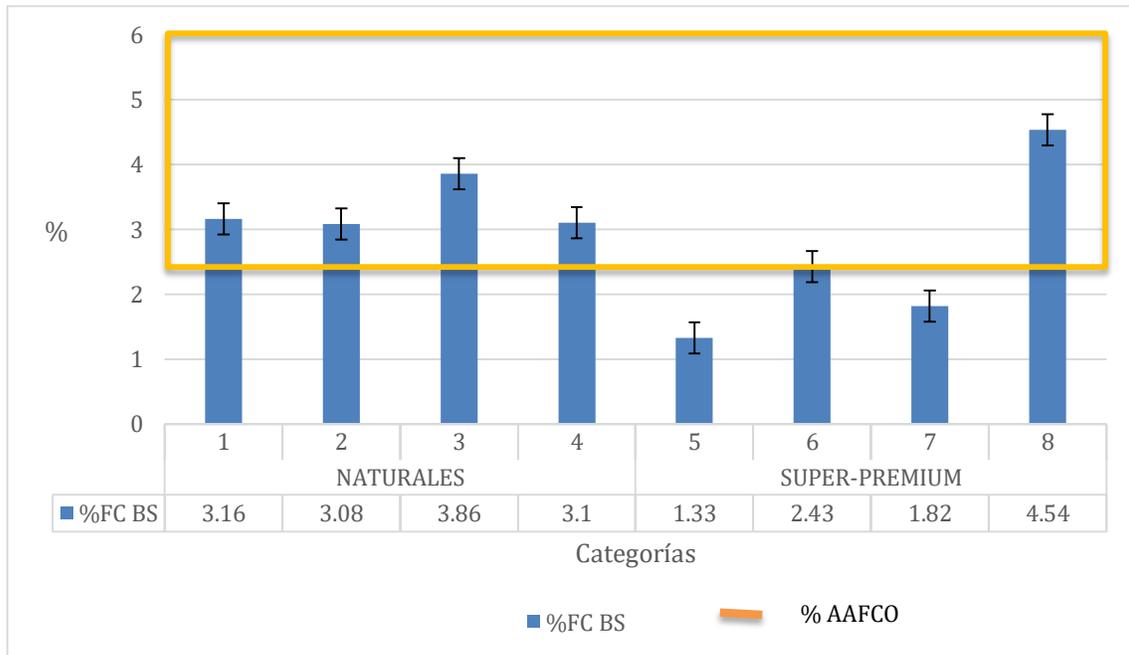


Figura 3-8. Valores de promedios obtenidos de fibra cruda en base seca expresados en porcentajes comparados con el rango sugerido por AAFCO. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

Se realizó un comparativo de los resultados obtenidos en base húmeda con lo que muestra el alimento en su análisis garantizado y los resultados fueron los siguientes.

Cuadro 3-9. Resultados de fibra cruda en base húmeda calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha=0.050$ $Q=3.2393$

Alimento		Media cuadrática	Error estándar
8	A	4.6380	0.2534
3	A B	3.91333	0.2534
1	B C	3.21266	0.2534
2	B C	3.14266	0.2534
4	B C	3.14200	0.2534
6	C D	2.45933	0.2534
7	D	1.85733	0.2534
5	D	1.34466	0.2534

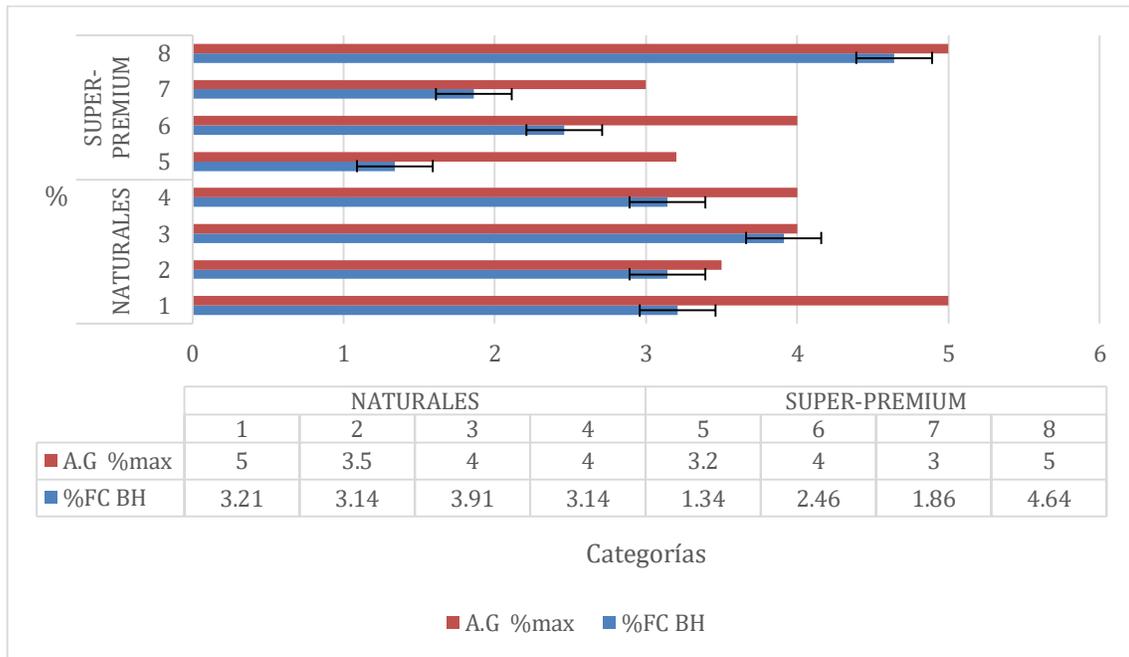


Figura 3-9. Comparación de los porcentajes de fibra cruda en base húmeda con el análisis garantizado de la etiqueta. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

3.2 Elementos libres de nitrógeno

Aunque la etiqueta en el alimento no señala la cantidad de elementos libres de nitrógeno (ELN), se calcularon por diferencia restando de 100 los porcentajes de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas, y se obtuvieron los siguientes resultados. Los alimentos 6 y 5 mostraron una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) con respecto a los demás alimentos, siendo los más altos en cantidad de elementos libres de nitrógeno (ELN) en base seca, con un 56.79% para el alimento 6 y un 52.43% para el alimento 5, ambos mostrando diferencia entre sí. El alimento con menor cantidad de ELN y que fue diferente estadísticamente ($P < 0.05$) de los alimentos restantes, excepto del alimento 1, fue el alimento 2, con un porcentaje de 29.85%. El promedio general fue de 42.86 % de ELN (Ver Cuadro 3-10).

Cuadro 3-10. Resultados de elementos libres de nitrógeno en base seca calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha = 0.050$ $Q = 3.2393$

Alimento		Media cuadrática	Error estándar
6	A	56.7873	0.9117
5	B	52.4353	0.9117
3	C	47.2960	0.9117
7	C D	44.7626	0.9117
4	D	42.1800	0.9117
8	E	36.1473	0.9117
1	E F	33.4586	0.9117
2	F	29.8480	0.9117

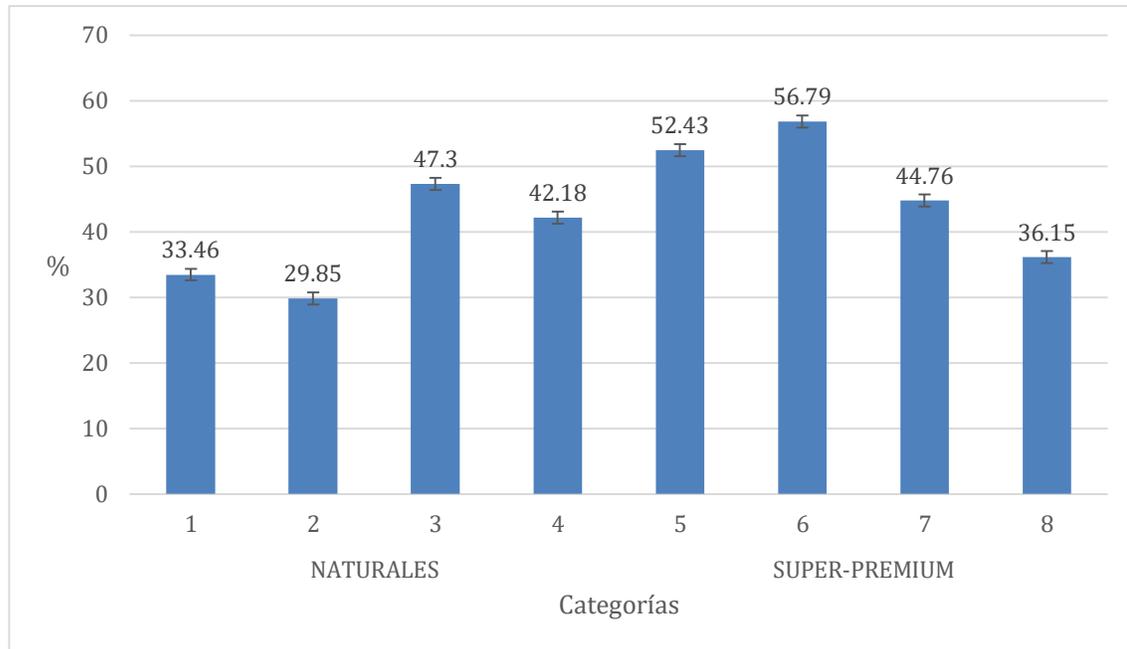


Figura 3-10. Valores de promedios calculados por diferencia de elementos libres de nitrógeno de cada una de las marcas analizadas en base seca expresados en porcentajes. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

3.3 Energía metabolizable

De acuerdo al cálculo de energía metabolizable mediante Factor Atwater modificado, el alimento que menor energía metabolizable presentó fue el alimento 3, con 3412 kcal/kg y el alimento con mayor densidad energética fue el alimento 7, con 3752.6 kcal/kg. El promedio de las marcas naturales, en cuanto energía metabolizable fue de 3562.3 kcal/kg y el de las marcas super-premium es de 3657.4 kcal/kg. El promedio general fue de 3609.8 kcal/kg.

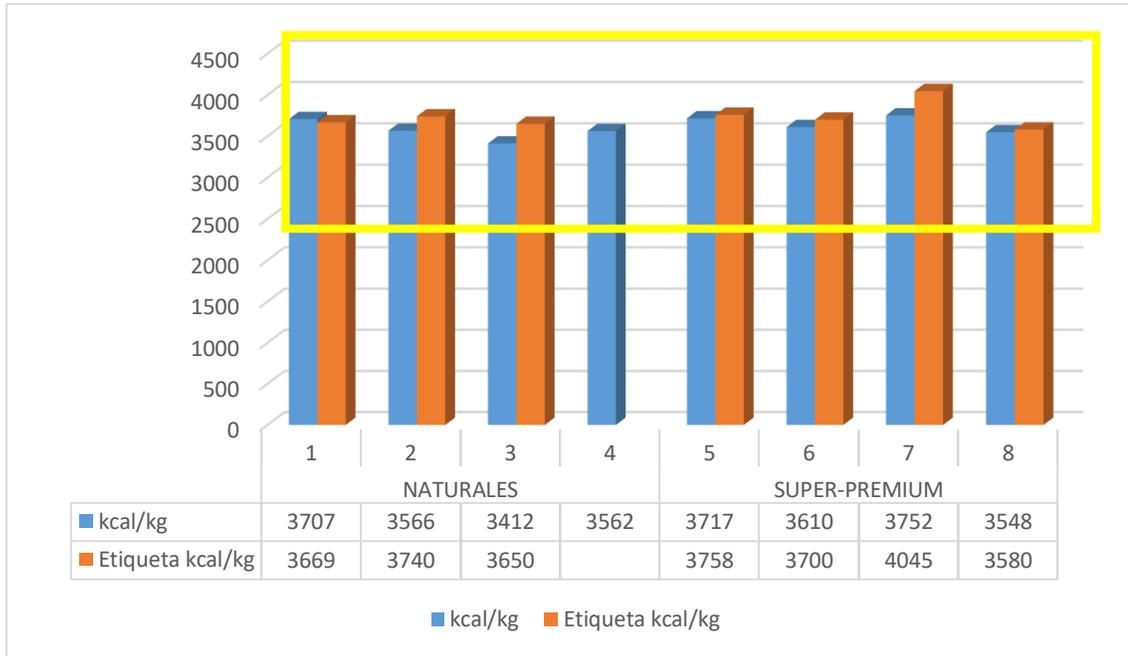


Figura 3-10. Comparación de los valores de promedio de energía obtenidos mediante Factor Atwater, modificado con lo señalado en el análisis garantizado, haciendo referencia al rango recomendado por AAFCO.

3.4 Proteína digestible

De acuerdo a los resultados obtenidos para determinar la cantidad de proteína digestible en base seca, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) de los alimentos 2 y 1 con los demás alimentos, sin embargo no difieren entre ellos ($P > 0.05$). El alimento 2 es el que presentó la mayor cantidad de proteína digestible, con un 35.53% y el alimento 1 un 34.51 %. El alimento 8 no difiere del alimento 4 ($P > 0.05$), pero sí de los alimentos restantes ($P < 0.05$). Los alimentos 4 y 7 no presentaron diferencia estadísticamente significativa entre ellos ($P > 0.05$). El

Además, se obtuvieron los resultados del porcentaje de Digestibilidad en base seca de la proteína Cruda. Los alimentos 1, 5 y 6 son iguales entre sí, pero el alimento 5 es diferente estadísticamente a todos los demás ($P > 0.05$). Los alimentos 2, 3, 4, 8 y 7 no mostraron diferencia estadísticamente significativa entre ellos ($P > 0.05$), pero si con respecto a los demás alimentos, excepto el alimento 2 que no difiere de los alimentos 6 y 1 ($P > 0.05$). El alimento con menor porcentaje de digestibilidad fue el alimento 7, con un 81.06%. El promedio general de los alimentos analizados fue de 83.48%. (Ver Figura 3-12) (obsérvese Cuadro 7-12)

Cuadro 7-12. Resultados de digestibilidad de proteína en base seca calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha=0.050$ $Q=3.2393$

Alimento			Media cuadrática	Error estándar
5	A		86.87	0.6854
1	A	B	86.79	0.6854
6	A	B	85.56	0.6854
2		B	83.70	0.6854
3		C	81.32	0.6854
4		C	81.26	0.6854
8		C	81.14	0.6854
7		C	81.06	0.6854

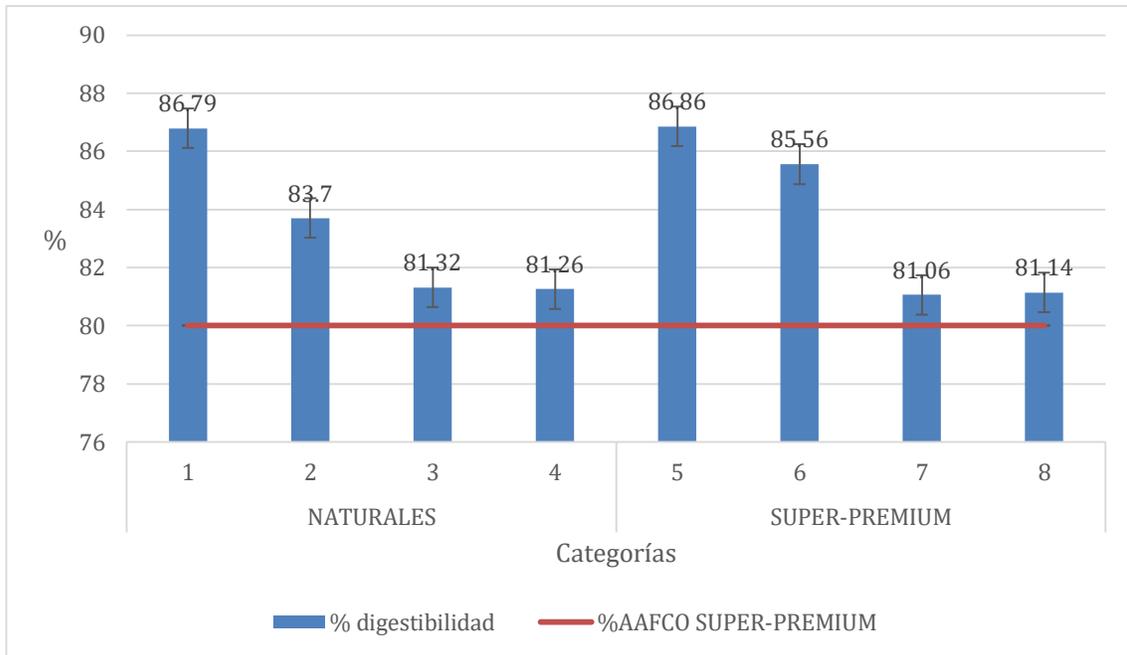


Figura 3-12. Porcentajes de digestibilidad en base seca de la proteína total en comparación con el mínimo recomendado para alimentos super-premium. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

3.5 Proteína verdadera

Como se mencionó antes, la proteína verdadera (PV) indica la cantidad de aminoácidos que se va a absorber y aprovechar en el organismo. Desafortunadamente, no existen valores de referencia que deban contener los alimentos para perros en mantenimiento, así que éste análisis nos da un indicativo de la calidad de proteína en el alimento.

En los valores obtenidos de PV en base seca se encontró una diferencia estadísticamente significativa de los alimentos 1 y 2 respecto a todos los demás ($P < 0.05$), teniendo la mayor cantidad de proteína verdadera de los alimentos analizados, con un 28.88% de PV en BS el alimento 1 y un 27.96% de PV en BS el

alimento 2. . El alimento estadísticamente diferente a los demás ($P < 0.05$) y con la menor cantidad de PV fue el alimento 6, con un 17.30% de PV en BS. (obsérvese Cuadro 7-13)

Cuadro 7-13. Resultados de proteína verdadera en base seca calculados mediante la Prueba de Tukey. Los alimentos que no se conectan con la misma letra son significativamente diferentes. $\alpha = 0.050$ $Q = 3.2393$

Alimento		Media cuadrática	Error estándar
1	A	28.88	0.6484
2	A	27.96	0.6484
7	B	24.07	0.6484
8	B C	23.79	0.6484
4	B C	23.19	0.6484
5	B C	21.38	0.6484
3	C	20.89	0.6484
6	D	17.30	0.6484

En la hipótesis se señaló que la proteína verdadera no debe estar por debajo del 2% de la PC. En la Figura 3-9, se observó que ningún alimento de los analizados cumple con ésta característica.

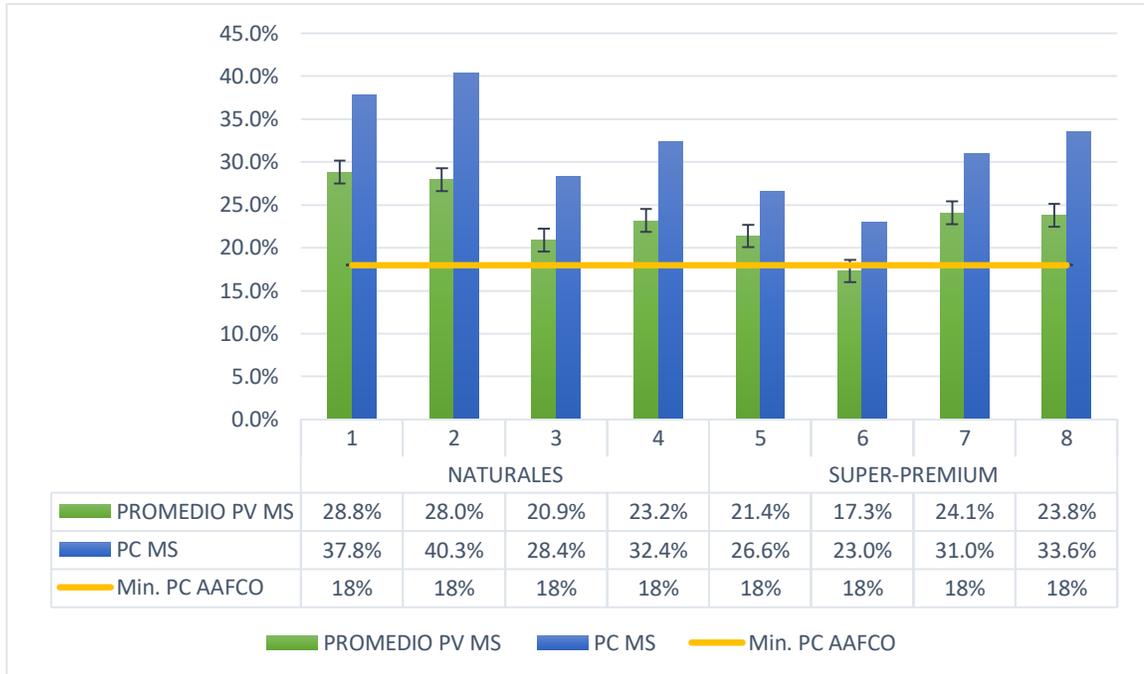


Figura 3-13. Comparación de los porcentajes promedios obtenidos en base seca de proteína verdadera en el laboratorio con la cantidad de proteína cruda. Haciendo referencia al valor mínimo de proteína cruda establecido por AAFCO. En las gráficas se representa sobre las barras $\bar{X} \pm SE$.

3.6 Resultados generales de proteína cruda, digestible y verdadera.

Tabla 3-6-1. Valores promedio obtenidos por marca de proteína cruda, proteína digestible y proteína verdadera, comparación de la proteína cruda con el análisis garantizado y relación de % de proteína digestible y verdadera con el total aprovechado por el organismo en base a la proteína total ingerida. Además se hace un comparativo con la hipótesis establecida.

Marca	% Proteína Cruda			% Proteína digestible			%Proteína verdadera		
	A.G %	%PC BH	%PC BS	%PD BS	%Digestibilidad	Diferencia PC-PD	%PV BS	%PV vs PC	Diferencia PC-PV
1	36	36	37.8	34.5	86.8	3.3	28.9	76.1	8.9
2	38	38.4	40.3	35.5	83.7	4.9	28	69.3	12.4
3	26	24.3	28.4	24.3	81.3	4.0	20.9	73.7	7.5
4	38	30.8	32.4	27.6	81.3	4.8	23.2	71.6	9.2
5	25	25.1	26.6	24.4	86.9	2.1	21.4	80.4	5.2
6	21.5	21.7	23	20.8	85.6	2.2	17.3	75.3	5.7
7	29	29	31	26.5	81.0	4.5	24.1	77.7	6.9
8	35	31.6	33.5	28.9	81.1	4.7	23.8	70.9	9.8

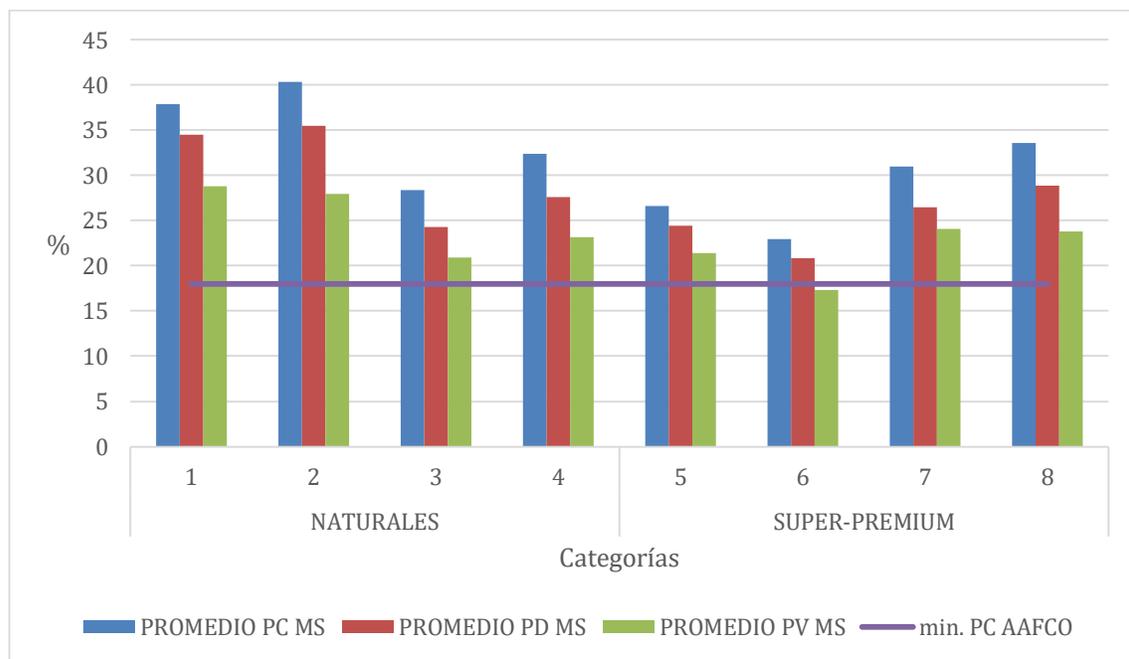


Figura 3-14 Comparación de los resultados obtenidos expresados en porcentaje de proteína cruda, digestible y verdadera en base seca con el mínimo requerido por AAFCO.

4 DISCUSIÓN

Existen en el mercado una gran variedad de productos destinados a la alimentación de mascotas y así mismo, ha incrementado la preocupación de los propietarios por adquirir alimentos de buena calidad. Según Zicker (2008) se sabe que esa preocupación es a raíz de problemas previos con la contaminación de ingredientes en los alimentos de mascotas. Por lo cual es importante evaluar la calidad en los alimentos para perros de mantenimiento, ya que excesos o deficiencias de nutrientes pueden provocar un desequilibrio en el organismo del animal. Además, tanto perros como gatos disfrutan la buena calidad de la comida, y encuentran la de baja calidad menos atractiva (Edney, 1988).

La materia seca es importante ya que incluye todos los nutrientes, excepto el agua (Hand et al. 2000). Por lo tanto, a mayor cantidad de materia seca, mayor concentración de nutrientes. Los resultados obtenidos a través de la determinación de materia seca muestran que los alimentos evaluados son de tipo seco según su definición, donde se señala que tienen más del 90% de materia seca (Case et al., 2001). No encontrándose diferencia entre las categorías.

Los alimentos secos para animales de compañía contienen entre un 6% y un 10% de humedad. La desecación excesiva o incorrecta puede originar una disminución en la disponibilidad de nutrientes e incluso su pérdida. (Case et al., 2001). Así mismo, una mayor cantidad de humedad puede provocar el crecimiento de microorganismos patógenos durante su almacenamiento. (Gutiérrez y Cosío, 2014). En los alimentos analizados se puede observar que ninguno sobrepaso el 10% de

humedad., los resultados se encuentran con un rango de 4.76 a 5.76 %. Por lo que ningún alimento cumple con el mínimo señalado (6%). Resultando la baja humedad en alimentos excesivamente secos, disminuyendo la palatabilidad de los mismos.

Entre los alimentos hubo diferencias significativas en el contenido de proteína cruda en base seca, siendo dos marcas de alimentos naturales (1 y 2) los que mayor porcentaje de proteína cruda obtuvieron y una marca dentro de la categoría super-premium (6) fue la de menor valor en proteína cruda, estos valores concuerdan con la característica que se atribuyen los alimentos denominados naturales. El análisis en laboratorio de proteína cruda demostró que todas las marcas cumplen con el mínimo porcentaje requerido por AAFCO (18% PC min).

En un estudio similar (Rosales, 2004) se determinó la calidad nutricional de 33 marcas comerciales para perros, de diferentes categorías. Los resultados fueron en su mayoría similares a este estudio, ya que solo un alimento no llegó al mínimo requerido por AAFCO, mientras que los 32 restantes si cumplieron, al igual que en este estudio algunas marcas obtuvieron valores por encima del 30% de proteína cruda. Es importante mencionar que utilizaron diferentes categorías a evaluar.

Por otro lado, Alarcón (2010) realizó un estudio donde igualmente se evaluaron 15 marcas de alimento para perro de las cuales dos marcas no cumplieron con el mínimo requerido por AAFCO (18% PC). Recalcando la importancia de que solo una categoría corresponde a la que se utilizó en este estudio (super-premium), la cual todos los alimentos cumplieron con el mínimo requerido. Además, dos de los cinco alimentos de esta categoría no cumplieron con lo señalado en su análisis

garantizado, comparándolo con este estudio en el cual solo una marca dentro de esta categoría no cumplió con lo reportado en la etiqueta, con una diferencia de 3.39%.

No se encontraron otros estudios para los alimentos naturales, pero se analizó en el presente estudio que tres de las cuatro marcas no cumplieron con lo señalado en la etiqueta. Una fue con una diferencia mínima de 0.02%, mientras que la marca 3 obtuvo una diferencia de 1.66% y la marca 4 con 7.15%. Estas diferencias pueden ser ocasionadas a la poca regulación que existe en nuestro país sobre estos alimentos; ya que las dos marcas con más diferencia son de origen nacional.

El porcentaje de proteína cruda contenida en los alimentos podría sobre-estimarse si la porción de nitrógeno no proteico aumentara. (Daumas et. al. 2014). El contenido mínimo de proteína cruda del alimento depende de su digestibilidad y su calidad. (Hand et al., 2000)

En la dieta, la grasa provee la más concentrada forma de energía de todos los nutrientes, es una fuente de ácidos grasos esenciales y facilita la absorción de vitaminas liposolubles. Además, la adición de grasa mejora la palatabilidad y textura de la comida para mascotas, esto es sumamente importante ya que no importa que tan bien este balanceado el alimento, si no es aceptado por el animal. Sin embargo, un exceso de grasa aumenta a su vez el contenido energético, lo que puede provocar un sobreconsumo que desencadena obesidad (Case et al., 2011; NRC, 2006; Hand et al., 2000).

En la evaluación de extracto etéreo (grasa cruda) en este estudio se obtuvieron valores con diferencia estadísticamente significativa con respecto a los demás, teniendo dentro de la categoría naturales los más altos y más bajos valores. El alimento 1 con un 16.60% de EE en BS es el alimento con más grasa, aunque puede aumentar mucho la palatabilidad del mismo, una concentración elevada requiere mayor protección antioxidante, y en ausencia de éstos los lípidos se tornan rancios lo cual afecta el sabor, reduce la actividad vitamínica y posiblemente una posterior oxidación de la grasa corporal. (Hand et al., 2000) Para esto se recomienda evaluar la cantidad y calidad de Vitamina E como antioxidante contenida en este alimento.

Aunque AAFCO solo señala la cantidad mínima de grasa que debe cubrir el alimento (5% GC), Hand et al. (2000) recomienda valores de 10 a 20% de grasa en los alimentos. En base al valor mínimo señalado por AAFCO, todos los alimentos analizados cumplieron con dicho porcentaje y ninguno sobrepaso el 20% de grasa cruda recomendado por Hand.

En el extracto etéreo obtenido se compararon dichos resultados en base húmeda con lo registrado en el análisis garantizado de la etiqueta, recordando que lo reportado es como mínimo contenido en el alimento. Se concluyó que ninguna de las marcas cumple con lo señalado como grasa cruda en la etiqueta, siendo el alimento 3 el que obtuvo mayor diferencia. Algunos factores que pudieron afectar los resultados son, que las grasas son muy susceptibles a la oxidación, quizá el tiempo que demoró entre la toma y el procesamiento de muestras, fallas en el proceso de elaboración, fallas en la conservación y tipo de empaque.

En el estudio realizado por Alarcón (2010), también se evaluó la cantidad de grasa cruda obtenida en los alimentos, los valores que obtuvieron en la categoría super-premium son muy similares a este estudio ya que ninguna marca cumple con el mínimo expresado en su análisis garantizado, al igual que en nuestro estudio, sin embargo, todas las marcas cumplen con el límite y rango indicado por AAFCO y NRC.

A pesar de las diferencias obtenidas entre categorías y marcas, todas las marcas cumplen con la cantidad necesaria de lípidos para cumplir las funciones antes mencionadas.

Como parte del método de análisis químico proximal se realizó la estimación de cenizas en los alimentos empleados. La AAFCO no exige que se registren en el análisis garantizado la cantidad de cenizas en el alimento, por lo tanto, pueden o no estar señaladas en el alimento. De los alimentos empleados solo dos declararon su porcentaje máximo de cenizas incluido.

Se cree que los alimentos super-premium tienen una mejor calidad y digestibilidad de ingredientes, por lo que se esperaría que los alimentos naturales se encuentren en los mismos valores, siendo que compiten directamente en el mercado por calidad y precio. Normalmente, la presencia de más cantidad de cenizas es un indicativo de menor calidad de materia prima. Por lo que se estima que estos alimentos, deberían estar en un porcentaje menor al 10% de cenizas. La relación entre proteínas y cenizas permite estimar la digestibilidad de un producto. El

principio establece que a mayor contenido de ceniza menor será la digestibilidad de la fórmula y viceversa. (Gutiérrez y Cosío, 2014)

Los alimentos obtuvieron una diferencia significativa entre ellos y entre categorías. Siendo el alimento 2 el de mayor cantidad de ceniza en BS (11.40%), sobrepasando los resultados esperados, seguido del alimento 8 (10%). Los alimentos con menor cantidad de ceniza son los 7, 5 y 6, no observando diferencia entre ellos ($P > 0.05$), siendo el alimento 6 el de menor cantidad de ceniza en BS, con un 5.60%. Si basáramos la calidad del producto con los resultados obtenidos en cenizas, se podría inferir que entre categorías existe una diferencia en la calidad de ingredientes empleados, siendo la de mejor calidad los alimentos super-premium, excepto el alimento 8.

En el estudio realizado por Alarcón (2010) los alimentos super-premium obtuvieron valores por debajo del 10%, al igual que en este estudio dentro de la misma categoría.

Aunque de acuerdo a AAFCO, no es necesario reportar la cantidad de cenizas contenidas en el alimento, solamente dos marcas (4 y 7) reportaron en su etiqueta el máximo que contiene el alimento. Además, la cantidad reportada si coincide con lo que contiene de acuerdo al análisis químico proximal.

La fibra no se considera esencial en las dietas de gatos y perros, aunque está presente en los alimentos comerciales. En general, los perros y gatos no obtienen mucha energía a partir de la absorción de los productos finales típicos de la

fermentación bacteriana; sin embargo, los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) mantienen la salud del colon. Por lo tanto, se recomienda añadir una pequeña cantidad de fibra (menos del 5%) tanto con fibras de fermentación rápida como lenta. (Hand et al., 2000)

El exceso de fibra puede producir efectos no deseables. Por ejemplo, ciertos tipos de fibra reducen la absorción de algunos nutrientes, incluyendo la energía total, proteínas y minerales. (Hand et al., 2000) Además, puede provocar hipermotilidad en el intestino, aumentando la incidencia de diarreas en animales.

El contenido máximo debe estar indicado en las etiquetas de los alimentos comerciales. Las fuentes más adecuadas de fibra para los animales de compañía son las moderadamente fermentables y las que promueven niveles adecuados de AGCC (ácidos grasos de cadena corta) para la mucosa intestinal.

En el análisis de fibra cruda de las marcas utilizadas señaló que ninguna marca sobrepasa el 5% máximo de fibra señalado por Hand (2000) y AAFCO. Los alimentos 6, 7 y 5 obtuvieron la menor cantidad de fibra respecto a los demás alimentos (2.43%, 1.82% y 1.33%), por debajo del 2% recomendado por AAFCO. Además, todos los alimentos cumplieron con lo reportado en la etiqueta, al igual que en el estudio realizado por Alarcón (2010).

Las marcas con valores por debajo del 2% fueron de la categoría super-premium, y realizando comparativo con el estudio de Alarcón (2010) se encontraron valores

similares dentro de la misma categoría al de nuestro estudio, de las 5 marcas evaluadas, 4 obtuvieron el porcentaje deficiente.

Aunque la fibra de la dieta no contribuye de forma apreciable al equilibrio energético en perros y gatos, un nivel moderado en la dieta tiene un efecto beneficioso. La fibra vegetal suministra ácidos grasos de cadena corta a las células que revisten el intestino, favorece la estimulación del peristaltismo normal, aumenta el volumen del contenido fecal y reduce el tiempo de tránsito gastrointestinal. (Case et al. 2001)

Los carbohidratos sirven como fuente principal de energía para llevar a cabo los procesos normales de la vida ya que las células en su mayoría utilizan como fuente principal de energía a la glucosa, sobre todos los eritrocitos y neuronas. (Gutiérrez y Cosío, 2014)

Las dietas naturales presumen tener una mayor cantidad de proteína y menores concentraciones de carbohidratos que la mayoría de los alimentos secos en el mercado, ya que son dietas adaptadas para la alimentación de mascotas considerando su ancestro común, el lobo, con la suposición de que dichas dietas se alinean con las necesidades fisiológicas y las capacidades metabólicas de los animales de compañía, (Buff et al.,2014) creando incluso declaraciones como “aliméntalo como siempre debió comer”, “alimenta su instinto”, etc. Sin embargo, en un estudio realizado por Axelsson et al (2013) analizaron la secuenciación de genes del perro doméstico comparándola con la de los lobos e identificaron mutaciones en genes clave en los perros que proporcionan soporte funcional para una mayor capacidad para la digestión de almidón, marcando la diferencia entre la

alimentación de un lobo que es básicamente carnívoro, aunque no es un carnívoro estricto, y un perro doméstico que evoluciono como omnívoro. Estas adaptaciones constituyen un paso crucial en la domesticación temprana de los perros.

De acuerdo a los resultados obtenidos de carbohidratos (ELN) se concluye que dos de las marcas analizadas fueron las más altas en cantidad de carbohidratos (56.79% y 52.43%), estando dentro de la categoría de super-premium y dos marcas naturales(1 y 2) se encuentran con un porcentaje de entre 29 y 33% de ELN. Los resultados de los dos alimentos más altos de ELN (6 y 5 (super-premium)) y de los dos alimentos más bajos de ELN (1 y 2 (naturales)) difieren de hasta más del 10%. Sin embargo el alimento 8, no difiere del alimento 1, concluyendo que aunque éste se encuentre dentro de los alimentos super-premium, por la cantidad de carbohidratos incluidos, se podría categorizar como natural, de acuerdo a su definición.

Además realizando un comparativo de ingredientes de hidratos de carbono entre categorías podemos destacar que los alimentos super-premium utilizan el maíz, trigo, arroz de cervecería, sorgo y cebada perlada principalmente, mientras que los alimentos naturales utilizan papa, chicharos, tapioca, lentejas, arroz integral, avena frutas y verduras etc. La creencia de usar ingredientes enteros en los alimentos naturales para perros se debe a que en humanos los ingredientes enteros pueden proporcionar beneficios para la salud, pero en mascotas aún no está bien estudiado. Por ejemplo, los granos integrales se agregan a las formulaciones de alimentos para mascotas, y se sabe que tienen mayor concentración de muchos nutrientes, que incluyen fibra, vitaminas, minerales y fitonutrientes, en comparación

con los granos refinados. Estudios recientes de Forset et al. (2012) (Buff et al. 2014) demostraron una excelente digestibilidad y aceptabilidad en perros alimentados con una dieta extruida en seco cuando se sustituyeron un poco de trigo y maíz con 25% de polvo de frijoles marinos cocidos secos para proporcionar terapia de pérdida de peso nutricional mientras regulan lípidos séricos y analitos bioquímicos en perros son sobrepeso y obsesos.

Los hidratos de carbono de la dieta proporcionan a los animales una fuente de energía y contribuyen al funcionamiento correcto del tracto gastrointestinal. (Case et al., 2001). En el caso de los alimentos que obtuvieron un porcentaje superior al 50% de ELN, es importante tener cuidado con la ración administrada a la mascotas, ya que sabemos que los hidratos de carbono y almidones que exceden las necesidades energéticas inmediatas del organismo se almacenan como glucógeno o se convierten en grasas. (Hand et al., 2000) provocando problemas de obesidad y sobrepeso.

Con respecto a la densidad energética contenida en los alimentos, todas las marcas, excepto la marca 3, cumplen con la cantidad de energía metabolizable señalada por AAFCO (3500-4500 kcal/kg), la marca 3 se encuentra ligeramente por debajo de las 3500 kcal/kg. Asimismo, es importante resaltar que solo una marca (1) cumple con lo señalado en su etiqueta y dos de las marcas (4 y 8) no especifican la cantidad de energía metabolizable contenida en el alimento.

Cuando la densidad energética de una dieta disminuye, los animales reaccionan aumentando la cantidad de alimento que consumen, logrando así que la ingesta de

alimento sea relativamente constante (Case et al., 2001). Siempre y cuando no sobrepase su capacidad estomacal, en promedio, un perro adulto doméstico de tamaño mediano puede ingerir 30 a 35 g de materia seca (MS)/kg de peso corporal/día. (Hand et al., 2000) Basándose en lo anterior, la marca menos recomendada sería la 3, ya que se necesitaría mayor cantidad de alimento para satisfacer las demandas energéticas del animal.

El valor nutricional de las proteínas es uno de los temas más estudiados y discutidos en la ciencia de la nutrición. La Calidad nutricional de una proteína viene determinada por su composición de aminoácidos y la digestibilidad de dicha proteína (Nielsen, 2003). Es por eso que se midió en el estudio cuanta de la proteína cruda contenida en el alimento es digerible y cuanta va aportar los aminoácidos esenciales requeridos por el animal.

La digestibilidad es uno de los indicadores más utilizados para determinar la calidad de las proteínas debido a que no todas son digeridas, absorbidas y utilizadas en la misma medida. En la actualidad este dato no es obligatorio reportarlo para las marcas de alimentos, solo se puede obtener información hablando directamente con el fabricante. Los alimentos con una digestibilidad igual o superior al 80% en materia seca son los apropiados para las mascotas, debiendo rechazarse cualquier alimento cuya digestibilidad sea inferior al 75%; sin embargo, la gran variabilidad en la calidad de la proteína presente en los alimentos comerciales hace que la determinación de su digestibilidad sea de gran importancia (Case et al. 2001; Malca et al., 2006).

Al evaluar la digestibilidad de la proteína se encontró que todos los alimentos tienen un porcentaje mayor al 80% y menor de 90% de digestibilidad con respecto a lo obtenido en proteína cruda. Lo que podría asegurar que la fuente proteica es de buena calidad, aunque se espera que al ser alimentos super-premium tengan entre un 85 y un 90% de digestibilidad. Cabe mencionar que éstos se encuentran en las marcas analizadas como primer ingrediente en su etiqueta y son desde harinas de carne hasta carne deshuesada. Con esto, se puede afirmar que en cuanto a digestibilidad de proteínas no existe diferencia alguna entre categorías.

Estos resultados son un tanto diferentes al estudio de Alarcón (2010) de las 5 marcas evaluadas dentro de la categoría super-premium, solo 4 obtuvieron porcentaje dentro del rango señalado por AAFCO, incluso el porcentaje fue mayor al 85% y menor al 90%, siendo ligeramente más elevados a los resultados en este estudio. Se puede relacionar esa diferencia al cambio de formulaciones que pudieron tener las marcas con el paso de los años, ya que este estudio fue realizado hace 7 años.

El resultado más importante que se obtuvo, y en los que nos podemos basar para determinar si un alimento cubre realmente con los requerimientos, es la proteína verdadera. Por lo que el alimento que resultó más alto en cuanto a la relación de proteína cruda y proteína verdadera fue el alimento 5 (80.39%) sin embargo en cantidad de proteína verdadera no es el más alto entre los alimentos (21.38%). El alimento con un menor balance de proteína cruda con proteína verdadera fue el alimento 2 (69.33%), aunque el porcentaje obtenido de proteína verdadera es de 27.96%. El alimento que mejor balance obtuvo fue el alimento 1 con un 76.34% de

calidad dentro de la proteína cruda y un 28.88% de proteína verdadera. Y el de peor balance con respecto a cantidad de proteína verdadera dentro de la proteína cruda fue el alimento 6, con un 75.33% de relación entre ambas, pero con una cantidad de 17.29% de PV. La cual fue la más baja cantidad de todos los alimentos analizados.

El alimento 6, que resultó ser el más bajo en cuanto a calidad de proteína, se asocia con los resultados obtenidos en el estudio de Malca et al en 2006, donde se evaluó la proteína digestible en alimentos secos para perros, se realizó por método *in vivo* e *in vitro* obteniendo resultados bajos en digestibilidad en aquellos alimentos que tenían como fuente proteica harina de pollo y harina de carne, asemejándose a los resultados obtenidos en el alimento 6, ya que su principal fuente proteica es harina de pollo.

A pesar de que los resultados obtenidos son muy diferentes entre categorías y entre marcas, se concluye que, aunque no existen valores de referencia para la PV y la PD, todos los alimentos, excepto el alimento 6, cumplen con los requerimientos mínimos de proteína establecidos por AAFCO, tomando el valor de 18% de PC.

Las marcas analizadas dentro de la categoría naturales presentaron valores elevados de proteína cruda, pero realmente su proteína verdadera estuvo muy por debajo, por lo que la característica de que más proteína es mejor de este segmento no corresponde con lo que le venden al consumidor, ya que resultaron de igual calidad y cantidad los alimentos super-premium, excepto el alimento 6.

El descubrimiento de que muchos aminoácidos que componen las proteínas corporales deben ser provistos como tales por la proteína del alimento, explica por qué diferentes alimentos con el mismo contenido de proteínas tienen valores proteicos distintos en nutrición, es decir, difieren en la calidad de la proteína. Las proteínas cuyo contenido de aminoácidos se aproxima al punto óptimo de satisfacción de las necesidades animales son llamadas de “alta calidad”; aquellas que no se acercan a ese punto, son conocidas como de “baja calidad”. (Maynard et al., 1984)

Con respecto a los alimentos naturales, una vez cubiertos los requerimientos de aminoácidos en el animal, la adición de más proteína no aporta beneficios conocidos. Además, esa adición de proteína se comercializa considerando a los perros carnívoros, siendo que por la evolución ya se consideran omnívoros. Ninguna causa nutricional respalda el suministro de cantidades excesivas de proteínas en la dieta. Algunas compañías que elaboran alimentos para mascotas han perpetuado el mito de que los alimentos provenientes de carne y ricos en proteínas son más naturales y adecuados que aquellos con bajo contenido de proteínas de origen animal y vegetal. Otras falacias, como que los niveles elevados de proteína favorecen la formación de músculo o aumentan el espesor del pelaje, contribuyeron a que los propietarios de mascotas tengan el concepto erróneo de que los alimentos con contenido más elevado de proteína son de mejor calidad. Por lo tanto, los alimentos para mantenimiento de perros adultos no deben exceder el 30% de proteína BMS. (Hand et al., 2000). El exceso de proteína agrega un costo

innecesario a los alimentos, ya que este exceso se utiliza como fuente de energía o se deposita como grasa provocando obesidad en perros.

La obesidad es un problema común entre perros y gatos. Numerosos estudios, según Lafflame (2006), en ciudades desarrolladas sugieren que entre el 25% y 40% de perros y gatos adultos tienen sobre-peso u obesidad, y la prevalencia sigue incrementando. La obesidad se asocia con un gran número de enfermedades, así como una vida útil reducida. En perros y gatos, las asociaciones más fuertes son con diabetes y osteoartritis. Por tanto, eso es importante tener cuidado al alimentar las mascotas con dietas altas en proteína, pues se podría exceder la cantidad de energía necesaria para el mantenimiento, ya que al ser alimentos con proteína como primer ingrediente y buena cantidad de grasa cruda, aumenta la palatabilidad del alimento y una dieta de elevada palatabilidad y de alta densidad energética suscita un consumo excesivo crónico de algunos animales de compañía. (Case et al, 2001) incluso muchos dueños no comprenden la gravedad de esto y alimentan a sus mascotas *ad-libitum*, sin tomar en cuenta raciones recomendadas. Sin embargo, muchos dueños de mascotas no se dan cuenta de que sus mascotas tienen sobrepeso.

En los resultados obtenidos, la cantidad de PV resultó con porcentajes menores con respecto a la PD, y esto fue constante en todos los alimentos analizados. Este resultado podría asociarse a que no todo el nitrógeno del alimento está presente como proteína, ya que parte de él se encuentra en forma de aminoácidos libres. (Hand et al 2000). Antedicho, la mayoría de los alimentos empleados reportan en su etiqueta la adición de aminoácidos sintéticos, como la metionina, lo que pudo

originar variación en el contenido de la PV, con respecto a la PD, sabiendo que para su cálculo se realizan procedimientos diferentes; el cálculo de PV se realiza mediante cambios de pH, y de acuerdo a su solubilidad se separan los aminoácidos de los elementos nitrogenados, en cambio en la PD se mide la cantidad de nitrógeno total presente.

Las marcas que obtuvieron elevado porcentaje de proteína cruda, pero bajo de proteína digestible y verdadera, deberían evaluar la calidad de ingredientes que utilizan, suponiendo que están cumpliendo con lo estipulado en la etiqueta, al parecer son de buena calidad, pero quizá el proceso de elaboración del producto este teniendo ciertas implicaciones en la calidad final de la proteína. Ya que se sabe que el tratamiento con calor moderado es benéfico para la proteína y también sirve como un medio para la desnaturalización preliminar pre ingestión. Sin embargo, el calor excesivo o almacenamiento prolongado puede producir deterioro en la calidad de las proteínas por la conocida reacción de Maillard. En esta reacción, los grupos aminos libres de las cadenas de péptidos, frecuentemente el grupo amino de la lisina, reacciona con el grupo aldehído de azúcares reductoras, tales como la glucosa y la lactosa, para producir un complejo amino-azúcar que ya no queda disponible para el animal. Los productos derivados del daño por calor pueden ser dañinos ya que se ha demostrado que la fructosi-fenilalanina o sus metabolitos pueden deprimir la síntesis de proteínas en el hígado (Maynard et al., 1984).

En muchos casos, los procesos ya implementados exceden los estándares reconocidos dentro de la industria. No obstante, la mayoría de las compañías han aumentado el control de selección y abastecimiento en los ingredientes utilizados

en alimentos para mascotas. Los estándares regulatorios se proporcionan en varios niveles para garantizar la seguridad y la adecuación de los productos comerciales. Además, la fabricación y regulación de alimentos para mascotas está progresando continuamente, lo que debería resultar en una mayor confianza de los veterinarios y del consumidor en alimentos fabricados comercialmente (Zicker, 2008).

En el caso particular de los alimentos de alta calidad, que manejan una lista mejor de ingredientes y cuentan con una digestibilidad óptima, favorecen que el volumen y frecuencia de las heces disminuya considerablemente, además de mejorar su consistencia (Gutiérrez y Cosío, 2014)

Los resultados que se obtuvieron demuestran mucha diferencia entre alimentos y además una categoría no es completamente diferente a la otra, ya que entre ellas tienen alimentos que comparten ciertas características. Además, aunque los alimentos comerciales tengan análisis garantizados similares, se demostró que pueden presentar grandes variaciones en los coeficientes de digestibilidad. (Daumas et al. 2014)

Dado que no existe un requisito legal para proporcionar información sobre la digestibilidad del producto, los propietarios tienden a depender del costo del producto y la reputación del fabricante como criterios que representan la calidad de los alimentos. (Daumas et al. 2014), sin embargo, al ser nuevas algunas de las marcas empleadas en el presente estudio, aún no cuentan con la reputación esperada, a diferencia de las marcas super-premium. Ambas categorías de alimentos utilizados en este estudio compiten en el mercado por precio y calidad, no

obstante, entre marcas si existen grandes diferencias con respecto a la garantía de calidad utilizada en sus materias primas. Por lo que se recomienda no solo basarse en el precio del producto, sino que la proteína de origen animal se encuentre como primer ingrediente dentro de la lista en la etiqueta, ya que es el ingrediente más caro y en mayor abundancia en el alimento.

Con la tendencia creciente de antropomorfismo de las mascotas y el interés de los propietarios con alimentar con dietas ancestrales o naturales, los desafíos para este segmento de alimentos incluyen la competencia con la cadena alimentaria humana y el alto uso de fuentes de proteína animal. Así mismo será necesario satisfacer la demanda del consumidor y proporcionar nutrición natural a las mascotas mientras se reduce el impacto sobre el medio ambiente, ya que el uso excesivo de proteína en los alimentos para perros no es sustentable para el medio ambiente.

5 CONCLUSIONES

Al analizar las diferentes marcas de alimento comercial seco para perro adulto de raza pequeña en mantenimiento de las categorías naturales y super-premium, se puede concluir que no existe diferencia entre categorías, solo entre alimentos. Además, se observó que, a pesar de no cumplir algunos alimentos con lo reportado en su etiqueta, todos los alimentos cumplen con el valor mínimo de proteína cruda (18%) recomendado por AAFCO y NRC.

También se demostró la importancia de conocer la digestibilidad de la proteína y la proteína verdadera del producto, ya que los valores reportados en el análisis garantizado no son suficientes para garantizar su calidad. Antedicho, ningún alimento tuvo una digestibilidad de proteína mayor al 85%, por lo que lo sugerido por autores de que mayor al 85% se considera super-premium, en este estudio ninguna de las dos categorías lo cumple. Así mismo, ningún alimento tuvo una diferencia del 2% de proteína verdadera por debajo de la proteína cruda, pero todos cumplieron en tener menos del 10% de proteína digestible por debajo de la proteína cruda.

La gran diferencia en la digestibilidad de proteína cruda contra proteína verdadera entre alimentos, sugiere un estudio de perfil de aminoácidos por marca para determinar que aminoácidos y en que concentración se encuentran en el alimento. Además de un estudio *in vivo* de digestibilidad de proteínas, el cual mide la desaparición de nutrientes a su paso por el tracto gastrointestinal y su absorción al organismo. Los animales reciben la dieta prueba durante determinado tiempo y se registra la cantidad de alimento consumido y la cantidad de materia fecal excretada.

La materia fecal recogida representa el resto no digerido del alimento consumido.
(Case et al. 2002).

6 REFERENCIAS

- 1.- Águila, R. (2015). Nutrición canina básica. *Omisiones y confusiones vs hechos científicos*. UNAM, México. p. 4. Disponible en: <http://congreso.fmvz.unam.mx/pdf/memorias/Ciencias%20Veterinarias/NUTRICI%C3%93N%20CANINA%20B%C3%81SICA%20UNAM%202015%20R%20Aguila.pdf> [Consultado el 01 de diciembre de 2017]
- 2.- Alarcón, K. (2010) Evaluación nutricional de alimentos balanceados secos para perros adultos de razas consideradas pequeñas en mantenimiento. Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
3. - Association of American Feed Control Officials, (2014). AAFCO Methods for Substantiating Nutritional Adequacy of Dog and Cat Foods. [pdf]. Association of American Feed Control Officials. Disponible en: http://www.aafco.org/Portals/0/SiteContent/Regulatory/Committees/PetFood/Reports/Pet_Food_Report_2013_MidyearProposed_Revisions_to_AAFCO_Nutrient_Profiles.pdf [Consultado el 18 de agosto de 2017].
4. - Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15^a ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, Inc, pp. 69,70, 78, 79, 80 y 81
5. - Axelsson, E., Ratnakumar, A., Arendft, M., Maqbool, K., Webser, M., Perloski, M., Liberg, O., Arnemo, J., Hedhammar, Á. And Lindblad-Toh, K. (2013). The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. *Nature*, 495(7441), pp.360-364

6. - 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". The Nutro American Society of Animal Science Collins. doi.10.2527/jas2014-7789
- 7.-Carter R.A., Bauer J.E., Kersey J.H., Buff P.R. (2014) "Awareness and evaluation of natural pet food products in the United States" *Vet Med Today: Timely topics in nutritions*. Vol. 245(11) pp.1241. . doi.
8. - Case, L., Carey, D., Hiraikawa, D., and Daristotle, L., (2001). Nutrición canina y felina. Madrid: Harcourt. pp. 25, 26, 91 y 218,
9. - Case, L. (2005) The dog its behavior, nutrition and health. 2nd ed. Iowa: Backwell Publishing, p. 10. Disponible en Google books: <https://books.google.com.mx/books?hl=en&lr=&id=FQijE4ulGGoc&oi=fnd&pg=PA23&dq=nutrition+of+dog&ots=oAOMcArduL&sig=EpT8HPAg0brVNBf2Mb6pmACStbY#v=onepage&q=nutrition%20of%20dog&f=false> [Consultado el 12 de agosto de 2017]
- 10.- Campbell, M., Farrell, S.(2009). Bioquímica. 6ta ed.
- 11.- Consulta Mitofsky. (2011). México: Las mascotas en nuestros hogares[En línea] Disponible en: <http://consulta.mx/index.php/estudios-einvCestigaciones/mexico-opina/item/577-mexico-las-mascotas-ennuestroshogares> [Consultado el 8 de agosto de 2017]
- 12.-Daumas, C., Paragon, B., Thorin, C., Martin, L., Dumon, H., Ninet, S. and Nguyen, P. (2014). Evaluation of eight commercial dog dieta. *Journal of Nutritional Science*, 3 doi:10.1017/jns.2014.65

13. - Dryden, G. (2008). *Animal Nutrition Science*. Wallingford; CABI. pp. 30-40.
- 14.-Edney A.T.B. (1988) *El libro Waltham de Nutrición de perros y gatos*, 2da ed. Zaragoza España, Editorial Acribia. p.4
- 15.-El Economista. (2018) *Industria de alimento para mascotas crece en México*. [online] Disponible en: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Industria-de-alimento-para-mascotas-crece-en-Mexico-20180823-0086.html> [Consultado el 16 Sep. 2018].
- 16.- Forbes México. (2017) *7 de cada 10 hogares en México tienen una mascota* [online] Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/7-de-cada-10-hogares-en-mexico-tienen-una-mascota/> [Consultado el 10 Jun, 2018].
- 17.-Galibert, F., Quignon, P., Hitte, C., André,C. (2011). "Toward understanding dog evolutionary and domestication history" *C.R. Biologies*. Elsevier. p.191 doi:10.1016/j.crv.2010.12.011
- 18.- Gutiérrez, C. (2014) Tendencias mundiales en la alimentación de perros y gatos. *Animales de compañía*, 148, pp. 6-8.
- 19.- Gutiérrez, C. y Cosío, K. (2014) *Manual de Nutrición y Alimentación de Perros y Gatos*. Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica. FMVZ.UNAM.
- 20.-Hand, M.S., Thatcher, C.D., Remillard, R.L., Roudebush, P.(2000). *Small Animal Clinical Nutrition*. 4ª ed. Traducido al español por Jure, A., Rondinone, S. Bogotá Colombia. Panamericana pp. 60,184, 259 y 261.
- 21.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). Disponible en: < <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/vivienda/>> [Consultado el 8 de agosto de 2017]

- 22.- Krishnamoorthy, U., Muscato T.V., Sniffen C.J., Van Soest, P.J. (1982). Nitrogen Fractions in Selected Feedstuffs. *Journal of Dairy Science*, 65(2), pp. 217-225.
- 23.-Lafflame, D. (2006)Understanding and Managing Obesity in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 36(6). Pp.1283-1295. Doi: 10.1016/j.cvsm.2006.08.005
- 24.- Laguna, J., Martínez, F., Piña, E., Pardo, J., Riveros, H. and Mendoza, C. (2009) *Bioquímica de Laguna*. México: Editorial El Manual Moderno; Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Facultad de Medicina, p.19.
- 25.- Malca O., S., Lucas A., O., Arbaiza F., T., Carcelén C., F. and San Martín H., F. (2006). COMPARACIÓN DE DOS TÉCNICAS PARA DETERMINAR LA DIGESTIBILIDAD PROTEICA DE INSUMOS Y ALIMENTOS COMERCIALES PARA CANINOS. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 17 (2).
- 26.- Maynard, L., Loosli, J., Hintz, H. and Warner, R. (1984). *Nutrición animal*. 4th ed. México: McGraw-Hill.
- 27.- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., Wilkinson R. (2011). *Animal Nutrition*. 7ª ed. Traducido al español, 2013. Zaragoza, España: Acribia. p. 267
- 28.- Mulder, E., Jagt, J. and Jagt-Yazikova, E. (2010). *Wolves-evolution, distribution and more...[ebook]*. St. Petersburg State, p. 36. Disponible en: <http://las.us.edu.pl/files/Wolves---evolution,-distribution-and-more.pdf> [Consultado el 1 de noviembre de 2017]
- 29.- Müller-Esterl, W. (2011). *Biouímica*. Barcelona, etc.: Reverté pp. 87

- 30.- National Research Council. (1986). Nutrient Requirements of Cats. [ebook]. Washington, D.C., United States of America. p. 113. Disponible en Google Books: <<https://books.google.com.mx/books?id=JzArAAAAYAAJ&pg=PA73&dq=nrc+cat&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwifhJ2f2d3SAhULIQKHYBMAqYQ6AEISTAG#v=onepage&q=90%20percent%20protein&f=false>> [Consultado el 19 de agosto de 2017].
- 31.- National Research Council. (2006). Nutrient Requirements of Dogs and Cats.[e-book]. Washington, D.C., United States of America. p. 119. Disponible en Google Books: <https://books.google.com.mx/books?id=aqeCwxbRWvsC&printsec=frontcover&dq=nrc+dog+and+cats&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiHvf6igt7SAhVI3IMHackDZIQ6AEIGTAA#v=onepage&q=page%20119&f=false> [Consultado el 19 de agosto de 2017].
- 32.- Nelson, L., Cox, M. (2009). Lehninger, Principles of Biochemistry . 5ta ed. Traducido al español por Cuchillo, C. New York, Worth: Omega. p. 71
- 33.- Nielsen, S. (2003). *Análisis de los alimentos*. 3rd ed. Zaragoza: Acribia, p.365.
- 34.- Pacheco, L. (1996) *Bioquímica estructural y aplicada a la medicina*. 1ra. ed. Instituto Politécnico Nacional, pp 434
- 35.- Pond, W., Church, D. and Pond, K. (2002) *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. 2nd ed. México: Limusa, p.130.
- 36.- Rosales (2004). *Determinación de la calidad nutricional de alimentos secos comercializados en Chile para perros adultos en etapa de mantención*. Licenciatura. Universidad Austral de Chile.
- 37.- Schenck, P. A. (2010) Home-prepared dog and cat diets. 2nd edition. Wiley-Blackwell. Iowa, USA. P.34

38. Shimada, A. (2018) *Nutrición Animal*. 4ta ed. México: Editorial Trillas. P.160
- 39.- Simpson, J., Anderson, R. and Markwell, P. (1993). *Clinical nutrition of the dog and cat*. Oxford: Blackwell scientific publications, pp. 11-12.
- 40.-Stryer, L. (1995) *Bioquímica*. 4th ed. New York: W.H. Freeman and Company
- 41.-Tejada, H. (1992) *Control de calidad y análisis de alimentos para animales*. México: Sistema de Educación Continua en Producción Animal.
- 42.- Wallace, R., Alfaro, F., Sainz, L., Useda, B., Noss, A. (2010). Canidae. In. *“Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia”*. Wildlife Conservation Society (WCS). (pp. 367-400). Bolivia. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Robert_Wallace7/publication/268578283_Canidae/links/5482698b0cf2f5dd63a89a79/Canidae.pdf__[Consultado el 12 de agosto de 2017]
- 43.-Wortinger, A. (2007) *Nutrition for Veterinary Technicians and Nurses*. 1st Edition. Blackwell Publishing. Iowa, USA. p 77
- 44.- Zicker, S. (2008). Evaluating Pet Foods: How Confident Are You When You Recommend a Commercial Pet Food?. *Topics in Companion Animal Medicine*, 23(3).pp.121, 1

