



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Evaluación del contenido nutricional aproximado de alimentos crudos comerciales
(tipo Biologically Appropriate Raw Food) para perros adultos en mantenimiento

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ISMAEL VILLARREAL GONZÁLEZ

Asesores:

DrC MPA MVZ. Carlos Gutiérrez Olvera

QA. Águeda García Pérez



Ciudad Universitaria, CD.MX, 2022



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.

INDICE

Contenido	Página
1 RESUMEN	3
2 INTRODUCCIÓN	4
3 HIPÓTESIS	10
4 OBJETIVOS	10
4.1 Objetivo general	10
4.2 Objetivos específicos	10
5 MATERIAL Y MÉTODOS	11
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
6.1 Humedad	20
6.2 Proteína Cruda	21
6.3 Extracto etéreo	23
6.4 Fibra cruda.....	25
6.5 Cenizas	26
6.6 Elementos libres de nitrógeno	28
6.7 Comparación entre lotes de la misma marca	28
7 CONCLUSIÓN	31
8 COMENTARIOS	33
9 ANEXOS	34
10 REFERENCIAS	35

1 RESUMEN

VILLARREAL GONZÁLEZ ISMAEL. Evaluación del contenido nutricional aproximado de alimentos crudos comerciales (tipo biologically appropriate raw food) para perros adultos en mantenimiento. (DrC MPA MVZ. Carlos Gutiérrez Olvera, QA. Águeda García Pérez.)

Actualmente existe una tendencia en la alimentación humana que pretende buscar una dieta basada en alimentos naturales y orgánicos, lo cual repercute en la alimentación de los animales de compañía, un ejemplo de esto es la alimentación tipo BARF por sus siglas en inglés (Biologically Appropriate Raw Food), que es una dieta constituida por carne cruda, hueso y vísceras de distintos animales, así como frutas y vegetales sin procesar. El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido nutricional de alimentos crudos comerciales para perro adulto en mantenimiento, y comparar los resultados obtenidos con los requerimientos establecidos por la AAFCO por sus siglas en inglés (Association of American Feed Control Officials). Para esto se utilizaron 5 marcas comerciales, analizando por triplicado 5 lotes diferentes de cada una por medio del análisis químico proximal. Para cuantificar el contenido de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda y elementos libres de nitrógeno. Los resultados obtenidos con el proceso experimental muestran variación del contenido nutricional entre los diferentes alimentos ($p < 0.05$), y con los datos reportados en la etiqueta de cada producto. Sin embargo, todos los alimentos cumplen con los mínimos y/o máximos establecidos por la AAFCO.

2 INTRODUCCIÓN

El perro es un mamífero del orden *Carnivora* que ocupa un lugar muy importante en la sociedad como animal de compañía y trabajo. Esta relación se puede atribuir a su domesticación que se estima inició hace aproximadamente 40,000 años, y aunque el fósil más antiguo de perro doméstico (*Canis lupus familiaris*) con el que se cuenta es una mandíbula de 14,700 años, los restos más antiguos de un animal parecido al perro datan de hace 35,000 años. Pruebas genéticas mostraron que los perros modernos se originaron de la división de sus ancestros en dos poblaciones, una dio origen a las razas del este de Asia y la otra origino las razas de Europa, sur y centro de Asia y África. Se estima que los perros divergieron de los lobos hace 36,900 - 41,500 años. Y los perros del este y oeste se dividieron hace 17,500 - 23,900 años (Lallensack, 2017).

2.1 Historia

Antiguamente solo las clases nobles tenían animales de compañía. En China, por ejemplo, algunas razas eran propiedad exclusiva de la corte real, eran criados por eunucos del palacio, y si se atrapaba a alguien teniendo uno, esta persona podía ser sentenciada a muerte (Pedigree, 2022). Con el paso de los años la tenencia de animales de compañía llegó a las personas con menos recursos. En la actualidad el perro es uno de los animales de compañía más comunes alrededor del mundo. Para el año 2014, 55% de los hogares mexicanos tenían algún animal de compañía, de estos, el 87% eran perros (Consulta Mitofsky, 2014).

2.2 Alimentación

Los tutores son cada vez más conscientes de las necesidades de sus animales de compañía y procuran su bienestar. Una parte muy importante de este último es la nutrición, que se define como la disciplina que estudia el consumo del alimento, los procesos físicos y químicos a que se somete este durante su paso por el tubo digestivo, la absorción de los nutrientes liberados a través de las paredes gastrointestinales y el transporte y posterior utilización celular de los nutrientes por medio de los procesos metabólicos (Shimada, 2003).

Aunque por muchos años se ha añadido carne cruda a dietas para perros de trineo y galgos de carreras, cuyos requerimientos nutricionales son diferentes dado su fin zootécnico; actualmente es cada vez más frecuente que se ofrezca a perros de compañía dietas que consisten por completo de una mezcla de carne cruda, huesos y otros ingredientes. La razón detrás de esto es la idea de que los perros son carnívoros que evolucionaron comiendo alimentos crudos; además de los efectos que tiene el calor en la elaboración de los alimentos secos comerciales (Freeman, 2001). La dieta cruda biológicamente apropiada (Biologically Appropriate Raw Food, B.A.R.F. por sus siglas en inglés) fue propuesta por el doctor australiano Ian Billinghurst en 1993, sugiriendo que un perro adulto se beneficiaría de una dieta basada en lo que los caninos comían antes de ser domesticados (huesos carnosos y sobras de vegetales). Sin embargo, en 2013 se publicó en la revista Nature un estudio que trata acerca de las adaptaciones que sufrieron los lobos en su proceso de domesticación para cambiar de una dieta carnívora a una rica en almidones.

En este estudio se realizó una re-secuenciación de todo el genoma de perros y lobos, en el que se encontraron 3.8 millones de variaciones genéticas que se usaron para identificar 36 regiones genómicas que representan posibles objetivos de selección durante la domesticación.

Con esto se identificaron 10 genes con papeles clave en la digestión de almidón y el metabolismo de grasas. Los resultados indican que un paso crucial para la domesticación temprana del perro fue una adaptación que permitió que los ancestros del perro moderno prosperaran con dietas ricas en almidón, relativas a las dietas carnívoras de los lobos (Axelsson, 2013). Por lo que un perro doméstico no se ve tan limitado en las opciones de alimentación como podría sugerir la tendencia actual encaminada a dietas del pasado.

Quienes apoyan este tipo de dieta claman beneficios como pelo más brillante, piel más sana, dientes más limpios, niveles de energía más elevados y heces más pequeñas. Estos beneficios son puramente anecdóticos y se basan en las opiniones de los tutores (Freeman, 2013).

Los riesgos de esta dieta suponen una amenaza para la salud humana y del perro por presencia de bacterias en la carne cruda, riesgos a la salud de los perros por el consumo de una dieta mal balanceada por un periodo prolongado y daño potencial por la presencia de huesos (asfixia, dientes rotos o perforación de órganos) (Lee, 2012). El Dr. Billinghurst dice que para alcanzar una vida larga y saludable los perros deberían comer la dieta que la evolución diseñó para ellos, ya que muchas mascotas no toleran los alimentos modernos procesados (Billinghurst, 2018). “Los alimentos tipo B.A.R.F. tienen como ingredientes, proteína cruda de origen animal (carne, huevo y órganos como hígado o riñones), hueso completo o molido, frutas como manzana, verduras como brócoli, espinaca y apio, y hierbas” (Lee, 2012).

2.3 Problemas relacionados al consumo de esta dieta.

Una mala elaboración de la dieta puede causar problemas de salud importantes, especialmente en etapas críticas como el crecimiento, la gestación o la lactancia ya que durante estas etapas los requerimientos nutricionales son más elevados y existe una alta demanda de nutrientes específicos en concentraciones adecuadas. Un estudio de caso publicado por el Journal of the American Veterinary Medical Association en abril del 2009 reportó raquitismo dependiente de vitamina D e hiperparatiroidismo nutricional secundario en un cachorro al que alimentaban con carne cruda y una pre mezcla comercial de carbohidratos (Taylor, 2009). Un estudio realizado en 2001 en el que se analizaron dietas crudas caseras y comerciales se encontraron alteraciones en la relación calcio-fosforo, cantidades de vitamina A y E por debajo del valor mínimo detectable y valores de vitamina D de casi el doble del máximo recomendado por la AAFCO (Freeman, 2001). Otro estudio publicado en 2012 reportó elevación de la concentración sérica de tiroxina (T4) en perros que comían dieta cruda, de los 12 perros del estudio, 6 presentaban signos clínicos relacionados a hipertiroidismo (pérdida de peso, taquicardia, taquipnea). Las concentraciones de tiroxina bajaron a rangos de referencia y la sinología se resolvió cuando se modificó la dieta (Köhler, 2012). Otros problemas nutricionales que se han reportado por la inclusión de carne fresca en la dieta son osteodistrofia en cachorros de razas grandes (Dodd, 2019), hiperparatiroidismo nutricional secundario (por el desbalance en la relación Ca : P) (Taylor, 2009) e hipervitaminosis A.

Aunado a esto, la ausencia de tratamientos para reducir el contenido microbiano aumenta el riesgo de presencia de organismos potencialmente patógenos. En un estudio publicado en marzo de 2019 por Veterinary Record, en que se analizó la presencia de bacterias de la familia *Enterobacteriaceae* por contenido de *Clostridium perfringens* y por presencia de

Salmonella y *Campylobacter*, en 60 muestras congeladas de alimento crudo, producidas por 10 diferentes manufactureras, se detectó presencia de *Enterobacteriaceae* en las 60 muestras, mientras que 31 muestras excedían un nivel de 5000 bacterias/g, que es el umbral de higiene microbiana satisfactoria según la normatividad de la UE (Regulación de la Unión Europea No. 142/2011). En dos muestras, la cantidad de *C. perfringens* excedió las 5000 bacterias/g que es la cantidad máxima de bacterias anaerobias permitidas por las normas nacionales suecas (SJVFS 2011:40). Se detectaron especies de *Salmonella* en cuatro muestras y especies de *Campylobacter* en tres. Con los resultados del estudio podemos concluir que es muy importante mantener una buena higiene al almacenar y manejar alimentos crudos para limitar el riesgo potencial a la salud de personas y animales, especialmente en personas jóvenes o individuos inmunocomprometidos (J. Hellgren 2019).

2.4 AAFCO

La Asociación Estadounidense de Funcionarios de Control de Alimentos (AAFCO por sus siglas en inglés). Es una asociación de agencias federales, estatales y locales con membresía voluntaria, cuyos miembros se rigen por las leyes federales, estatales y locales, en la regulación de la venta y distribución de alimentos y remedios medicinales para animales (AAFCO 2022). Fundada en 1909 como la asociación de funcionarios de control de alimentos. La AAFCO desarrolla modelos de legislación para la regulación de la seguridad de alimentos para mascotas, que pueden ser implementados por los diferentes estados de EUA (Pet food institute 2022).

Las concentraciones de nutrientes recomendadas por la AAFCO para perros adultos en mantenimiento son las que se espera se encuentren en los perfiles de los alimentos al momento que la fórmula es consumida por el animal (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentraciones de nutrientes recomendadas por la AAFCO para perros adultos en mantenimiento (AAFCO, 2013).	
Nutriente	Porcentaje
Proteína cruda mínimo (%)	18
Grasa cruda mínimo (%)	5.5
Cenizas máximo (%)	10

2.5 AQP

El Análisis Químico Proximal es un método de rutina para el análisis de alimentos, ideado a mediados del siglo XIX en la Estación de Experimentos Weende en Alemania. Fue desarrollado para proveer una clasificación amplia y de alto nivel de los componentes de los alimentos. El sistema consiste en determinaciones analíticas de agua (humedad), cenizas, grasa cruda (extracto etéreo), proteína cruda y fibra cruda. El extracto libre de nitrógeno (ELN), que representa en mayor o menor medida azúcares y almidones, es calculado por diferencia más que ser medido por análisis (Olvera, 1993)

3 HIPÓTESIS

Al analizar los alimentos crudos comerciales, estos cumplirán con las especificaciones recomendadas por la Association of American Feed Control Officials (AAFCO) para perros adultos en mantenimiento.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Cuantificar las concentraciones de nutrientes en alimento crudo comercial para perro adulto en mantenimiento.

4.2 Objetivos específicos

- Cuantificar el contenido de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas en diferentes marcas de alimento crudo comercial para perros adultos en mantenimiento a través del análisis químico proximal con el fin de verificar si cumple con los requerimientos establecidos por la AAFCO.
- Comparar los resultados obtenidos entre diferentes lotes de una misma marca comparando los resultados obtenidos por medio del AQP para observar si hay variación en la composición del alimento.

- Comparar los resultados obtenidos entre las diferentes marcas por medio de un análisis estadístico para determinar cual cumple de mejor manera con los valores establecidos por la AAFCO

5 MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Bromatología I del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se analizaron 5 marcas de alimento crudo comercial (tipo B.A. R.F.) para perro adulto en mantenimiento, utilizando 5 lotes distintos por marca para un total de 25 lotes, realizando 3 repeticiones por lote.

Estos alimentos fueron obtenidos en diversas tiendas localizadas la Ciudad de México, mismos que se comercializan en congelación, con excepción del alimento 3 que se vende deshidratado. Por lo que al ser adquiridas se trasladaron en una hielera con refrigerante al departamento de Nutrición Animal y Bioquímica y se almacenaron a -20°C hasta su análisis.

Para la determinación de la concentración de nutrientes de cada alimento se obtuvieron muestras representativas por el método de cuarteo (AOAC 965.16, 1990), verificando previamente la integridad del empaque, así como la fecha de caducidad para garantizar la frescura del alimento. Una vez seleccionadas las muestras se deshidrataron a una temperatura de 50°C durante 72 h, se molieron y se almacenaron en bolsas de plástico a temperatura ambiente.

Posteriormente se les realizó el Análisis Químico Proximal (AQP), determinando humedad (Hum) y materia seca (MS) por diferencia de porcentajes mediante secado en horno (AOAC 934.01, 1990); proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl en unidad de digestión y destilación (AOAC 954.01, 1990), cenizas (CEN) por calcinación en mufla (AOAC 942.05, 1990), extracto etéreo (EE) por el método de Soxhlet (AOAC1990, 920.39, 1990), y fibra cruda (FC) realizando digestiones acidas y alcalinas con filtro de fibra cerámica (AOAC 962.09, 1990). Los elementos libres de nitrógeno (ELN) se obtuvieron por diferencia con la siguiente ecuación: $(100\% - [\%Humedad + \%Proteína\ Cruda + \%Fibra\ Cruda + \%Cenizas + \%Extracto\ Etéreo])$ (Tejada, 1992)

Diseño experimental completamente al azar con dos factores. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza con factor fijo (5 alimentos) y un factor anidado (5 lotes por alimento), por medio del programa JMP® 7.0 del Sistema de Análisis Estadístico (SAS, por sus siglas en inglés).

A continuación, se muestra un resumen de la metodología utilizada por medio de diagramas de flujo

5.1 Determinación de humedad

Fundamento: este método se basa en la separación del agua del alimento por secado en estufa.



Figura 1. Determinación de Humedad de las muestras por secado en horno.

Cálculo

$$\% \text{ Humedad} = (P_i - P_f / P_i - T) (100)$$

Donde:

P_i: Peso en gramos de la muestra húmeda

P_f: Peso en gramos de la muestra después del secado.

T: Peso en gramos del recipiente donde se seco la muestra

Posterior al secado las muestras fueron molidas con un molino eléctrico para café y almacenadas en bolsas de plástico.

5.2 Determinación del porcentaje de proteína cruda (nitrógeno)

Fundamento:

Digestión: se emplea ácido sulfúrico concentrado y sulfato de cobre como catalizador, con ayuda de calor y sulfato de potasio oxidan la materia orgánica hasta CO_2 y agua. Todo el nitrógeno proveniente de proteínas y aminoácidos es transformado en ion amonio.

Destilación: la muestra digerida se trata con un álcali que descompone el amonio en amoniaco que es volátil y se destila por arrastre con vapor.

Valoración: el amonio formado se valora utilizando una solución estandarizada de ácido clorhídrico

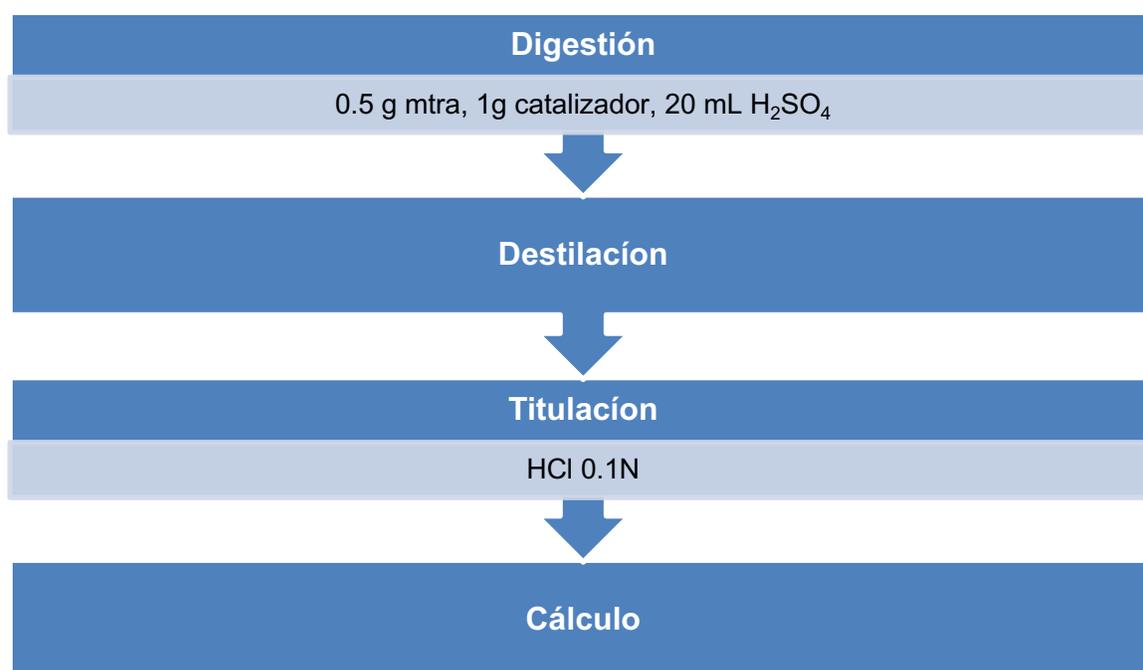


Figura 2. Determinación de proteína cruda de las muestras por el método de Kjeldahl

Cálculo

$$PC (BH) = ((A * N * 0.014 * 6.25) / m) * MS$$

Donde:

A: mL de HCl gastado en titulación de la muestra

N: normalidad HCl (0.1)

0.014: miliequivalentes del nitrógeno

m: peso seco en g de la muestra

MS: % materia seca de la muestra

5.3 Determinación extracto etéreo

Fundamento: El éter (disolvente) se evapora y asciende por el extractor, se condensa en el refrigerante y cae sobre la muestra acumulándose en el tubo extractor y atravesando las paredes porosas del dedal para tener contacto con la muestra y solubilizar las grasas presentes.

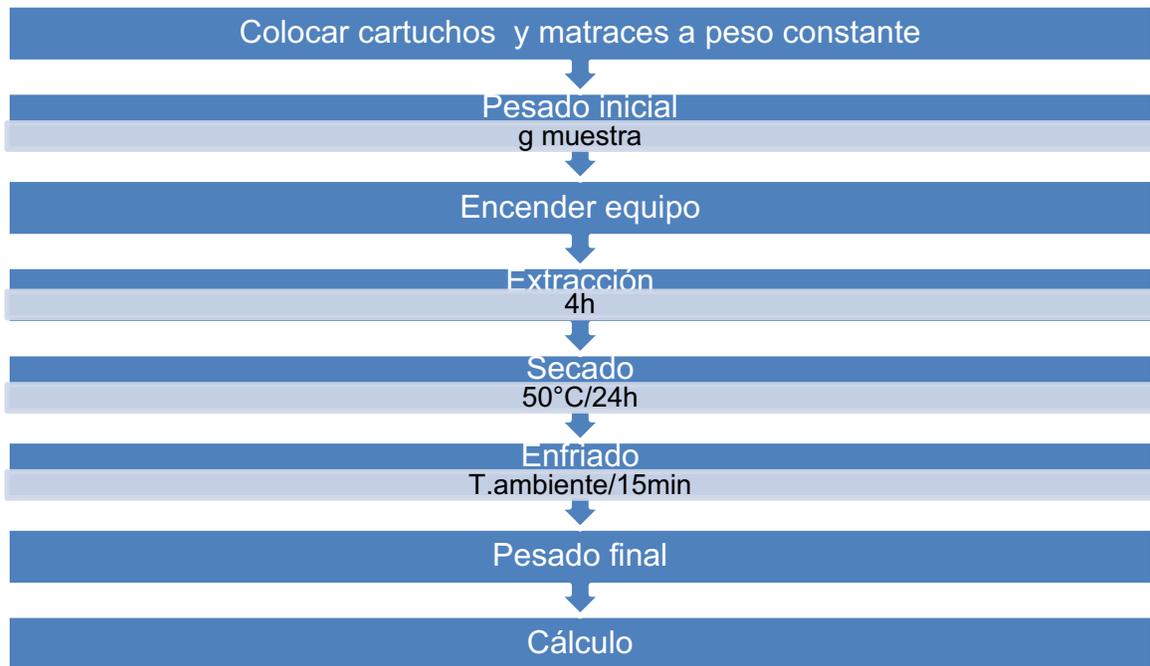


Figura 3. Determinación de lípidos de las muestras por el método Soxhlet.

Cálculo

$$\% \text{ Extracto etéreo} = (((Pf - Pi) / m) * MS\%)$$

Donde:

Pf: Peso en gramos del cartucho mas muestra desgrasada seca

Pi: Peso en gramos del cartucho a peso constante

m: Peso en gramos de la muestra seca

MS: Porcentaje de materia seca de la muestra

5.4 Determinación de fibra cruda

Fundamento: El método implica la extracción secuencial de los componentes que no forman parte de la fibra con ácido diluido y álcali diluido, posteriormente se aísla el residuo insoluble mediante filtración

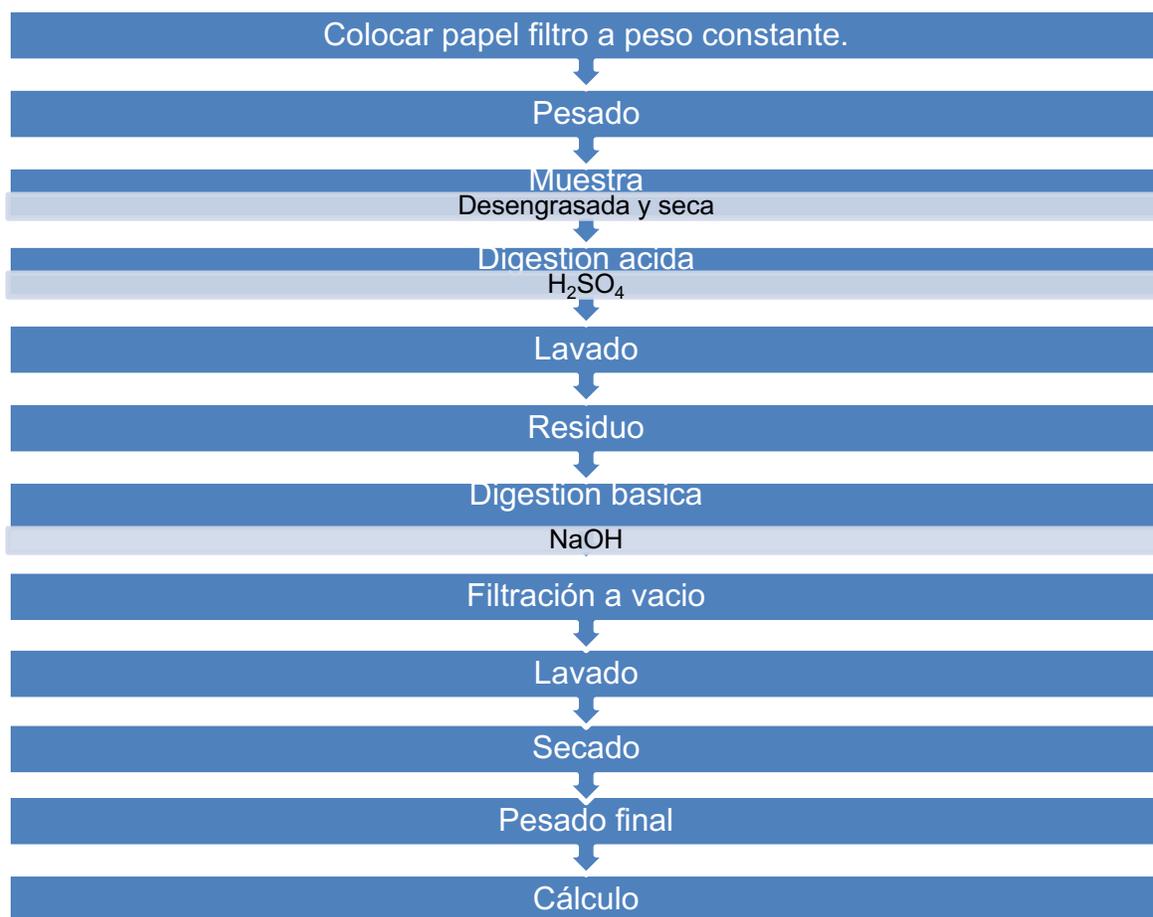


Figura 4. Determinación de fibra cruda de las muestras mediante digestiones acidas y alcalinas con filtro de fibra cerámica.

Cálculo

$$\%MS - (\%EE + \%CEN) * (PRM - PRS) / M$$

Dónde:

%MS: Porcentaje de materia seca de la muestra

%EE: Porcentaje de extracto etéreo de la muestra

%CEN: Porcentaje de ceniza de la muestra

PRM: Peso del papel filtro mas muestra en gramos

PRS: Peso del papel filtro solo

M: Muestra en gramos

5.5 Determinación de cenizas

Fundamento: Al someter alimentos a temperaturas entre 500 y 600°C el agua y otros constituyentes orgánicos son transformados en presencia del oxígeno del aire en dióxido de carbono y óxido de nitrógeno, mientras el hidrógeno es expulsado en forma de vapor de agua. Según las condiciones de incineración y la composición del producto, los minerales constituyentes permanecen en forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos y cloruros.



Figura 5. Determinación de cenizas de las muestras por calcinación en mufla

Cálculo

$$\% \text{ Cenizas} = ((P_f - P_i) / m) * 100$$

Donde:

Pf: Peso en gramos del crisol con muestra después de calcinar

Pi: Peso en gramos del crisol al peso constante

m: Peso en gramos de la muestra seca

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis químico proximal de los cinco alimentos evaluados.

Cuadro 2. Medias y error estándar de los parámetros medidos para los alimentos analizados.					
Parámetros	Alimento 1	Alimento 2	Alimento 3	Alimento 4	Alimento 5
Humedad (%)	72.4874 ± 0.3616 ^A	68.3992 ± 0.3616 ^B	4.8524 ± 0.3616 ^C	65.4875 ± 0.3616 ^D	74.4433 ± 0.3616 ^E
Proteína Cruda (%) (MS)	30.3 ± 1.4 ^A	39.6 ± 1.4 ^B	38.2 ± 1.4 ^B	38.6 ± 1.4 ^B	40. ± 1.4 ^B
Extracto Etéreo (%) (MS)	48.9880 ± 1.1560 ^A	43.6289 ± 1.1560 ^B	14.4572 ± 1.1560 ^C	44.4078 ± 1.1560 ^{AB}	43.9969 ± 1.1560 ^B
Fibra Cruda (%) (MS)	1.3533 ± 0.3110 ^B	2.8489 ± 0.3110 ^A	2.7936 ± 0.3110 ^A	0.5223 ± 0.3110 ^B	1.3957 ± 0.3110 ^B
Cenizas (%) (MS)	6.7208 ± 0.1492 ^A	2.8915 ± 0.1492 ^D	4.7686 ± 0.1492 ^B	8.1911 ± 0.1492 ^C	2.9378 ± 0.1492 ^D
Elementos libres de nitrógeno (%) (MS)	12.6 ± 1.4 ^A	10.9 ± 1.4 ^A	39.6 ± 1.4 ^B	8.2 ± 1.4 ^A	11.6 ± 1.4 ^A
Los valores son las medias ± error estándar, n= 3. Literales diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05). Se realizaron 3 repeticiones en cada lote para cada uno de los alimentos de cada marca.					

6.1 Humedad

Como se muestra en el cuadro 2, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el contenido promedio de humedad entre todos los alimentos en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, siendo el alimento 3 el que presentaba la menor cantidad de humedad con tan solo 4.85%, mientras que los alimentos 1, 2, 4 y 5 oscilaban entre 65.48% y 74.44%. El alimento con mayor porcentaje de humedad fue el número 5 con 74.44%

De acuerdo a los resultados obtenidos y según su porcentaje de humedad estos alimentos se clasifican como húmedos, con excepción del alimento 3, sin embargo, este debe ser rehidratado para su consumo, a razón de 2 partes de agua por 1 de alimento. Esta diferencia en el contenido de humedad puede deberse a la variación de ingredientes y proporciones de estos entre cada alimento. Con respecto al alimento 3, los resultados obtenidos difieren por mucho de los de las otras 4 marcas debido a que es un alimento que se comercializa deshidratado.

6.2 Proteína Cruda

Únicamente se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en el contenido promedio de proteína cruda del alimento 1 respecto al contenido promedio de proteína cruda de todos los demás alimentos, siendo este el que contenía la menor cantidad de PC con tan solo 30.31%, mientras que el alimento con mayor cantidad de proteína cruda fue el número 5 con 40.04%. Los alimentos 2, 3, 4, 5 son estadísticamente iguales (Cuadro 2).

Las proteínas son los principales componentes estructurales de los órganos y tejidos del cuerpo, mientras que los aminoácidos también pueden ser usados como fuente de energía. En el caso del perro, son 10 los aminoácidos esenciales que deben ser suministrados por la dieta. De acuerdo con la AAFCO los alimentos para perros adultos en mantenimiento deben tener por lo menos 18% de proteína para mantener las funciones del organismo. Por otro lado ninguna causa nutricional respalda cantidades excesivas de proteína en la dieta ya que una vez cumplidos los requerimientos el exceso no proporciona beneficios adicionales, por lo que

los alimentos para perros adultos en mantenimiento no deben exceder el 30% de proteína BMS. (Hand, Thatcher, Remillard, Roudebush 2000)

En el caso de los alimentos analizados en este estudio, solo el alimento 1 contiene el máximo de 30%, los otros 4 alimentos contenían entre un 38% a un 40% de proteína cruda (Figura 6), lo que en caso de perros con padecimientos hepáticos o renales puede ocasionar aun más problemas como la acidosis metabólica, por acumulación de derivados tóxicos del metabolismo proteico. Por otro lado, un exceso de proteína en la dieta también puede desencadenar agresión territorial (DeNapoli, 2000).

Para terminar, el exceso de proteína aumenta los costos del alimento de forma innecesaria, ya que este exceso es utilizado para producción de energía y en este punto, las proteínas no son superiores a los carbohidratos, pero si más costosas.

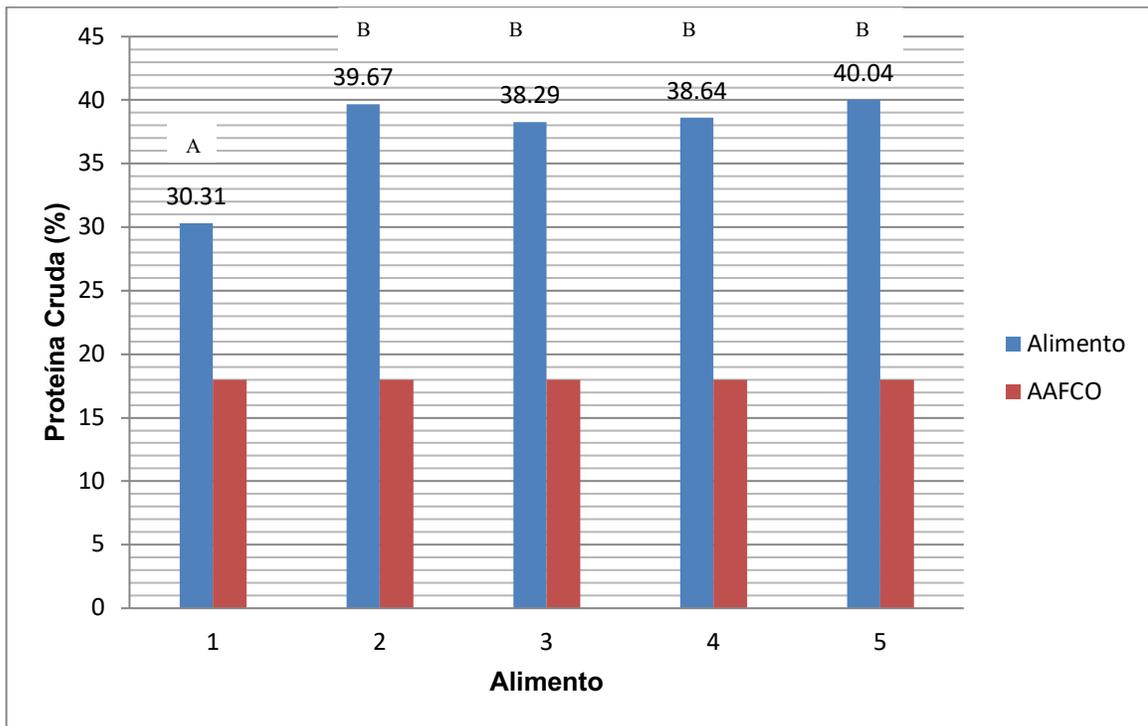


Figura 6. Comparación de los resultados obtenidos por medio del análisis estadístico con los requerimientos para PC establecidos por la AAFCO para perros adultos en mantenimiento. Expresados en porcentajes de materia seca

6.3 Extracto etéreo

El alimento 3 presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el contenido promedio de extracto etéreo (Cuadro 2) en relación con todos los demás con el menor porcentaje de EE (14.45%). A su vez, el contenido promedio de EE del alimento 1 difiere del contenido promedio de los alimentos 2 y 5, siendo este 3 veces más alto que el del alimento 3 y el mayor de los 5 (48.98%). Los alimentos 2 y 5 son estadísticamente iguales.

Como puede observarse en la Figura 7 la cantidad de grasa presente en los alimentos supera por mucho a la recomendada por la AAFCO, el aumento en la proporción de lípidos incrementa la ingesta de energía debido a la alta densidad calórica de estos nutrientes, lo que aumenta la energía disponible y podría alterar el balance energético, generando así cambios en la composición corporal si no se proporciona la ración adecuada de acuerdo con los requerimientos específicos de cada individuo. La gran cantidad de grasa presente en estos alimentos mejora su sabor y aumenta la aceptación. Sin embargo, esta proporción de lípidos requiere de la adición de antioxidantes como la Vitamina E, ya que sin estos se enrancian, lo que altera el sabor.

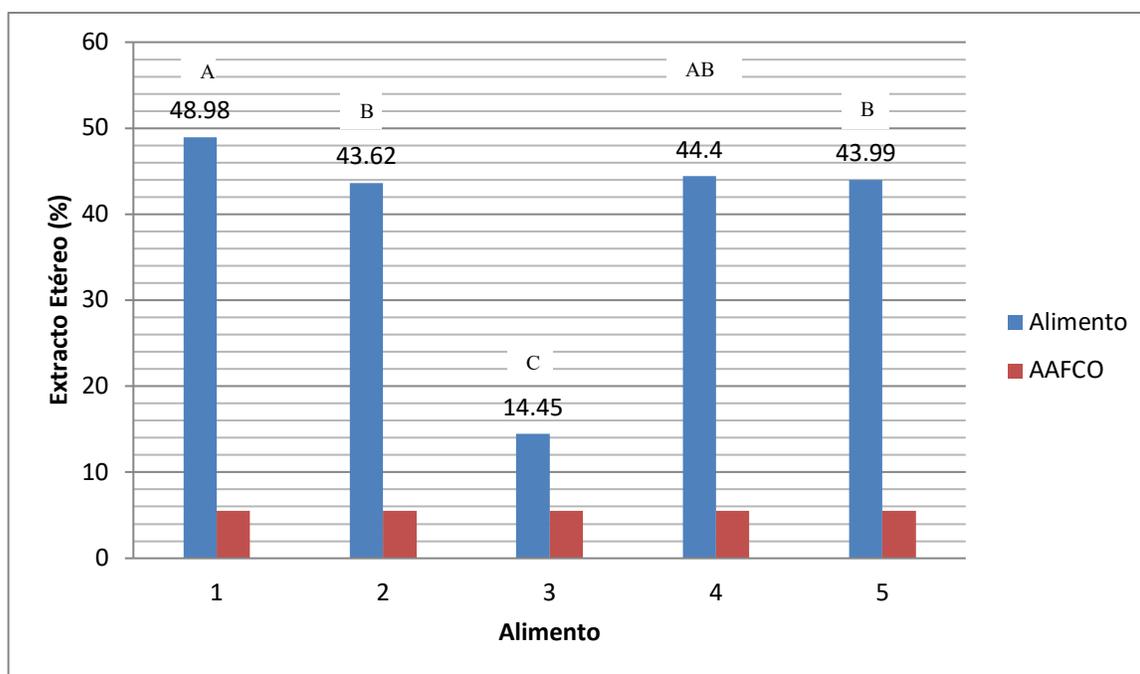


Figura 7. Comparación de los resultados obtenidos por medio del análisis estadístico con los requerimientos para EE establecidos por la AAFCO para perros adultos en mantenimiento. Expresados en porcentaje de materia seca.

6.4 Fibra cruda

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre el contenido promedio de fibra cruda de los alimentos 2 y 3 con respecto al contenido promedio de fibra cruda de los alimentos restantes (1,5,4) que son estadísticamente iguales entre sí. El alimento 4 fue el que contiene un menor porcentaje de FC con tan solo 0.52%, mientras que el alimento 2 contiene la mayor cantidad con 2.84%. Ver cuadro 2.

La fibra está compuesta por hidratos de carbono complejos (celulosa, hemicelulosa, pectina) que resisten la digestión enzimática en el intestino delgado, por lo que son fermentados por la microbiota del colon. Los productos de esta fermentación son importantes para mantener la salud colónica, por lo que se recomienda incluir una pequeña cantidad en la dieta.

Además, la fibra ayuda a mantener y regular la salud intestinal normal. En cantidades adecuadas en la dieta aumenta la retención y volumen de agua del contenido intestinal, en el caso de perros con tránsito intestinal lento o normal acorta la velocidad, mientras que en perros con tránsito rápido la prolonga.

Los alimentos analizados contenían niveles muy bajos de fibra (3%) siendo el más bajo el alimento 4 con tan solo 0.5% por lo que se recomendaría adicionarla para mantener la salud del colon y evitar constipación.

6.5 Cenizas

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el contenido promedio de cenizas entre los alimentos 1,3 y 4 y en el contenido promedio de todos éstos, con el contenido promedio de los alimentos 2 y 5, siendo estos estadísticamente iguales entre sí. El alimento 1 contenía mayor concentración de cenizas con 6.72% mientras que el alimento 2 contenía la menor concentración con tan solo 2.89%. Ver cuadro 2.

Los elementos minerales engloban todos los elementos inorgánicos presentes en los alimentos que quedan después de la combustión de la materia orgánica. Sin embargo, este análisis carece de valor para determinar el contenido útil de elementos minerales del alimento ya que elementos como el azufre, selenio, yodo, flúor y sodio pueden perderse durante la combustión.

Los elementos minerales tienen diversas funciones en el organismo, son componentes estructurales de órganos, tejidos y líquidos, así como catalizadores y cofactores en sistemas enzimáticos y hormonales. Por lo que las concentraciones y formas funcionales deben permanecer dentro de ciertos rangos para optimizar funciones como la reproducción, el crecimiento y el mantenimiento de la salud. El organismo posee mecanismos para mantener las concentraciones en rangos adecuados, sin embargo, la administración prolongada de una dieta deficiente o excesiva en elementos que interactúan con elementos minerales, puede alterar la actividad o concentración de un elemento mineral en los tejidos y / o líquidos corporales. Si las concentraciones aumentan o disminuyen respecto a los límites adecuados se puede ver alterada la función fisiológica, o producir trastornos estructurales que varían

según diversos factores, como el elemento alterado, la duración de la deficiencia o toxicidad en la dieta, la edad, el género y especie, etc.

En el caso de los alimentos analizados, todos se encuentran por debajo de las concentraciones recomendadas por la AAFCO (Figura 8), por lo que de no ser complementados en la dieta podrían causar deficiencias. Sin embargo, es necesario un estudio posterior que determine las concentraciones exactas de elementos minerales específicos contenidos en estos alimentos.

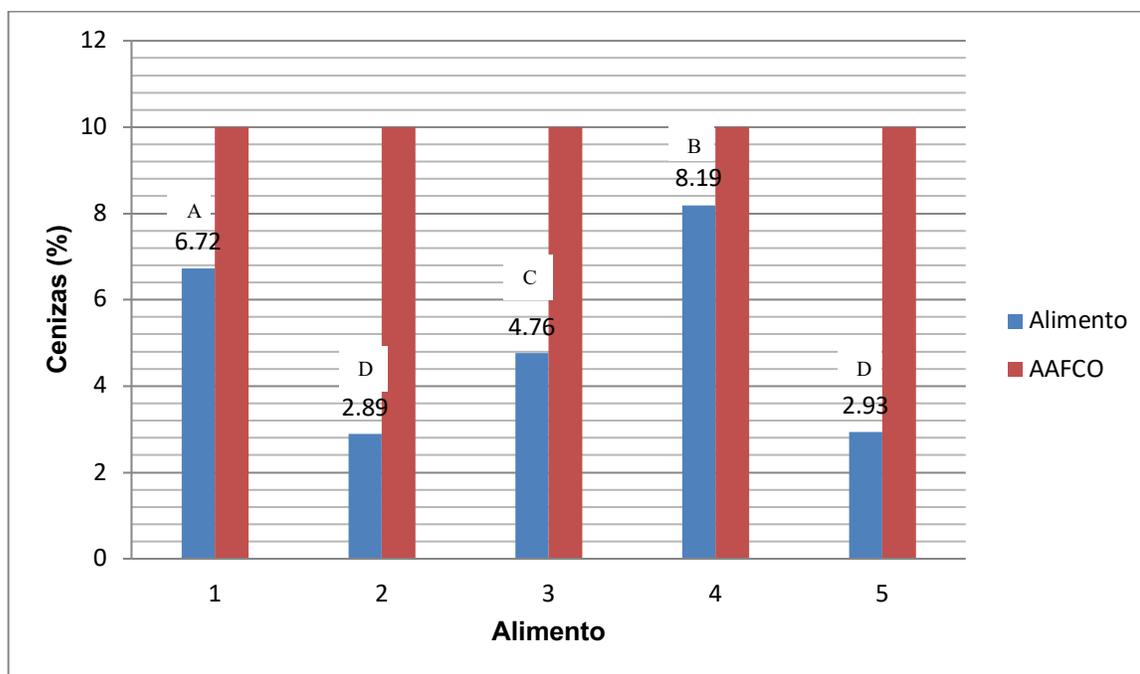


Figura 8. Comparación de los resultados obtenidos por medio del análisis estadístico con los requerimientos para Cen establecidos por la AAFCO para perros adultos en mantenimiento. Expresados en porcentaje de materia seca.

6.6 Elementos libres de nitrógeno

Únicamente se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre el contenido promedio de ELN del alimento 3 respecto al contenido promedio de ELN de los alimentos 1, 2, 4 y 5. Siendo el alimento 3 el de mayor contenido con 39.68%. Ver cuadro 1.

Con excepción del alimento 3, el contenido de ELN es bajo. Sin embargo, y a pesar de la importancia fisiológica de los carbohidratos, no se conoce un requerimiento dietético mínimo en perros, ya que si la dieta contiene suficiente proteína y glicerol los perros pueden sintetizar una cantidad suficiente de glucosa a través de la gluconeogénesis (Hilton, 1990).

6.7 Comparación entre lotes de la misma marca

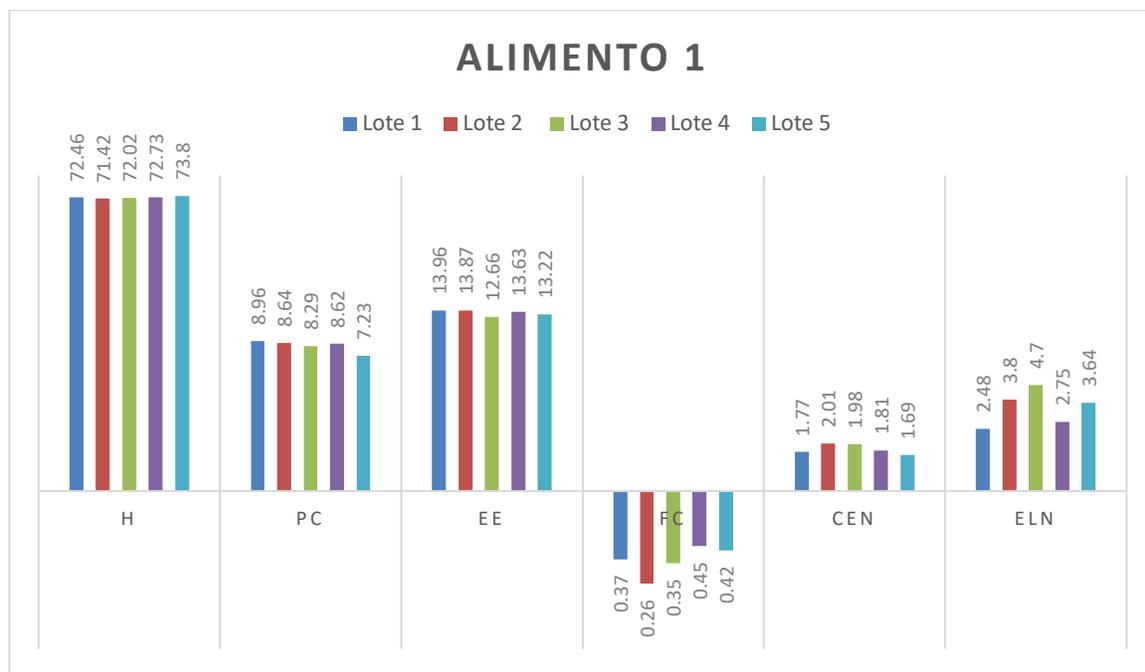


Figura 9. Comparación de los porcentajes de nutrientes obtenidos por medio del AQP para cada lote del alimento 1

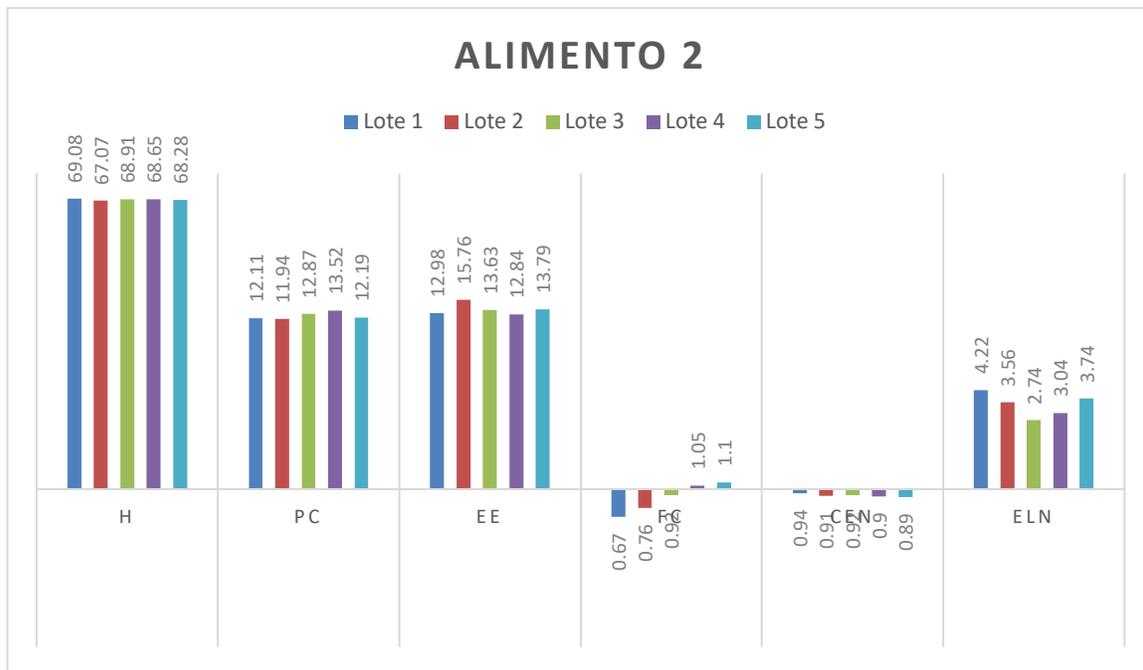


Figura 10. Comparación de los porcentajes de nutrientes obtenidos por medio del AQP para cada lote del alimento 2

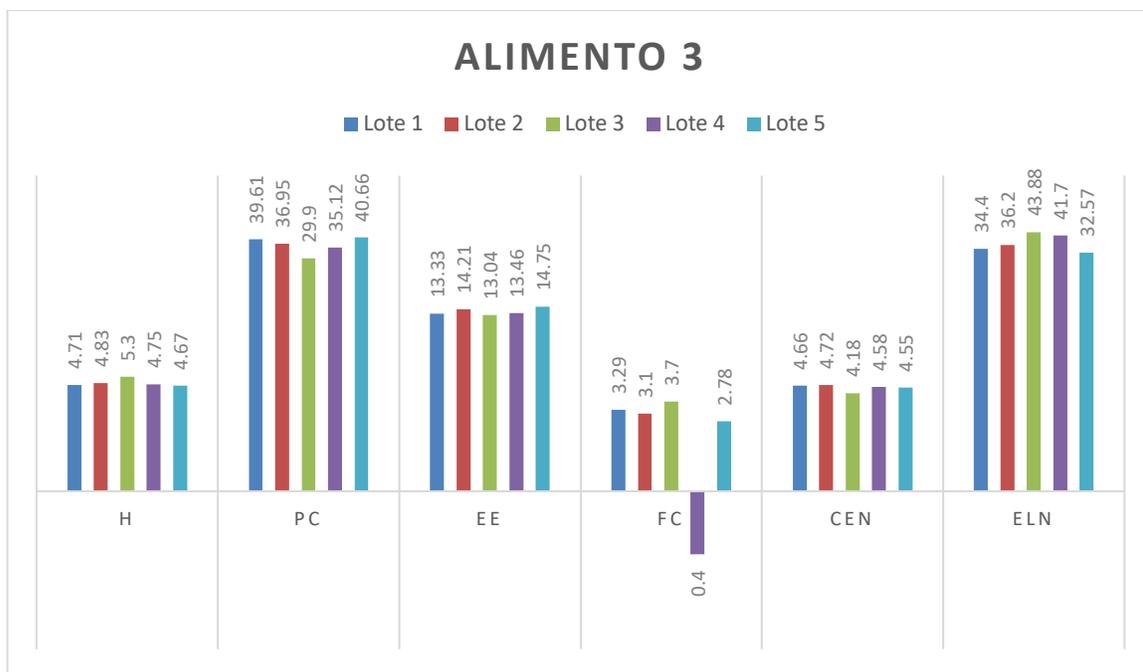


Figura 11. Comparación de los porcentajes de nutrientes obtenidos por medio del AQP para cada lote del alimento 3



Figura 12. Comparación de los porcentajes de nutrientes obtenidos por medio del AQP para cada lote del alimento 4



Figura 13. Comparación de los porcentajes de nutrientes obtenidos por medio del AQP para cada lote del alimento 5

En general no se detectaron diferencias entre los diferentes lotes de cada alimento, con excepción del alimento 3 en el que se encontraron diferencias notorias en los porcentajes de PC, FC Y ELN. Estas pueden deberse a una posible variación en la formulación o a los ingredientes utilizados en la elaboración de cada lote.

7 CONCLUSIÓN

Con los resultados obtenidos por medio del estudio realizado se puede concluir que los alimentos analizados carecen de homogeneidad en la concentración de nutrientes, probablemente por las diferencias en la formulación de cada alimento. Sin embargo, y a pesar de la gran diferencia en las concentraciones, todas las marcas analizadas cumplen con los requerimientos establecidos por la AAFCO. Las listas de ingredientes de los distintos alimentos pueden encontrarse en la sección de anexos.

Lamentablemente, debido a la carencia de una institución que regule la calidad de los alimentos para animales de compañía y, contradictoriamente, el creciente interés en el bienestar de estos, se ha llegado a un incremento en la variedad de alimentos crudos cuya elaboración carece de fundamento científico y de un contenido nutricional adecuado para las diversas etapas de vida.

La AAFCO únicamente establece valores para tres de los nutrientes analizados, PC con un mínimo de 18%, EE con un mínimo de 5.5% y CEN máximo de 10%, siendo valores recomendados para el mantenimiento del peso corporal con una ingesta calórica promedio para perros en un peso óptimo. A pesar de que todos los alimentos cumplieron con los requerimientos establecidos, los valores son muy diferentes. El alimento que mejor cumplió

con el contenido de PC recomendado fue el 1 con 30%, en el caso del EE el alimento que más se acerca a los valores recomendados es el 3 con 14%, en cuanto al contenido de CEN el alimento 4 con 8% es el más cercano al máximo recomendado.

Debe considerarse que, aunque estas dietas cumplen con los mínimos y máximos recomendados por la AAFCO, no necesariamente proveen un perfil nutricional ideal.

Tomando en cuenta únicamente los macronutrientes, la dieta tipo BARF podría ser una buena opción para propietarios que buscan una alternativa al alimento seco, pero debe considerarse que el uso de este tipo de dietas puede ocasionar problemas como constipación, por la mínima cantidad de fibra que contienen las mismas, aunque esto puede solucionarse al complementar fibra vegetal en la ración.

En el caso del contenido de grasa, este fue muy superior al sugerido por la AAFCO, estos niveles tan elevados pueden mejorar la apariencia del pelaje, pero también podrían ocasionar problemas gastrointestinales severos.

Por otro lado, debido a la cantidad de cenizas obtenidas en el estudio es necesario un análisis más riguroso del contenido específico de elementos minerales, (ya que este no se menciona en la etiqueta de ninguno de los alimentos) para poder complementar y adicionar los faltantes y no tener problemas por excesos o deficiencias (como un posible desbalance calcio fosforo (Taylor et al, 2009)). Aunado a esto, con excepción del alimento 5, ninguna lista de ingredientes incluye vitaminas por lo que o no se adicionan o no se reportan, por lo que también se recomienda un análisis posterior, ya que en un estudio realizado a 2 dietas crudas comerciales y a 3 caseras se encontraron bajas concentraciones de calcio, fosforo, potasio, magnesio y zinc, y altas concentraciones de vitamina D (Freeman 2001).

En el caso de pacientes con padecimientos renales o hepáticos, debería abstenerse su uso por la cantidad tan elevada de proteína.

A pesar de ser dietas promovidas por sus “beneficios para la salud” como prevenir enfermedades y mejorar condiciones preexistentes, falta evidencia objetiva que soporte estos argumentos (Michel 2006).

8 COMENTARIOS.

Siendo la congelación el método de almacenaje y comercialización, puede haber aún más problemas con el valor nutricional de estos alimentos, ya que algunos elementos se degradan en congelación, como la vitamina C (que es sensible a la luz, al calor y al oxígeno), cuya cantidad en promedio disminuye 50% en alimentos congelados (Yenko J. 2019).

Con respecto al alimento 3, a pesar de que parte del logo dice ser un alimento crudo, en su sección de preguntas frecuentes dicen que no se clasifica como un alimento tipo BARF, sino como uno deshidratado, ya que los alimentos tipo BARF se “caracterizan por requerir congelación para su conservación y almacenaje.” El proceso de deshidratación es un método de conservación de los alimentos que al extraer la humedad inhibe el crecimiento de microorganismos.

9 ANEXOS

9.1 Listas de ingredientes

Alimento 1: carne de res, carne de pollo, zanahoria, calabaza y/o chayote y/o pepino, apio, espinaca, lechuga, brócoli, berro y aceite de pescado.

Alimento 2: no incluye lista de ingredientes.

Alimento 3: carne de res, carne de pollo, pescado, vísceras de res, manzana, pera, mora, zanahoria, brócoli, apio, espinaca, chícharo y semilla de calabaza.

Alimento 4: carne de pollo, hueso, órganos de pollo, vegetales, semillas y ácidos grasos.

Alimento 5: derivados de carne molida de res y/o cordero y/o conejo, calabaza y/o zanahoria y/o apio y/o chayote y/o yerbabuena y/o brócoli y/o acelga y/o espinaca, semillas de chía y/o ajonjolí y/o amaranto y/o semilla de girasol y/o linaza, aceite de origen vegetal, sulfato de calcio, cloruro de potasio, sulfato de zinc, sulfato de cobre, yoduro de potasio, suplementos de vitamina A, D3 y E, pantotenato de calcio, mononitrato de tiamina, vitamina B1, biotina, fuente de ácido linoléico, tripolifosfato de sodio.

9.2 Perspectivas.

Con los resultados obtenidos con la investigación y su posterior interpretación. Se recomienda continuar con el análisis de estos alimentos para garantizar la salud de quienes los consumen. Por el aspecto nutricional sería ideal analizar el contenido de vitaminas y elementos minerales y por otro lado la posible presencia y, de ser el caso, cantidad de microorganismos patógenos presentes.

10 REFERENCIAS

1. Lallensack, R., 2017. Ancient genomes heat up dog domestication debate. *Nature*, [En línea]. Disponible en: <<https://www.nature.com/news/ancient-genomes-heat-up-dog-domestication-debate-1.22320>> [Consultado el 14 de marzo de 2018].
2. Pedigree.2022. Dynasty Dogs: The Royal History of the Shih Tzu. [En línea]. Disponible en: <<http://www.pedigree.com/dog-care/dog-facts/dynasty-dogs-the-royal-history-of-the-shih-tzu>> [Consultado 23 de junio de 2022].
3. Consulta Mitofsky. 2014. México: Las mascotas en nuestros hogares. [En línea] Disponible en: consulta.mx/index.php/estudios-e-investigaciones/mexico-opina/item/download/209_4a73041b019d63b63ec5675ab21e1513 [Consultado el 05 de mayo de 2018]
4. Shimada Miyasaka, A., 2003. *Nutrición animal*. 1st ed. México: Trillas, p.18.
5. Freeman, L., Michel, K., 2001. Veterinary Medicine Today Timely Topics in Nutrition Evaluation of raw food diets for dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 218(5), pp.705-709.
6. Axelsson, E., 2013. The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. [En línea] nature.com. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature11837> [Consultado el 12 de abril de 2018]

7. Freeman, L., Chandler, M., Hamper, B., Weeth, L., 2013. Current knowledge about the risks and benefits of raw meat-based diets for dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243(11), pp.1549-1558.
8. Lee, E., 2012. *Raw Dog Food: Dietary Concerns, Benefits, and Risks*. [En línea] WebMD. Disponible en: <<https://pets.webmd.com/dogs/guide/raw-dog-foos-dietary-concerns-benefits-and-risks>> [Consultado el 8 mayo de 2018].
9. Billinghamurst, I., 2018. *BARF - Dr Ian Billinghamurst*. [En línea] Dr Ian Billinghamurst. Disponible en: <<https://www.drianbillinghamurst.com/barf/>> [Consultado el 14 de marzo de 2018].
10. Taylor, M., Geiger, D., Saker, K., Larson, M., 2009. Diffuse osteopenia and myelopathy in a puppy fed a diet composed of an organic premix and raw ground beef. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 234(8), pp.1041-1048.
11. Köhler, B., Stengel, C. y Neiger, R., 2012. Dietary hyperthyroidism in dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 53 (3), pp. 182-184.
12. Dodd, S., Barry, M., Grant, C., Verbrugge, A., 2019. Abnormal bone mineralization in a puppy fed an imbalanced raw meat homemade diet diagnosed and monitored using dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*,.
13. *Commission Regulation (EU) No. 142/2011 implementing Regulation (EC) No. 1069/2009 of the European Parliament and of the Council laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended*

for human consumption and implementing Council Directive 97/78/EC as regards certain samples and items exempt from veterinary checks at the border under that Directive.. LEX-FAOC109216.

14. *Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om foder.* SJVFS 2011:40.
15. Hellgren, J., Hästö, L., Wikström, C., Fernström, L. and Hansson, I., 2019. Occurrence of Salmonella, Campylobacter, Clostridium and Enterobacteriaceae in raw meat-based diets for dogs. *Veterinary Record*, 184(14), pp.442-442.
16. AAFCO.org. 2022. The association of American Feed Control Officials > Home. [en línea] Disponible en: <https://www.aafco.org/> [consultado el 20 de junio de 2022].
17. Pet Food Institute. 2022. History of Pet Food – Pet Food Institute. [en línea] Disponible en: <<https://www.petfoodinstitute.org/about-pet-food-nutrition/history-of-pet-food/>> [Consultado el 20 de junio de 2022].
18. AAFCO. 2013. Proposed Revisions Eddited per Comments for 2014 Official Publication. [PDF] AAFCO, PP. 3-4. Disponible en: https://www.aafco.org/Portals/0/SiteContent/Regulatory/Committees/Pet-Food/Reports/Pet_Food_Reposrt_2013_Midyear-Proposed_Revisions_to_AAFCO_Nutrient_Prifiles.pdf.> [Consultado el 20 de junio de 2022].
19. Olvera, M., Martinez, C. y Real de León, E., 1993. MANUAL DE TECNICAS PARA LABORATORIO DE NUTRICION DE PECES Y CUSTACEOS. [En

línea] Fao.org. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ab489s/ab489s03.htm>

[Consultado el 20 de junio de 2022].

20. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15ªed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, Inc, pp. 69, 70, 78, 79, 80 y 81.
21. Tejeda, H., 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. México: Sistema de Educación Continua en Producción Animal.
22. Hand, M.S., Thatcher, C.D., Remillard, R.L., Roudebush, P., 2000. Nutrición clínica en pequeños animales. 4 a ed. Buenos Aires:
23. DeNapoli, J., Dodman, N., Shuster, L., Rand, W. y Gross, K., 2000. Effect of dietary protein content and tryptophan supplementation on dominance aggression, territorial aggression, and hyperactivity in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, [en línea] 217(4), pp.504-508. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/12366715_Effect_of_dietary_protein_content_and_tryptophan_supplementation_on_dominance_aggression_territorial_aggression_and_hyperactivity_in_dogs> [Consultado el 11 junio de 2020].
24. Hilton, J., 1990. *Carbohydrates in the nutrition of the dog*. [En línea] PubMed Central (PMC). Disponible en:
<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1480633/>> [Consultado el 24 junio de 2019].
25. Michel, K., 2006. Unconventional Diets for Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 36(6), pp.1269-1281.

26. Yenko, J., 2019. *Nutrition Loss in Frozen Foods* | *Livestrong.com*. [En línea]

LIVESTRONG.COM.

Disponible

en:

<<https://www.livestrong.com/article/361456-nutrition-loss-in-frozen-foods/>>

[Consultado el 24 junio de 2019].