

**DISEÑO DE DIETAS BARF PARA PERROS EN TRES ETAPAS
FISIOLÓGICAS**

MELISSA LOAIZA ARIAS

LAURA LOAIZA LÓPEZ

ÁNGELA MARÍA LÓPEZ MARÍN

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ciencias de la Salud

Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Pereira, 2018

Diseño de dietas BARF para perros en tres etapas fisiológicas

Melissa Loaiza Arias

Laura Loaiza López

Ángela María López Marín

Trabajo de grado para optar por el título profesional en Medicina Veterinaria y
Zootecnia

Asesor:

Luz Andrea Guevara Garay

MVZ, Esp, MSc

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ciencias de la Salud

Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Pereira, 2018

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. RESUMEN | 6 |
| Palabras clave:..... | 6 |
| 2. ABSTRACT | 7 |
| 3. INTRODUCCIÓN | 8 |
| Características anatómicas y fisiológicas de los perros..... | 13 |
| 4. MATERIALES Y MÉTODOS | 17 |
| 5. RESULTADOS | 19 |
| Determinación de requerimientos nutricionales | 19 |
| Energía | 19 |
| Requerimiento energético..... | 19 |
| Adultos en mantenimiento | 19 |
| Seniles..... | 19 |
| Cachorros | 20 |
| Fuentes energéticas: | 20 |
| Carbohidratos | 20 |
| Carbohidratos digestibles | 20 |
| Fibra..... | 21 |
| Carbohidratos fermentables..... | 21 |
| Requerimiento lipídico | 22 |
| Requerimiento proteico..... | 23 |
| Metabolismo de la proteína | 24 |
| Requerimiento de minerales | 25 |
| Calcio (Ca)..... | 25 |
| Fósforo (P)..... | 25 |
| Dietas balanceadas | 27 |

| | |
|---|-----------|
| Análisis financiero | 33 |
| 6. DISCUSIÓN..... | 38 |
| 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 40 |
| 8. ANEXOS | 41 |
| Anexo 1. Descripción de materias primas seleccionadas, con base en sus propiedades nutricionales para la formulación de la dieta BARF | 41 |
| Anexo 2. Comportamiento e importancia de las vitaminas en los caninos | 51 |
| Anexo 3. Factores antinutricionales presentes en algunas de las materias primas seleccionadas para la formulación de la dieta BARF | 56 |
| 9. AGRADECIMIENTOS | 59 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA | 60 |

CONTENIDO DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 1. Requerimiento diario lipídico para perros de raza grande, en tres etapas fisiológicas..... | 23 |
| TABLA 2. Requerimiento diario proteico para perros de raza grande, en tres etapas fisiológica..... | 24 |
| TABLA 3. Requerimiento diario de calcio para perros de raza grande, en tres etapas fisiológicas..... | 25 |
| TABLA 4. Requerimiento diario de fósforo para perros de raza grande en tres etapas fisiológicas..... | 26 |
| TABLA 5. Materias primas seleccionadas para la formulación de la dieta BARF..... | 27 |
| TABLA 6. Requerimientos nutricionales diarios para perro adulto de raza grande con un peso promedio de 30 kg..... | 28 |
| TABLA 7. Formulación de dieta para cubrir los requerimientos diarios del perro adulto..... | 29 |
| TABLA 8. Requerimientos nutricionales diarios para perro senil de raza grande, con un peso promedio de 30 kg..... | 30 |
| TABLA 9. Formulación de dieta, para cubrir los requerimientos diarios, del perro senil..... | 30 |
| TABLA 10. Requerimientos nutricionales diarios en cachorros de raza grande con un peso aproximado de 10 kg..... | 31 |
| TABLA 11. Formulación de dieta para cubrir los requerimientos diarios del cachorro -MS: materia seca, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabólica, CHOS T. Carbohidratos totales, Ca: Calcio, P: fósforo..... | 32 |
| TABLA 12. Costo de materias primas..... | 33 |
| TABLA 13. Costo final en pesos (\$) de las dietas balanceadas..... | 34 |
| TABLA 14. Comparación de costos en pesos (\$) de la dieta BARF con alimentos concentrados en MS, con humedad y de acuerdo a la gama..... | 34 |
| TABLA 15. Comparación de costos en pesos (\$) de ración diaria entre dieta BARF y alimentos concentrados..... | 37 |

Diseño de dietas BARF para perros en tres etapas fisiológicas

1. RESUMEN

El proyecto se realizó con base en una revisión literaria, con la cual fueron calculados los requerimientos nutricionales de energía, proteína, lípidos, carbohidratos totales, fibra soluble e insoluble, para perros de talla grande en las etapas fisiológicas de adulto en mantenimiento, cachorro mantenimiento y crecimiento y senil en mantenimiento. Fueron analizadas y seleccionadas materias primas de la región de fácil adquisición y contenido nutricional variado, con estas y utilizando como herramienta el complemento de Excel conocido como Solver se realizó la formulación de raciones al mínimo costo, cubriendo de manera adecuada los requerimientos nutricionales. Se concluyó que es posible diseñar de forma correcta alimentos BARF, por medio de herramientas como Solver y que este tipo de dietas se presentan como una buena alternativa para alimentar a los perros en las etapas evaluadas. Como recomendaciones se plantea, para el diseño de las dietas BARF, tener en cuenta las características específicas de cada individuo. La formulación puede ser mejorada si se incluye en el diseño de la dieta el análisis de los aminoácidos, ácidos grasos, carbohidratos individuales, vitaminas y otros minerales.

Palabras clave:

Alimento formulado, carnívoros, nutrición animal.

2. ABSTRACT

The project was realized based on a literary review, with which were calculated the nutritional requirements of energy, protein, lipids, total carbohydrates, soluble and insoluble fiber, for large dogs in the physiological stages of adult maintenance, puppy maintenance and growth and senile in maintenance. They were analyzed and selected raw materials of the region of easy acquisition and varied nutritional content, with these and using as a tool the Excel supplement known as Solver was made the formulation of rations at minimum cost, adequately covering the nutritional requirements. It was concluded that it is possible to design BARF foods correctly, by means of tools such as Solver and that this type of diet is presented as a good alternative to feed the dogs in the evaluated stages. As recommendations, it is proposed, for the design of the BARF diets, to take into account the specific characteristics of each individual. The formulation can be improved if the analysis of amino acids, fatty acids, individual carbohydrates, vitamins and other minerals is included in the diet design.

Keywords:

Animal nutrition, carnivores, formulated food.

3. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la alimentación de los perros mascota se basa en su mayoría, en alimentos concentrados comerciales, los cuales la mayor parte, contienen una alta cantidad de materias primas de origen vegetal; sin embargo, desde el punto de vista anatómico y fisiológico no es apropiado, ya que pueden contener una alta cantidad de carbohidratos poco digeribles para esta especie, como la fibra (1).

Los altos niveles de carbohidratos estructurales y no estructurales en los piensos comerciales, están representados por materias primas como el arroz, sorgo, maíz, trigo, cebada, entre otras, su alta inclusión se ha relacionado con un mayor riesgo de padecer alteraciones gastrointestinales por efecto de una fermentación inadecuada de algunos carbohidratos a nivel del colon , así como, la alteración en los niveles de glucosa e insulina en sangre lo cual puede favorecer el desarrollo de diabetes mellitus, adicional a esto, la presentación de algunas alergias (2).

Por otro lado, en la elaboración de alimentos concentrados se adiciona diferentes cantidades de sacarosa y material digerido de grasa para mejorar el sabor, los cuales en grandes cantidades pueden generar alteraciones en los animales de compañía como obesidad y diabetes, que son enfermedades que comprometen gravemente su estado de salud y bienestar, llevándolos a una media de vida más corta (3).

Los carbohidratos se pueden dividir en 2 grupos, en principio encontramos carbohidratos digeribles los cuales son principalmente monosacáridos, estos, incrementan la osmolaridad intestinal, y su presencia en altas concentraciones puede resultar en diarrea ya que los monosacáridos que no se absorben inducen a la secreción de fluidos dentro del lumen del intestino delgado, esto en combinación con la rápida fermentación de los azúcares no absorbidos resulta en un tiempo de tránsito intestinal reducidos y heces líquidas (4).

Por otro lado, están los carbohidratos no digeribles que se conforman de ciertos oligosacáridos y fibras fermentables, estos carbohidratos resisten la digestión enzimática en el intestino delgado de los perros, pasando a través de este sin ser

digeridos y posteriormente son fermentados por los microorganismos del intestino grueso generando gases, estos carbohidratos actúan también como una barrera para la liberación de nutrientes y hacen más lenta la absorción de estos, disminuyendo la digestibilidad de la dieta (4).

De acuerdo con lo anterior, algunos carbohidratos pueden ser digeridos por los perros a pesar de su naturaleza carnívora, pero al adicionarlos en altas cantidades dentro de las dietas se pueden presentar problemas de tránsito lento y gases.

El exceso en el consumo por parte de los perros de dietas altas en carbohidratos también ha sido asociado con el incremento de la obesidad canina, la cual actualmente es una de las enfermedades más comunes de tipo nutricional (4,5).

Varios estudios realizados en países desarrollados han demostrado que las edades más propensas a desarrollar obesidad son entre los 5 y 10 años de edad, en donde entre el 25% y el 40% de los animales censados presentaron obesidad o se encontraban por encima del peso ideal (6), esta afección conlleva a su vez a una mayor predisposición de sufrir alteraciones de los niveles de glucosa e insulina en sangre favoreciendo la aparición de diabetes mellitus (7), así mismo, la obesidad se ha asociado con el incremento en enfermedades cardiovasculares, intolerancia al ejercicio, intolerancia al calor, desórdenes ortopédicos traumáticos o degenerativos, deterioro en la efectividad reproductiva, hipertensión, entre otras. También se ve comprometida la longevidad de estas mascotas, debido al aumento en el padecimiento de tumores mamarios (5).

De acuerdo con lo anterior, la alimentación de los animales de compañía con dietas BARF adecuadamente balanceadas, podría llegar a ser considerada como un medio de intervención por parte de veterinarios y propietarios para influir en la salud, comportamiento y bienestar de las mascotas, puesto que de esta manera sería posible aportar proteínas y aminoácidos de origen animal de buena calidad sin incorporar sustancias no consideradas nutrientes ni excesos de carbohidratos que puedan generar alteraciones, tampoco existiría la modificación de nutrientes por el calor, la cual ocurre por procesos como la extrusión, aplicada a los cereales usados en los piensos comerciales (8).

Según la normatividad SANDACH expedida por el ministerio de agricultura español, en el reglamento (CE) N° 1069/2009 , del Parlamento Europeo y el Consejo del 21 de octubre de 2009, se reglamentó en el documento (UE) N° 142/201 que las materias primas de origen animal, las cuales son incluidas en menor cantidad, están representadas por subproductos de origen animal no destinados al consumo humano, estos son picos, cabezas, patas, sangre, plumas, fetos y órganos. Esta normativa permite a los fabricantes poner en el etiquetado que usan productos frescos o enteros, lo cual genera en los propietarios la idea de que los ingredientes utilizados para la elaboración de los concentrados son las materias primas más adecuadas para el mantenimiento de los caninos.

Teniendo en cuenta que los subproductos como las cabezas, picos y patas son algunos de los componentes de origen animal encontrados en los alimentos concentrados, y que según la normativa SANDACH por ser residuos pueden generar riesgos para la salud pública y animal, por esto no son autorizados para el consumo humano, sin embargo, esta misma normativa, permite el uso y comercialización de estos en los alimentos para animales.

Una alternativa nutricional para los caninos son las dietas BARF (Biologically Appropriate Raw Food) que en español se le atribuye la sigla ACBA (Alimento Crudo Biológicamente Apropriado) las cuales están compuestas principalmente por alimentos crudos, en su mayoría órganos y tejido muscular de diversas especies animales, junto con otros materiales vegetales que permitan tener una dieta balanceada y más apropiada para los caninos.

Algunas personas han intentado desarrollar dietas BARF sin un respaldo profesional adecuado (9–11), lo cual puede conllevar a que no sean cubiertos adecuadamente los requerimientos nutricionales de los animales y causar alteraciones fisiológicas o desbalances nutricionales importantes. Esta es una de las razones por la cual, para algunos, existe poca credibilidad sobre este tipo de dietas. De acuerdo a lo anterior, se percibe la necesidad de desarrollar dietas BARF con herramientas y materias primas adecuadas, para lograr cubrir los requerimientos nutricionales de los perros en forma óptima.

A lo largo de los años se ha despertado un interés por el estudio del origen y evolución de los perros; esta especie fue una de las primeras en ser domesticada por el ser humano para satisfacer diferentes necesidades. Debido a su naturaleza carnívora estrechamente relacionada con familiares salvajes como los lobos, se reporta la necesidad de una dieta basada en proteína de origen animal con una menor inclusión de alimentos vegetales, con relación a esto, se ha demostrado en lobos, que reemplazar su dieta fundamentalmente carnívora con alimentos concentrados, genera alteraciones del sistema digestivo (12).

Debido a la domesticación de los perros, ha sido muy difícil evaluar con certeza una descripción correcta del comportamiento de una alimentación normal, ya que son dependientes de los humanos para conseguir su alimento. Los cánidos en general, incluyendo los perros, cazan en manadas, pero tienen amplios hábitos de alimentación que incluyen bayas, otras frutas y partes de plantas al igual que presas grandes y pequeñas.

Por lo tanto, las dietas BARF se presentan como una alternativa para alimentar a los perros asemejando la alimentación de los cánidos salvajes, este tipo de dieta fue impulsada y nominada por el veterinario Ian Billinghurs cuando publicó su primer libro "Give your dog a bone " el cual fue lanzado en una conferencia en Bichon Frise, Sydney en noviembre de 1993, en este, asegura que una dieta biológicamente apropiada para un perro, consiste en comidas crudas basadas en proteína de origen animal de buena calidad (13).

La importancia de esta dieta se debe a la posibilidad de obtener los niveles adecuados de nutrientes y la conservación de antioxidantes biológicos que son esenciales para el correcto funcionamiento del organismo canino, esto mediante el uso de materias primas principalmente de origen animal, adicionalmente, se pretende que este tipo de dietas no utilicen colorantes, saborizantes o conservantes; tampoco ser sometidas a procesos industriales como la extrusión, la cual ha sido relacionada con la pérdida de nutrientes y la desnaturalización de proteínas (14,15).

Ya que los perros son mascotas muy populares que se encuentran en la mayoría de los hogares, han construido una estrecha relación familiar con sus dueños (16), en este orden de ideas, se ha reconocido que la comida tiene un sobresaliente significado cultural y social en los seres humanos, el deseo de preparar comida casera para las mascotas se hace más placentero, es así como el interés de alimentar a los caninos con dietas BARF ha aumentado en los últimos años ya que la gran mayoría de los dueños de mascotas prefieren inclinarse hacia una alimentación para sus compañeros lo más cercana posible a la que ellos mismos consumen en el hogar (17). Asimismo, según la percepción y entrega de alimentos hacia las mascotas, se interpreta por muchos como una forma de mostrar afecto (8).

De acuerdo con Billinghamurst, "la dieta cruda correctamente formulada debe ser la más completa y equilibrada posible", que proporcione todos los nutrientes esenciales conocidos (13). Las dietas BARF pueden presentar errores como excesos o deficiencias nutricionales, debido a esto, es necesario emplear una herramienta que permita formular correctamente la dieta.

Es relevante comparar la estrecha relación de los perros con los cánidos salvajes como el coyote, chacal y distintas especies de lobos siendo la más cercana, el lobo gris.

La comparación del ADN mitocondrial de distintas poblaciones de perros (N= 67) y de lobos (N = 162) procedentes de Europa, Asia y América del Norte, confirmó la estrecha afinidad genética que existe entre los perros y los lobos grises (euroasiáticos), siendo tan solo del 2% la diferencia estimada entre ambas especies (18).

Después de realizar una búsqueda amplia y profunda, no se encontraron reportes que demuestren diferencias relevantes, anatómicas o fisiológicas del sistema digestivo entre el lobo y el perro, por el contrario, haciendo una comparación de sus comportamientos alimenticios ambos presentan las mismas características del orden carnívoro (18,38, 39).

En experimentos realizados en el parque Lobo Park en Antequera-Álor, España, se concluyó, que la alimentación del lobo gris está principalmente dada por el consumo de mamíferos y otros componentes como peces, insectos, frutas y hierbas. Estos animales consumen la piel, huesos y vísceras de sus presas tomando las plantas pre-digeridas del sistema digestivo de los herbívoros que cazan, facilitando de esta forma, la incorporación de nutrientes de las fuentes vegetales. También se determinó, que al suministrar concentrados comerciales para perros a los lobos, genera en términos generales, pérdida de brillo en el pelo, aumento en la incidencia de ectoparásitos, problemas gastrointestinales como diarrea, entre otras alteraciones (12).

Debido a las características de los alimentos concentrados, sus materias primas y la baja digestibilidad de algunas de estas en perros, las plantas procesadoras deben realizar previamente la extrusión (19), el cual es un proceso de cocción caracterizado por exponer las materias primas a una temperatura y presión específicas (80-200°C) durante un periodo de tiempo determinado (10-270 s.), éste proceso gelatiniza el almidón proporcionándole así una mejor digestibilidad para los carnívoros (15). Las materias primas deben tener una preparación en donde son molidas y en algunos casos se les añade agua o vapor (20). Ya que durante este proceso los alimentos son sometidos a altas temperaturas, se pierden casi por completo algunos componentes importantes como lo son las vitaminas A, B1, C, K y Ácido fólico (21), adicionalmente, la estructura y composición de las proteínas y las grasas se ve afectada, provocando que sus propiedades funcionales estén menos disponibles en los piensos, restringiendo el aprovechamiento de estos en el organismo (36).

También se ha reportado que por medio de este proceso los concentrados pueden endurecerse en exceso dificultando así el consumo por parte de los caninos (21).

Características anatómicas y fisiológicas de los perros.

Los perros presentan características específicas como su fórmula dentaria (I 3/3 C 1/1 P 4/4 M 2/3), donde los incisivos y caninos están diseñados para cortar y desgarrar, mientras que los molares y premolares están diseñados para una leve masticación, este tipo de diseño anatómico hace referencia a que los caninos

evolucionaron para consumir principalmente carne y pequeñas cantidades de otras materias vegetales (22), a diferencia de los herbívoros donde se destaca la ausencia de caninos e incluso incisivos en muchos de ellos. Los molares son anchos, altos y esmaltados, especialmente adaptados para la maceración y masticación de los vegetales. Los incisivos presentan superficies planas cortantes para hacer tracción y cortar los forrajes (22).

Su intestino grueso es corto, de 60-75 cm de longitud y un ciego de 12,5 a 15 cm de longitud para un canino de talla grande, su forma es entorchada por lo cual puede parecer más pequeño, algunos autores describen que su comunicación con el colon es muy pequeña y poco funcional, por lo cual su capacidad fermentativa es poca indicando que su alimentación debe ser baja en carbohidratos estructurales (22). Su sistema digestivo está diseñado para consumir otros tipos de alimentos bajos en fibra.

En cuanto a las secreciones gástricas, se describe que la pepsina es más activa cuando el perro ha ingerido colágeno, el cual es un componente estructural de los tejidos animales, la actividad de esta enzima es más potente cuando actúa sobre proteína animal que sobre proteína vegetal. Por lo tanto, la secreción gástrica está influenciada también por el tipo de proteína del alimento, por el volumen de la ración y por hormonas que afectan indirectamente la acidez del contenido estomacal (4).

Es importante considerar que la dieta BARF como cualquier otra dieta, puede generar inconvenientes al estar mal formuladas o incluir materias primas inadecuadas o de mala calidad. Por ejemplo, los huesos son ingredientes muy populares en la mayoría de las dietas BARF, pero se ha comprobado que los caninos que consumen este tipo de alimento sufren lesiones en la cavidad oral como fracturas dentales, también pueden generar obstrucción de la tráquea o el esófago y estreñimiento, e incluso perforación del intestino (23), por lo tanto, no fueron considerados para esta dieta.

En algunas dietas BARF, se suelen incluir cortes de carne procedente de cabeza y cuello las cuales cuentan con tejido tiroideo. El consumo de estas materias

primas puede generar en el animal hipertiroidismo o tirotoxicosis y debido a que las hormonas tiroideas son resistentes a cambios de temperaturas, pueden afectar tanto alimentos crudos como cocidos. Por otro lado, en cualquier caso, el mal manejo de las materias primas como pérdida de la cadena de frío o contaminación con microorganismos puede generar a los perros infecciones digestivas por bacterias como *E. coli*, *Salmonella*, *Campilobacter* y *Yersinia*, de la misma forma, se puede encontrar contaminación por parásitos como la tenia (*Echinococcus spp.*). Sin embargo, es importante mencionar que cualquier tipo de carne cruda puede ser perjudicial para la salud tanto animal como humana, si no se tiene en cuenta las normas mínimas de higiene en el almacenamiento y preparación de los alimentos (8,16).

Por otro lado, es importante tener en cuenta que las secreciones pancreáticas de los perros poseen propiedades antibacterianas. Esta capacidad es atribuida a una proteína la cual puede conservar su actividad hasta que estas secreciones pancreáticas se diluye casi por completo, esta puede resistir la degradación de las proteasas pancreáticas y tiene actividad bactericida contra *Escherichia coli*, *Shigella*, *Salmonella* y *Klebsiella*, es también un bacteriostático para *estafilococos* coagulasa-positivos y negativos, *Pseudomonas* e inhibe el crecimiento de *Candida albicans*. Otro mecanismo de defensa ante estos microorganismos es principalmente la influencia de la acidez gástrica y la motilidad intestinal, que permite que las bacterias no adherentes pasen por el intestino sin causar alteraciones, por último, la microflora intestinal que impide la colonización de microorganismos patógenos, gracias a que, compitiendo por los nutrientes disponibles, controlan las concentraciones de oxígeno y producen sustancias antibacterianas (4). Mediante estos diferentes mecanismos el canido puede defenderse de los posibles patógenos a los que podría encontrarse expuesto al consumir un alimento contaminado.

Los excesos o deficiencias nutricionales derivados de un mal aporte de nutrientes se manifiestan como pérdida de peso u obesidad, mal aspecto general, debilidad, fallas reproductivas entre muchas otras afecciones que se producen cuando una dieta no es adecuada para la especie y la etapa fisiológica de esta.

Considerando lo anterior, fueron formuladas al mínimo costo dietas de alimento crudo biológicamente apropiado para perros, basándose en los requerimientos nutricionales sugeridos por el National Research Council (2005) para las etapas de cachorro, adulto y senil; utilizando materias primas de la región, debidamente balanceadas para cubrir los requerimientos y tener una aceptación teóricamente adecuada por parte de los perros.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis detallado de los requerimientos nutricionales de los perros (*Canis familiaris*) para las etapas fisiológicas de cachorro, adulto y senil; utilizando como bibliografía base el libro Nutrient requirements of dogs and cats del National Research Council (NRC), para determinar las necesidades nutricionales diarias de energía metabólica, proteína, lípidos, carbohidratos totales y fibra, para mantenimiento y desarrollo de estos animales. Esta determinación, se llevó a cabo por medio de la implementación de los cálculos matemáticos sugeridos para cada nutriente evaluado. La información adicional requerida fue obtenida por medio de referencias bibliográficas y webgráficas diversas.

Los requerimientos de calcio (Ca) y fosforo (P) también fueron calculados en estas tres etapas fisiológicas de acuerdo con las recomendaciones del NRC, con el fin de determinar su balance final con la dieta propuesta, y de esta forma definir posibles excesos o deficiencias y su suplementación.

Se seleccionaron diferentes materias primas, teniendo en cuenta su fácil adquisición en la región y el aporte de diferentes nutrientes para poder facilitar la formulación de la dieta. Para cada una de las materias primas seleccionadas se indagó sobre sus características nutricionales, recopilando información sobre los nutrientes previamente definidos (EM, PC, EE, Carbohidratos totales, FC, Ca y P) para la formulación de las raciones establecidas. Esta información se obtuvo principalmente de la Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA) y de las tablas aportadas por la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) entre otras fuentes.

Adicionalmente, se revisó en la literatura que no existieran reportes sobre sustancias antinutricionales en las materias primas seleccionadas, y que no reportan rechazo en perros. Se registró en costo por kilogramo de cada materia prima seleccionada.

La formulación de las dietas se realizó al mínimo costo, con el complemento de Excel conocido como Solver, el cual permitió calcular las raciones a partir de las materias primas preseleccionadas. La formulación de la dieta se hizo tomando como referencia caninos de razas grandes que para el NRC corresponde a un peso adulto promedio de 30 kg (igual peso para el caso de animales seniles), el peso de referencia para cachorros de raza grande fue de 10 kg, el cual corresponde a una edad entre 5 a 6 meses (cita)

La ración de la dieta fue calculada para consumir 1 kg y 1,2 kg por día, siendo la primera para adultos y senil, y la segunda para perros en crecimiento. Este cálculo se realizó teniendo en cuenta un mayor contenido de humedad de la dieta con relación a las dietas tradicionales, por esta razón, para cachorros fue mayor el volumen de la ración, haciendo así posible cubrir adecuadamente todos los nutrientes en la formulación.

Por último, al definir cada una de las formulaciones, se cuantificó el costo por kilogramo de materia seca y por kilogramo de producto con humedad de las diferentes dietas, según los precios locales recolectados de cada materia prima para el 27/10/2017 en diferentes distribuidoras como Plaza de Mercado, Mercasa, Imsoagro SAS, Molino Santa Marta, Fama Alonso Marín y Supermercado Surtifamiliar. Para realizar la comparación con alimentos comerciales se registró el contenido de humedad y el precio por kilogramo en el mercado de alimentos concentrados el día 03/11/2017 de la ciudad de Cali y Buga - Valle, en diferentes almacenes veterinarios y distribuidoras como Clínica Super Mascotas, Distribuidora Santa Mónica y Anelhagro, clasificándolos en gama alta, media y baja, este costo se comparó con el de las dietas BARF generadas.

5. RESULTADOS

Determinación de requerimientos nutricionales

Energía

De acuerdo a la NRC, y gracias a estudios realizados en diferentes condiciones y razas, se logró determinar la fórmula matemática que sirve como base para establecer el requerimiento energético por cada kg de peso corporal (PV) de los caninos en las etapas fisiológicas descritas para este trabajo.

Sin embargo, hay una considerable variación individual, incluso entre perros que se mantienen en las mismas condiciones (4). Los perros requieren energía para apoyar el metabolismo durante el mantenimiento, el crecimiento, la reproducción, la lactancia y la actividad física. En ausencia de energía adecuada, el rendimiento de los animales será sub óptimo.

Requerimiento energético

Adultos en mantenimiento

- La fórmula matemática para el requerimiento en adultos es:

$$132 \text{ kcal} * \text{kg PV}^{0,75}$$

Seniles

- Se debe tener en cuenta la masa corporal y el peso, además de su edad para calcular la cantidad de energía requerida, teniendo como constante **una reducción del 20% de la energía requerida en adultos**. La fórmula matemática sería:

$$105,6 \text{ kcal} * \text{kg PV}^{0,75}$$

Cachorros

- Los perros en crecimiento requieren alrededor de dos veces más energía por kilogramo de peso metabólico que los perros adultos de la misma raza. La fórmula matemática sería:
- **264 kcal * kg PV^{0,75}**

Fuentes energéticas:

Carbohidratos

Son el principal nutriente de origen vegetal, la función principal de los carbohidratos es el **aporte energético**. Están conformados por cadenas de carbono con un grupo funcional hidroxilo, se clasifican según el número de carbonos desde 3 (triosa) hasta 7 (heptosa). Otra forma de clasificarlos es según el número de cadenas que se pueden unir entre sí (monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos o polisacáridos), los carbohidratos incluyen azúcares de bajo y alto peso molecular, almidones y diversos polisacáridos no almidonados o fibra producida por las plantas durante la fotosíntesis (4).

Son la fuente de energía primaria para la mayoría de los animales, la digestión y absorción de la mayoría de los hidratos de carbono ocurre en el intestino delgado, donde la sacarosa, la maltosa y la lactosa son degradadas en moléculas hasta su forma más simples que es la glucosa, para ser absorbida en el intestino y aprovechada por las células para sus funciones normales. La disposición de la glucosa para las células está directamente relacionada con la insulina. La glucosa se almacena en el hígado y el tejido muscular en forma de glucógeno (4).

Carbohidratos digestibles

El contenido de carbohidratos recomendado en la dieta, depende de la cantidad de alimento ingerido, la densidad calórica de la comida y los requerimientos de energía del animal. La recomendación aportada por el NRC es del 1% al 20% de la dieta suministrada.

Los disacáridos tienen dos residuos manométricos que incluyen lactosa, sacarosa, maltosa y trehalosa. Estos azúcares de bajo peso molecular son fácilmente hidrolizables por enzimas del tracto gastrointestinal, son los más comunes presentes en los alimentos para perros. Las principales fuentes naturales de oligosacáridos en perros son los cereales y las legumbres los cuales tienen diferentes contenidos de almidón. Los alimentos bajos en almidón, contienen generalmente más polisacáridos de fibra, mientras que los alimentos ricos en almidón contienen poca fibra (4).

Fibra

Carbohidratos fermentables

La característica más importante de la fibra soluble en el tracto digestivo, y que determina su efecto sobre el animal, es su capacidad de generar una fácil fermentabilidad.

Algunos oligosacáridos y las fibras fermentables son hidratos de carbono que resisten la digestión hidrolítica en el intestino delgado, pero son fermentados por los microorganismos propios del tracto gastrointestinal. La fibra, resiste la hidrólisis enzimática, pasa a través del intestino delgado sin ser digerida y es fermentada por los microorganismos del colon generando gases (dióxido de carbono, hidrógeno y metano) que son excretados, y ácidos grasos de cadena corta (principalmente acetato, propionato y butirato), los cuales se absorben a través de la pared intestinal.

La concentración de fibra cruda típica en alimentos secos para mascotas es del 2,5% al 4,5%, pero su concentración en algunas dietas reducidas en calorías puede ser del 9% al 10%. El uso de estas altas concentraciones de fibra en dietas para reducción de peso puede permitir que el animal alcance una sensación de plenitud sin un alto consumo de energía. La utilización de dietas altas en fibra es dependiente del estado de vida del animal, el NRC sugiere que animales sin aparentes problemas de salud pueden crecer y reproducirse con niveles del 15% a 20% de fibra total en la dieta (4).

La longevidad de los animales de compañía es importante para los dueños de las mascotas y es afectada por muchos factores incluyendo la dieta. El propósito de dietas específicamente formuladas para animales seniles es aminorar o evitar el efecto del envejecimiento que son impactados por la nutrición. En el animal senil, una pequeña cantidad de fibra dietaria facilita la restricción calórica deseada y ayuda la función intestinal, aunque no es un nutriente requerido, la fibra está directamente relacionada con el mantenimiento de la salud del intestino, mediante la provisión de ácidos grasos de cadena corta, manteniendo los microorganismos intestinales saludables.

Se ha observado que concentraciones altas de fibra en la dieta de los animales de compañía puede reducir la digestibilidad de otros nutrientes. Por lo tanto, es de vital importancia vigilar el correcto aporte de todos los nutrientes, pues dietas altas en carbohidratos pueden causar la aparición de heces blandas, defecación frecuente, reducción marcada de digestibilidad de nutrientes, pobre aceptación de la dieta, y trastornos en el metabolismo de los nutrientes (4).

Requerimiento lipídico

Los lípidos juegan un papel muy importante en la alimentación canina, ya que proveen una fuente concentrada de energía por medio de los ácidos grasos (AG), también sirven como transportadores de vitaminas liposolubles.

Los lípidos de la dieta aportan aproximadamente 2,25 veces más energía metabolizable (EM) que las proteínas o los carbohidratos. Por esta razón, una alteración en el contenido de lípidos en la dieta puede afectar significativamente su densidad calórica.

Dietas con un amplio rango de concentraciones de lípidos están relacionadas con una buena salud en los perros, sin embargo, es necesario asegurar la ingesta adecuada de proteína, minerales y vitaminas. Los reportes indican que las preferencias de dietas grasas en perros son muy amplias.

Los perros y gatos son “mamíferos lipoproteínicos de alta densidad”, lo cual significa una mínima tendencia a generar lipoproteínas de baja densidad y la consecuente resistencia a la aterosclerosis, de esta forma pueden tolerar altas

concentraciones de grasa dietaria. La deficiencia de ácidos grasos causa piel seca y con seborrea en forma de escamas, pérdida del pelo, infecciones bacterianas en la piel y prurito (4), así pues, si aparece hiperlipidemia o aterosclerosis en estos animales habitualmente son secundarias a otras enfermedades endocrinas o metabólicas y no dadas por la dieta.

El valor recomendado de lípidos totales en la dieta para perros adultos es del 11,7% de la EM (5,5% de MS en una dieta de 4.000 kcal/kg de la dieta). El requerimiento mínimo para los lípidos totales puede ser realmente inferior a este valor, pero no ha sido específicamente determinado a la fecha (4).

TABLA 1. Requerimiento diario lipídico para perros de raza grande, en tres etapas fisiológicas.

| Etapa fisiológica | Requerimiento lipídico (%) |
|----------------------|----------------------------|
| Cachorro | 8,5* |
| Adulto Mantenimiento | 5,5* |
| Senil | 10* |

*De MS en una dieta de 4.000 kcal/kg de la dieta

Requerimiento proteico

Las proteínas están constituidas por aminoácidos, en total, se ha reportado 23 aminoácidos en los alimentos, las diferentes secuencias y sus combinaciones hacen que existan infinidad de proteínas. Existen dos grandes grupos de aminoácidos, los esenciales y los no esenciales. Los primeros no pueden ser sintetizados en el organismo en cantidades suficientes, por lo que deben ser incorporados en la dieta. Los no esenciales pueden ser consumidos en la dieta u obtenidos a partir de otros aminoácidos.

Los aminoácidos esenciales proporcionan componentes nitrogenados necesarios para fabricar otros compuestos esenciales para la vida, tales como purinas, pirimidinas, grupo heme, diversas hormonas, neurotransmisores y neuromoduladores (ej: tiroxina, catecolaminas, ácido aminobutírico y taurina). Para los perros o gatos que consumen principalmente tejido animal, los aminoácidos también proporcionan cadenas de carbono para suministrar glucosa

a los tejidos que lo requieren (ej: glóbulos rojos y neuronas) para mantener el metabolismo tisular normal.

En perros se ha demostrado que los siguientes 10 aminoácidos son esenciales: arginina (Arg), histidina (His), isoleucina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lys) metionina (Met), fenilalanina (Phe), treonina (Tr), triptófano (Trp) y valina (Val). En omnívoros y ciertos herbívoros (ratas y polluelos), la eliminación de un solo aminoácido esencial da lugar a una disminución de la ingesta de alimentos, como respuesta neuronal primaria causada por la falta del aminoácido esencial limitante (4).

Metabolismo de la proteína

En los animales monogástricos la proteína bruta, por la acción de enzimas proteolíticas como pepsina o proteasa, se descompone en péptidos y aminoácidos de bajo peso molecular y se absorbe en el intestino delgado. Los aminoácidos absorbidos son transportados a los tejidos del cuerpo y las proteínas se sintetizan en las células de cada tejido, incluyendo el muscular. Las proteínas sintetizadas se regeneran constantemente. El exceso de aminoácidos y proteínas descompuestas se transforman en amonio, extracto libre de nitrógeno y ácido úrico sintetizado del amoniaco, este se excreta a través de la orina (4).

TABLA 2. Requerimiento diario proteico para perros de raza grande, en tres etapas fisiológica

| Etapa fisiológica | Requerimiento proteico |
|----------------------|------------------------|
| Cachorro | 180 g/Kg de dieta* |
| Adulto Mantenimiento | 35-100 g/Kg de dieta** |
| Senil | +50% *** |

* Dietas alta digestibilidad de 4.000 Kcal Y 250 g/Kg dietas baja digestibilidad de 4000 Kcal.

** En dietas de 4.000 Kcal.

*** Del requerimiento del adulto en mantenimiento.

Requerimiento de minerales

Calcio (Ca)

El elemento mineral encontrado en mayor cantidad en mamíferos, incluyendo perros y gatos, es el calcio. En términos de requerimientos de Ca, la mayor necesidad ocurre en la formación activa de huesos y dientes. Sin embargo, el Ca desempeña otras funciones vitales en la fisiología y el metabolismo.

El Ca desempeña funciones esenciales para la coagulación sanguínea, transmisión de impulsos nerviosos, excitación y contracción muscular, sirve también como un segundo mensajero en una serie de reacciones intracelulares. Existen diferentes alimentos que aportan Ca, entre ellos encontramos los productos lácteos como la leche y el queso; algunos vegetales como el brócoli y el repollo también son fuentes razonables, la alfalfa es una fuente excelente de Ca para los herbívoros. Sin embargo, ninguno de estos es común en los alimentos para perros y gatos. Las fuentes usadas principalmente para el aporte de calcio en perros y gatos son las materias primas de origen animal (4)

TABLA 3. Requerimiento diario de calcio para perros de raza grande, en tres etapas fisiológicas.

| Etapa Fisiológica | Requerimiento de calcio |
|-------------------|-------------------------|
| Cachorro | 12 g Ca/kg* |
| Adulto | |
| Senil | 4,0 g Ca/kg* |

* De MS en dieta de 4000 kcal/kg de dieta

Fósforo (P)

El fósforo, es el segundo (después del Ca) elemento mineral más prevalente en mamíferos, incluidos los humanos, perros y gatos. Al igual que con el Ca, la mayor proporción de P, alrededor del 86% está presente en los huesos. El fósforo también se encuentra en abundancia en otros tejidos, siendo el más prominente el músculo, que representa alrededor del 8,6% del fosforo total en el cuerpo.

Al igual que el Ca, el P desempeña un papel principal como elemento estructural del esqueleto, también es un componente estructural de ADN y ARN, y de membranas celulares, fosfolípidos y fosfoproteínas. Como componente de los compuestos de fosfato de alta energía, cumple una función vital en el metabolismo energético, incluida la locomoción, adicionalmente, juega un papel en el equilibrio ácido-base. En piensos el P es más abundante que el Ca, está presente en concentraciones relativamente altas tanto en cereales como en productos lácteos (4).

TABLA 4. Requerimiento diario de fósforo para perros de raza grande en tres etapas fisiológicas

| Etapa Fisiológica | Requerimiento de fósforo |
|-------------------|--------------------------|
| Cachorro | 2,7g* |
| Adulto | |
| Senil | 0,75g* |

*En una dieta que aporte 100kcal

TABLA 5. Materias primas seleccionadas para la formulación de la dieta BARF

| NUTRIENTES | | MATERIA PRIMA | MS (%) | PC (%) | EE (%) | FC (%) | EM (KCAL) | CHOS T. (%) | Ca (%) | P (%) | \$/Kg con humedad |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------|--------|--------|--------|---------|-----------|-------------|--------|-----------|-------------------|
| CARBOHIDRATOS ESTRUCTURALES | SOLUBLES | APIO | 5,60 | 16,7 | 1,78 | 35,71 | 1.964,0 | 26,78 | 0,92 | 0,57 | \$ 2.500 |
| | | ZANAHORIA | 12,20 | 6,55 | 2,45 | 21,31 | 2.786,0 | 57,37 | 0,34 | 1,31 | \$ 1.650 |
| | | HABICHUELA | 9,90 | 22,20 | 4,04 | 28,28 | 2.828,0 | 37,70 | 0,39 | 0,04 | \$ 2.000 |
| | | ACELGA | 5,60 | 37,50 | 3,57 | 17,85 | 3.750,0 | 48,27 | 1,42 | 0,76 | \$ 6.000 |
| | | ESPINACA | 9,30 | 29,13 | 8,69 | 31,18 | 2.365,0 | 10,75 | 0,50 | 0,46 | \$ 3.600 |
| | INSOLUBLES | SALVADO DE TRIGO | 90,10 | 17,95 | 4,71 | 47,50 | 2.108,0 | 24,10 | 0,08 | 1,12 | \$ 600 |
| CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES | HARINA DE ARROZ | 86,60 | 8,54 | 1,03 | 0,80 | 4.145,0 | 89,20 | 0,01 | 0,10 | \$ 600 | |
| | HARINA DE MAIZ | 86,80 | 9,55 | 3,24 | 10,85 | 3.790,0 | 76,38 | 0,003 | 0,07 | \$ 2.800 | |
| | AVENA EN HOJUELAS | 92,50 | 13,50 | 9,83 | 1,72 | 4.367,0 | 74,80 | 0,30 | 3,10 | \$ 2.800 | |
| | HARINA DE TRIGO | 87,00 | 11,49 | 0,00 | 4,02 | 3.827,0 | 82,18 | 0,12 | 0,13 | \$ 1.352 | |
| | HARINA DE YUCA | 90,00 | 2,9 | 0,85 | 1,80 | 3.474,0 | 70,00 | 0,18 | 0,12 | \$ 4.000 | |
| PROTEINA DE ORIGEN ANIMAL | HIGADO DE POLLO | 28,00 | 79 | 16,78 | 0,00 | 4.892,0 | 4,28 | 0,06 | 0,80 | \$ 2.400 | |
| | PECHUGA DE POLLO | 24,30 | 95,06 | 4,90 | 0,00 | 4.320,0 | 0,00 | 0,09 | 0,80 | \$ 9.200 | |
| | HIGADO DE VACA | 30,00 | 70 | 13,40 | 0,00 | 4.533,0 | 11,66 | 3,00 | 1,19 | \$ 10.000 | |
| | CARNE DE RES (morcillo o lagarto) | 26,20 | 82,8 | 16,70 | 0,00 | 4.809,0 | 0,00 | 0,01 | 0,52 | \$ 11.000 | |
| | CARNE DE RES (falda) | 36,70 | 51,20 | 46,86 | 0,00 | 6.267,0 | 0,00 | 0,02 | 0,69 | \$ 9.000 | |
| LIPIDOS DE ORIGEN VEGETAL | ACEITE DE CANOLA | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 8.880,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | \$ 15.450 | |

-Información de nutrientes tomada de las bases de datos, BEDCA, FEDNA y tablas peruanas de composición de alimentos.

-MS: materia seca, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabólica, CHOS T. Carbohidratos totales, Ca: Calcio, P: fósforo.

Dietas balanceadas

Con las materias primas seleccionadas se formularon tres dietas las cuales aportan los nutrientes diarios para cada una de las etapas fisiológicas en términos de PC, EM, EE, FC y carbohidratos totales. Se procuró tener una mayor inclusión de las fuentes de proteína animal y una menor de otras materias primas que pudieran ocasionar los inconvenientes antes mencionados. A todas las dietas se

les obligó la inclusión de aceite de canola para garantizar el aporte de ácidos grasos esenciales.

TABLA 6. Requerimientos nutricionales diarios para perro adulto de raza grande con un peso promedio de 30 kg

| Etapa/Requerimiento | PC (kg) | EM (kcal) | EE (kg) | FC (kg) | CHOS T. (kg) |
|---------------------|------------|--------------|------------|------------|-----------------|
| Adulto | 0,10444 | 1692 | 0,050 | 0,045 | 0,2 |

PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabólica, CHOS T.: Carbohidratos totales.

TABLA 7. Formulación de dieta para cubrir los requerimientos diarios del perro adulto.

| NUTRIENTES | | MATERIA PRIMA | BACHE | RESTRICIONES | M.S (%) | PC (%) | EE (%) | FC (%) | E.M. (Kcal) | CHOS T. (%) | Ca (%) | P (%) | \$/Kg |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------|--------|--------------|---------|--------|--------|--------|-------------|-------------|--------|-------|----------|
| CARBOHIDRATOS ESTRUCTURALES | SOLUBLES | APIO | 0,203 | | 0,011 | 0,002 | 0,000 | 0,004 | 22,31 | 0,003 | 0,000 | 0,000 | 507,20 |
| | | ZANAHORIA | 0,058 | 0,190 | 0,007 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 19,55 | 0,004 | 0,000 | 0,000 | 94,90 |
| | | HABICHUELA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | ACELGA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | ESPINACA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | INSOLUBLES | SALVADO DE TRIGO | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES | HARINA DE ARROZ | 0,100 | 0,100 | 0,087 | 0,007 | 0,001 | 0,001 | 358,96 | 0,077 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 60,00 |
| | HARINA DE MAIZ | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| | AVENA EN HOJUELAS | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| | HARINA DE TRIGO | 0,110 | 0,110 | 0,096 | 0,011 | 0,000 | 0,004 | 366,24 | 0,079 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 148,72 |
| | HARINA DE YUCA | 0,015 | | 0,013 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 45,66 | 0,009 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 58,42 |
| PROTEINA DE ORIGEN ANIMAL | HIGADO DE POLLO | 0,135 | 0,135 | 0,038 | 0,030 | 0,006 | 0,000 | 184,92 | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 324,00 |
| | PECHUGA DE POLLO | 0,170 | 0,170 | 0,041 | 0,039 | 0,002 | 0,000 | 178,46 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1.564,00 |
| | HIGADO DE VACA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| | CARNE DE RES (morcillo o lagarto) | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| | CARNE DE RES (falda) | 0,205 | 0,205 | 0,075 | 0,039 | 0,035 | 0,000 | 471,50 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 1.845,00 |
| LIPIDOS DE ORIGEN VEGETAL | ACEITE DE CANOLA | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,000 | 0,005 | 0,000 | 44,40 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 77,25 |
| BALANCE | | | 1,0000 | | 0,3732 | 0,1288 | 0,0500 | 0,0103 | 1.692,0 | 0,174 | 0,0004 | 0,002 | 4.679,49 |

-MS: materia seca, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabólica, CHOS T. Carbohidratos totales, Ca: Calcio, P: fósforo

Debido a sus necesidades de calcio y fósforo, la dieta no logra suplir estos requerimientos, ya que se presenta un déficit diario de 4,173 g de calcio y 3,113 g de fósforo, por lo que se recomienda cubrir esta deficiencia con fuentes de calcio y fosforo, teniendo en cuenta su concentración y digestibilidad.

TABLA 8. Requerimientos nutricionales diarios para perro senil de raza grande, con un peso promedio de 30 kg.

| Etapa/Requerimiento | PC (kg) | EM (kcal) | EE (kg) | FC (kg) | CHOS T. (kg) |
|---------------------|---------|-----------|---------|---------|--------------|
| Senil | 0,15 | 1353 | 0,1 | 0,045 | 0,2 |

-MS: materia seca, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabólica, CHOS T. Carbohidratos totales, Ca: Calcio, P: fósforo

TABLA 9. Formulación de dieta, para cubrir los requerimientos diarios, del perro senil

| NUTRIENTES | | MATERIA PRIMA | BACHE | RESTRICCIONES | M.S (%) | PC (%) | EE (%) | FC (%) | E.M. (Kcal) | CHOS T. (%) | Ca (%) | P (%) | \$/Kg |
|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------|---------------|---------|--------|--------|--------|-------------|-------------|--------|-------|----------|
| CARBOHIDRATOS ESTRUCTURALES | SOLUBLES | APIO | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | ZANAHORIA | 0,146 | | 0,018 | 0,001 | 0,000 | 0,004 | 49,75 | 0,010 | 0,000 | 0,000 | 241,53 |
| | | HABICHUELA | 0,100 | 0,1 | 0,010 | 0,002 | 0,000 | 0,003 | 28,00 | 0,004 | 0,000 | 0,000 | 200,00 |
| | | ACELGA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | ESPINACA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | INSOLUBLES | SALVADO DE TRIGO | 0,077 | | 0,070 | 0,012 | 0,003 | 0,033 | 146,74 | 0,017 | 0,000 | 0,001 | 46,36 |
| CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES | | HARINA DE ARROZ | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | HARINA DE MAIZ | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | AVENA EN HOJUELAS | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | HARINA DE TRIGO | 0,152 | | 0,133 | 0,015 | 0,000 | 0,005 | 507,28 | 0,109 | 0,000 | 0,000 | 205,99 |
| | | HARINA DE YUCA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| PROTEINA DE ORIGEN ANIMAL | | HIGADO DE POLLO | 0,100 | 0,1 | 0,028 | 0,022 | 0,005 | 0,000 | 136,98 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 240,00 |
| | | PECHUGA DE POLLO | 0,419 | | 0,102 | 0,097 | 0,005 | 0,000 | 439,85 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 3.854,77 |
| | | HIGADO DE VACA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | CARNE DE RES (morcillo o lagarto) | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | CARNE DE RES (falda) | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| LIPIDOS DE ORIGEN VEGETAL | ACEITE DE CANOLA | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,000 | 0,005 | 0,000 | 44,40 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 77,25 | |
| BALANCE | | | 1,0000 | | 0,3647 | 0,1500 | 0,0188 | 0,0450 | 1.353,0 | 0,141 | 0,0004 | 0,002 | 4.865,90 |

-MS: materia seca, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabólica, CHOS T. Carbohidratos totales, Ca: Calcio, P: fósforo.

A pesar de que se realizó una extensa búsqueda no se encontró literatura científica que detallara los requerimientos de calcio y fósforo en caninos seniles, por lo tanto, se decidió manejar el mismo requerimiento de perros adultos en mantenimiento.

De acuerdo con lo anterior, debido a sus necesidades de calcio y fósforo, la dieta no logra suplir estos requerimientos, ya que se presenta un déficit diario de 4,173 g de calcio y 3,113 g de fósforo, por lo que se recomienda cubrir esta deficiencia con fuentes de calcio y fósforo, teniendo en cuenta su concentración y digestibilidad. Se debe aclarar, que el suplemento de estos minerales no puede sobre pasar el requerimiento, ya que un exceso de estos elementos favorece la degeneración del riñón causando insuficiencia renal.

TABLA 10. Requerimientos nutricionales diarios en cachorros de raza grande con un peso aproximado de 10 kg

| Etapa/Requerimiento | PC (kg) | EM (kcal) | EE (kg) | FC (kg) | CHOS T. |
|---------------------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| Cachorro | 0,25 | 1484 | 0,085 | 0,045 | 0,2 |

MS: materia seca, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabólica, CHOS T. Carbohidratos totales.

TABLA 11. Formulación de dieta para cubrir los requerimientos diarios del cachorro

| NUTRIENTES | | MATERIA PRIMA | BACHE | RESTRICCIONES | M.S (%) | PC (%) | EE (%) | FC (%) | E.M. (Kcal) | CHOS T. (%) | Ca (%) | P (%) | \$/Kg |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------|-------|---------------|---------|--------|--------|---------|-------------|-------------|--------|----------|--------|
| CARBOHIDRATOS ESTRUCTURALES | SOLUBLES | APIO | 0,000 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | ZANAHORIA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | HABICHUELA | 0,060 | | 0,006 | 0,001 | 0,000 | 0,002 | 16,70 | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 119,33 |
| | | ACELGA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | | ESPINACA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 |
| | INSOLUBLES | SALVADO DE TRIGO | 0,098 | | 0,089 | 0,016 | 0,004 | 0,042 | 186,60 | 0,021 | 0,000 | 0,001 | 58,95 |
| CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES | HARINA DE ARROZ | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| | HARINA DE MAIZ | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| | AVENA EN HOJUELAS | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| | HARINA DE TRIGO | 0,037 | | 0,032 | 0,004 | 0,000 | 0,001 | 122,09 | 0,026 | 0,000 | 0,000 | 49,58 | |
| | HARINA DE YUCA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| PROTEINA DE ORGEN ANIMAL | HIGADO DE POLLO | 0,200 | 0,2 | 0,056 | 0,044 | 0,009 | 0,000 | 273,95 | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 480,00 | |
| | PECHUGA DE POLLO | 0,800 | | 0,195 | 0,185 | 0,010 | 0,000 | 840,25 | 0,000 | 0,000 | 0,002 | 7.363,86 | |
| | HIGADO DE VACA | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| | CARNE DE RES (morcillo o lagarto) | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| | CARNE DE RES (falda) | 0,000 | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | |
| LIPIDOS DE ORIGEN VEGETAL | ACEITE DE CANOLA | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,000 | 0,005 | 0,000 | 44,40 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 77,25 | |
| BALANCE | | 1,200 | | 0,382 | 0,250 | 0,028 | 0,045 | 1.484,0 | 0,052 | 0,00034 | 0,003 | 8.148,97 | |

-MS: materia seca, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, EM: energía metabólica, CHOS T. Carbohidratos totales, Ca: Calcio, P: fósforo.

Debido a sus necesidades de calcio y fósforo, la dieta no logra suplir estos requerimientos, por lo tanto, se presenta un déficit diario de 4 g de calcio y 3 g de fósforo, por lo que se recomienda cubrir esta deficiencia con fuentes de calcio y fosforo teniendo en cuenta su concentración y digestibilidad.

Análisis financiero

TABLA 12. Costo de materias primas

| Materia prima | Precio/kg (\$) | Procedencia |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Apio | 2.500 | Plaza De Mercado |
| Zanahoria | 1.650 | Plaza De Mercado |
| Habichuela | 2.000 | Plaza De Mercado |
| Acelga | 6.000 | Mercasa |
| Espinaca | 3.600 | Mercasa |
| Salvado de trigo | 600 | Imsoagro S.A.S |
| Harina de arroz | 600 | Imsoagro S.A.S |
| Harina de maíz | 2.800 | Imsoagro S.A.S |
| Avena en hojuelas | 2.800 | Mercasa |
| Harina de trigo | 1.352 | Molino Santa Marta |
| Harina de yuca | 4.000 | Molino Santa Marta |
| Hígado de pollo | 2.400 | Fama Alonso Marín |
| Pechuga de pollo | 9.200 | Fama Alonso Marín |
| Hígado de vaca | 10.000 | Fama Alonso Marín |
| Carne de res (morcillo o lagarto) | 11.000 | Fama Alonso Marín |
| Carne de res (falda) | 9.000 | Fama Alonso Marín |
| Aceite de canola | 15.450 | Supermercado Surtifamiliar |

De acuerdo con la formulación obtenida con la herramienta de Solver se determinaron los siguientes costos para cada una de las dietas con humedad, y materia seca, estos costos pueden variar según se requiera hacer una reformulación por variación en las materias primas.

TABLA 13. Costo final en pesos (\$) de las dietas balanceadas

| Etapa | Cantidad (g) | Precio en materia seca | Precio con humedad | Empaque | Precio Ración/Día* |
|----------|--------------|------------------------|--------------------|---------|--------------------|
| Cachorro | 1.200 | 21.329 | 8.149 | 700 | 8.849 |
| Adulto | 1.000 | 12.537 | 4.679 | 700 | 5.379 |
| Senil | 1.000 | 13.339 | 4.866 | 700 | 5.565 |

*Dieta con humedad.

No fueron incluidos otros costos como flete, mano de obra, procesamiento, equipos, etiqueta ya que estos varían dependiendo del volumen de producción que se alcance. El costo del empaque fue el menor cotizado en el mercado.

Comparación de costo de la dieta BARF con alimentos concentrados

En la siguiente tabla se presenta la comparación entre la dieta BARF y otros alimentos concentrados, en cuanto al precio de materia seca y alimento con humedad en 1 kg

TABLA 14. Comparación de costos en pesos (\$) de la dieta BARF con alimentos concentrados de diferente gama expresados en MS y con humedad.

| Etapa fisiológica | BARF | | Gama alta | | Gama media | | Gama baja | |
|-------------------|--------|--------|-----------|--------|------------|--------|-----------|--------|
| | M.S | Húmedo | M.S | Húmedo | M.S | Húmedo | M.S | Húmedo |
| Adulto | 12.537 | 4.679 | 27.555 | 24.800 | 10.250 | 9.225 | 2.500 | 2.250 |
| Cachorro | 21.329 | 8.148 | 24.444 | 22.000 | 11.611 | 10.450 | 4.200 | 3.780 |
| Senil | 13.339 | 4.865 | 23.684 | 21.316 | 10.000 | 9.000 | 2.500 | 2.250 |

Empaque del producto:

Bolsa Ziploc Standup Alto Calibre 16 x 24 cm, caja de 100 unidades por un precio de \$ 70.000, corresponde a una bolsa en material plástico que posee un cierre hermético creado con una cremallera zip con los siguientes beneficios:

- Es fácil de usar, de abrir y de cerrar
- Posee altas capacidades de conservación
- Ofrece un cierre hermético: sin dejar pasar el aire, el agua o cualquier otra sustancia
- Económica
- Reusable

Comparación precio-dieta

Con esta comparación se puede analizar, la diferencia de precio entre algunos concentrados (gama alta, media y baja) con las dietas BARF.

GAMA ALTA

Concentrado adulto:

- Cantidad 7kg por un valor de \$ 174.233
- Consumo día recomendado por el fabricante para raza grande 295 g
- Cada kilo tiene un valor de \$ 24.890,42
- 295 g tiene un valor de \$ 7.316

Concentrado cachorro - raza grande:

- Cantidad 13,6 kg por un valor de \$ 299.300
- Consumo día recomendado por el fabricante para cachorro de raza grande 430 g al día
- Cada kilo tiene un valor de \$ 22.000
- 430 g tiene un valor de \$ 9.460

Concentrado senil:

- Cantidad 15 kg por un valor de \$ 319.900
- Consumo día recomendado por el fabricante para raza grande 365 g al día

- Cada kilo tiene un valor de \$ 21.316
- 365 g tiene un valor de \$ 7.780

GAMA MEDIA

Concentrado adulto:

- Cantidad 4 kg por un valor de \$ 36.900
- Consumo día recomendado por el fabricante para raza grande 400 g
- Cada kilo tiene un valor de \$ 9.225
- 420 g tiene un valor de \$ 3.874

Concentrado cachorro:

- Cantidad 2 kg por un valor de \$ 20.900
- Consumo día recomendado por el fabricante para un cachorro de raza grande 350 g
- Cada kilo tiene un valor de \$ 10.450
- 400 g tiene un valor de \$ 4.180

Concentrado senil:

- Cantidad 8 kg por un valor de \$ 71.900
- Consumo día recomendado por el fabricante para raza grande 270 g
- Cada kilo tiene un valor de \$ 9.000
- 270 g tiene un valor de \$ 2.430

GAMA BAJA

Concentrado adulto y senil:

- Cantidad 10 kg por un valor de \$ 22.500
- Consumo día recomendado por el fabricante para raza grande 500 g
- Cada kilo tiene un valor de \$ 2.250
- 500 g tiene un valor de \$ 1.125

Concentrado cachorro:

- Cantidad 10 kg por un valor de \$ 37.800
- Consumo día recomendado por el fabricante para un cachorro de raza grande 350 g
- Cada kilo tiene un valor de \$ 3780

- 350 g tiene un valor de \$ 1.323

TABLA 15. Comparación de costos en pesos (\$) de ración diaria entre dieta BARF y alimentos concentrados de diferente gama.

| Etapa fisiológica | Gama Alta | g/Día | Gama Media | g/Día | Gama Baja | g/Día | BARF | g/Día |
|-------------------|-----------|-------|------------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| Cachorro | 9.460 | 430 | 4.180 | 350 | 1.323 | 350 | 8.849 | 1.200 |
| Adulto | 7.316 | 295 | 3.874 | 400 | 1.125 | 500 | 5.379 | 1.000 |
| Senil | 7.780 | 365 | 2.430 | 270 | 1.125 | 500 | 5.565 | 1.000 |

6. DISCUSIÓN

Si bien, los perros han sido clasificados como carnívoros, las evidencias sugieren que el proceso digestivo es más eficiente con este tipo de alimentos, pueden crecer y desarrollarse de una forma óptima con dietas carentes en carbohidratos, pero a pesar de esto logran digerir hasta cierto límite algunos nutrientes de origen vegetal.

La alimentación convencional con concentrados comerciales se presenta como una ventaja ante los propietarios debido a su practicidad para almacenar, suministrar, fácil adquisición, aporte de nutrientes, un tamaño de la ración más pequeño y una vida útil extensa, sin embargo, esto no asegura que los concentrados comerciales sean los más adecuados para la nutrición de los perros debido a que las materias primas usadas en algunos de ellos, su calidad y concentración pueden causar diversas alteraciones en la salud del animal. Así mismo, las dietas BARF pueden presentar diferentes riesgos en los animales, los cuales dependen la formulación realizada, el tipo e inocuidad de sus materias primas, sin embargo, representan beneficios para los perros ya que está mejor adaptada a su sistema digestivo.

Debido a que el contenido de materia seca es inferior en la dieta BARF, se hace necesario un suministro diario mayor de este alimento, no obstante, este volumen de dieta podría favorecer la sensación de saciedad en el animal.

Realizar este tipo de dietas de manera adecuada representa cierta complejidad, tanto por la selección y adecuación de materias primas como por la construcción de la dieta, por lo tanto, se requiere un nivel de conocimiento suficiente para lograr elaborarla de forma correcta.

Al comparar la dieta BARF con los concentrados comerciales en relación al costo tanto en MS como con humedad, esta se ubica en un punto intermedio entre la gama media y alta, sin embargo, el aporte de proteína de origen animal de la dieta

BARF comparada a los concentrados comerciales de gama media es mayor y en cuanto a los concentrados comerciales gama alta es un alimento de menor costo que igualmente aporta proteína de origen animal.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es posible diseñar de forma correcta alimentos BARF por medio de la herramienta de Excel conocida como Solver, para perros de talla grande con un peso promedio de 30 kg para adultos y seniles, y un peso promedio de 10 kg para cachorros con edad de 5 a 6 meses, basándose en los requerimientos nutricionales en las etapas fisiológicas de cachorro, adulto y senil.

De acuerdo a lo desarrollado en este trabajo la dieta BARF se presenta como una buena alternativa para alimentar a los perros en las etapas evaluadas, pero se debe tener en cuenta que utiliza materias primas de alto costo, que compiten con la alimentación humana.

Como recomendaciones se plantea, para el diseño de las dietas BARF, tener siempre en cuenta el estado fisiológico, talla, edad, actividad física y necesidades nutricionales de cada individuo. La formulación puede ser mejorada si se incluyen los requerimientos y el balanceo de los aminoácidos, ácidos grasos, carbohidratos individuales, vitaminas y otros minerales. Para una formulación más precisa es ideal que los valores nutricionales de cada materia prima sean los reales obtenidos por análisis de laboratorio.

Incluir más materias primas facilitaría la formulación de las dietas. Se recomienda, antes de su comercialización realizar pruebas de aceptación por parte de los animales, manejo de congelación y refrigeración. Se sugiere realizar pruebas para medir el efecto de las dietas BARF en los animales en aspectos como: digestibilidad, ganancia de peso, parámetros reproductivos, lactancia, apariencia del pelaje y la piel, características de la heces, efecto sobre la dentadura, aliento, los cuales son algunos cambios reportados de manera informal por los adeptos a este tipo de dietas; también se sugiere que las materias primas utilizadas en este tipo de dietas sean analizadas para determinar factores antinutricionales para perros ya que no se encuentra información en muchas de estas.

8. ANEXOS

Anexo 1. Descripción de materias primas seleccionadas, con base en sus propiedades nutricionales para la formulación de la dieta BARF

CARBOHIDRATOS

Carbohidratos digestibles

Harina de arroz

La harina de arroz es el producto obtenido de la molienda del grano de arroz (*Oryza sativa*) la cual pertenece la familia de las gramíneas y es una planta herbácea, tiene un crecimiento anual y es cultivada ampliamente en todos los continentes, especialmente en regiones pantanosas de clima templado, cálido o húmedo. Es el cereal con mayor distribución mundial, de este existen en el mundo más de dos mil variedades, siendo el más común el arroz blanco. Para su procesamiento se debe hacer la liberación de la envoltura celulósica que es el retiro la cascarilla que envuelve el grano, luego de esto se pasa a un proceso de pulido en donde se retira el germen y queda el grano completamente expuesto obteniendo así arroz blanco. Este se pasa por una máquina moladora la cual lo pulveriza para obtener la harina de arroz.

Esta es rica en almidón que se compone de amilosa y amilopectina, tiene un pequeño aporte de proteínas, y contiene cantidades notables de tiamina o vitamina B1, riboflavina o vitamina B2 y niacina o vitamina B3, así como fósforo y potasio. Gracias a su alto contenido de almidón genera un importante aporte de carbohidratos no estructurales y energía (25,26).

Harina de maíz

La harina de maíz precocida es el polvo fino, que se obtiene a partir de la molienda del grano seco de maíz (*Zea mays*). Hay de dos tipos, el primero es el integrado que presenta un color amarillo, y el segundo caso es la refinada en que presenta color blanco. Está formada fundamentalmente por almidón y zeína, que es un tipo de proteína que se encuentra ampliamente en esta planta. El maíz es una especie de la familia de las gramíneas, presenta un crecimiento anual, es originaria de

américa, la cual fue cultivada por los pueblos indígenas desde hace unos 10.000 años atrás, e introducida en Europa en el siglo XVII. Actualmente es el cereal mayormente producido en el mundo, superando al trigo y al arroz. Este ha sido modificado genéticamente en muchas ocasiones por lo cual existe una gran variedad de semillas con diferentes cualidades.

La molienda se realiza mediante diferentes métodos, el más común es la nixtamalización, que es el proceso mediante el cual se realiza la cocción del maíz con agua y cal, para obtener el nixtamalque, el cual posteriormente es molido y da origen a la harina de maíz. Esta harina es fuente importante de hidratos de carbono, tanto almidón como azúcares, aporta también un alto contenido de fibra y proteína la cual es de especial interés ya que no contiene gluten, pero es deficiente en lisina y triptófano, el contenido de grasa es muy bajo y presenta una particularidad con respecto a otros cereales y es su alto contenido en β -carotenos, los cuales son precursores de la vitamina A y en otros carotenoides como la zeaxantina la cual le aporta el color amarillo que posee (27,28).

Avena en hojuelas

La avena (*Avena sativa*) es un cereal originario de Asia menor, pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, el grano se compone del embrión en menor medida, salvado y endospermo en su mayoría, tiene una cáscara dura que recubre el exterior la cual se debe retirar para que este pueda ser aprovechado ya que esta no es comestible, se le conoce como gluma. Una vez eliminada la gluma, el grano todavía queda protegido por el salvado el cual también debe ser retirado. Posterior a esto, el grano aún debe ser procesado, este requiere un ligero tostado a baja temperatura, con este tratamiento térmico se inactiva las enzimas causantes de la descomposición del grano, le otorga parte de su característico sabor, además, este paso desnaturaliza las proteínas de reserva y las hace menos solubles, el grano tostado se expone al vapor para ablandarlo y por último se prensa con rodillos para aplanarlo obteniendo finalmente avena en hojuelas.

La avena es el cereal con mayor cantidad de grasa vegetal, contiene grasas no saturadas y ácido linoleico, también contiene hidratos de carbono, calcio, cinc,

cobre, fósforo, hierro, magnesio, potasio, sodio; vitaminas B1, B2, B3, B6 y E. contiene también una buena cantidad de fibras. Funciona como sustituto del trigo en los animales que tienen alergia al gluten y su fuente de fibra es de gran ayuda para evitar problemas como estreñimiento, diarrea, gases e incluso vómito en los cánidos (29).

Harina de trigo

Es el polvo fino hecho a partir de la molienda del trigo (*Triticum sp*) que es una planta de crecimiento anual, pertenece a la familia de las gramíneas, ampliamente cultivadas en todo el mundo. La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles. Es uno de los tres granos más producidos en el mundo, junto al maíz y el arroz. El trigo moderno es el resultado de la selección y modificación genética dada durante años para conseguir variedades con alto contenido en gluten y diferentes características de resistencias a plagas o climas. El grano utilizado en la harina, se compone de endospermo o la parte que contiene almidón, el germen o la parte rica en proteínas, grasas o vitaminas y el salvado o la parte con el contenido fibra. Existen tres tipos harina de trigo, la blanca la cual está hecha únicamente de endospermo, la harina de color marrón que es la molienda del grano incluyendo algunos de los gérmenes o salvado, mientras que la molienda del grano entero se conoce como harina integral e incluyendo el salvado, endospermo, y germen. La harina de germen está hecha del endospermo y germen, excluyendo el salvado. El principal hidrato de carbono en la harina de trigo es el almidón, compuesto por cadenas lineales de amilosa. El grano tiene también un contenido significativo de azúcares simples y oligosacáridos solubles. La proporción de fibra (FND) es algo superior a la del maíz, pero está también poco lignificada. El mayor contenido en fibra, unido a un menor contenido en grasa, ácido linoleico y a la ausencia de pigmentos implica un valor nutritivo que, aunque elevado es inferior al del maíz. En contrapartida, altos porcentajes de trigo en el pienso presenta carencias en minerales y vitaminas (29).

Harina de yuca

Es el subproducto que se obtiene del desecho de las raíces de la planta de yuca (*Manihot Esculenta*), es un arbusto perenne de la familia de las euforbiáceas estas

extensamente cultivado en Sudamérica, África y el Pacífico por sus raíces con un contenido de almidones con un alto valor alimentario, es originaria de centro América y es cultivada en la mayor parte de las áreas tropicales y subtropicales del continente americano. También fue introducida con gran éxito en naciones africanas de similares condiciones climatológicas y aunque se estima que las variedades hoy conocidas son efecto de la selección artificial, hay variedades generadas por el aislamiento geográfico de la selva (casabe, que es altamente venenosa) al de los altiplanos (mínimamente venenosa). La presencia de elementos cianogénicos, como por ejemplo la linamarina en la raíz, hace que sea inutilizable y venenosa en algunas variedades. A estas raíces se les remueve la cáscara manual o mecánicamente para después deshidratarlas y molerlas permitiendo así el aprovechamiento de su alto contenido de almidón (30).

FIBRA

Carbohidratos fermentables

Apio

El apio (*Apium graveolens*), es una materia prima de origen vegetal perteneciente al orden de las umbelíferas (aromáticas) y al grupo de las hortalizas, entre sus características morfológicas cuenta con tallos gruesos estriados que forman una gruesa penca de la cual brotan las hojas acñadas. En el apio se destacan las vitaminas C y E, pero el valor de estos nutrientes resulta mínimo con respecto a los valores de las demás hortalizas; lo mismo ocurre con los minerales como el potasio, sodio y calcio, y en cuanto a la fibra, el apio es una fuente discreta. A pesar de que el apio es la hortaliza de menor valor energético después del pepino, y por lo tanto no aporta niveles significativos de energía, posee altos niveles de humedad, vitaminas y minerales por lo cual hace que su consumo sea beneficioso para el organismo. El apio aporta propiedades antioxidantes y diversas funciones biológicas como vasodilatadores, anti carcinogénicos, antiinflamatorios, antibacterianos, inmunoestimulantes, antivirales, etc (27).

Zanahoria

La zanahoria (*Daucus carota*) forma parte de la familia Umbelliferae, está compuesta por hojas las cuales tienen una disposición en roseta, una raíz hipertrofiada en las cuales encontramos variedades en longitud y grosor y por último cuenta con un tallo. La zanahoria es una fuente importante de carbohidratos y fibra, tanto soluble como insoluble, adicionalmente, la mayor ventaja desde el punto de vista nutricional es el contenido en carotenoides que al ser absorbidos por el organismo se transforman en vitamina A, la cual es una sustancia esencial para el correcto funcionamiento del iris y favorece la visión nocturna o con poca presencia de luz. El caroteno más abundante es el b-caroteno, el cual refuerza el sistema inmunitario o defensivo para ayudar a prevenir enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas y degeneración macular senil. Otras vitaminas presentes en cantidades más discretas son la vitamina C y la vitamina B6. También contienen pequeñas cantidades de minerales como hierro, yodo y potasio (27).

Habichuela

La habichuela (*Phaseolus vulgaris*) pertenece al orden de las leguminosas, familia papilionaceae, género *Phaseolus* y especie *vulgaris*; debido a su similitud con el frijol común incluyendo su comportamiento agronómico, se le denomina frijol verde o judía, estas dos especies se diferencian por la textura de la vaina, la cual es pulposa por no formar fibra, lo que evita que se abra, favoreciendo su consumo en verde. Las habichuelas son una rica fuente de vitamina C, vitamina K, vitamina A y riboflavina (vitamina B12). La vitamina C, la cual es un antioxidante soluble en el agua, y Vitamina A, la cual es soluble en grasa, trabajan conjuntamente para evitar la producción del colesterol nocivo para la salud. La vitamina K activa la osteocalcin, que es una proteína que fija las moléculas de calcio dentro de los huesos. Por ello, es de gran importancia consumir los valores adecuados de vitamina K para mantener regulados los niveles de osteocalcina y así evitar la desmineralización de los huesos. Las habichuelas son también una fuente de cobre, este mineral es necesario para la producción de lysyl oxidase, una enzima que trabaja para mantener la elasticidad de los vasos sanguíneos, los huesos y las articulaciones (31).

Espinaca

La espinaca se encuadra dentro de la familia de las *Chenopodiaceae*, al igual que la acelga y la remolacha, y la especie se denomina *Spinacia oleracea L.*

La espinaca se compone de una raíz poco ramificada y de desarrollo radicular superficial que se hunde verticalmente en la tierra, como una prolongación del tallo, el cual es erecto en el que se sitúan las flores, y por último tenemos las hojas un poco alternas y que cuentan con un pedúnculo por medio del cual se unen directamente al tallo, son de forma y consistencia muy variables, acorde a la gama.

La espinaca, aporta una gran cantidad de vitaminas y minerales dentro de los que encontramos, folatos, vitamina C, vitamina A y en menor proporción, vitaminas E, B6 y riboflavina. También aporta b-carotenos, compuestos que como es bien sabido, se transforman en vitamina A, y también cumplen el papel de antioxidantes y estimuladoras del sistema inmune.

La luteína y la zeaxantina también son sustancias que podemos obtener a partir de la espinaca, las cuales se encuentran en el cristalino y la retina humanas. Además, aportan un valor significativo de fibra (soluble e insoluble) (27).

Acelga

La acelga es una planta herbácea bianual, de la familia de las quenopodiáceas, especie *Beta vulgaris L. var. cycla*. Con un sistema radicular profundo y hojas grandes color verde brillante de forma oval acorazonada, siendo la parte comestible de esta planta.

La acelga, es una gran fuente de vitaminas (folatos, vitamina C, vitamina A, niacina), y minerales (yodo, hierro y magnesio), pero con un aporte calórico muy bajo, por lo cual es muy recomendada en dietas de control de peso, además de que tiene un efecto saciante. La acelga es una fuente importante de fibra soluble que favorece el tránsito intestinal y previene el estreñimiento, aporta luteína y caroteno sin actividad provitamínica A, que ayuda a disminuir la formación de cataratas en la edad avanzada, y debido a que también brinda niveles

significativos de calcio, se recomienda ser consumida con regularidad dentro de la dieta (27).

LÍPIDOS

Aceite de canola

El aceite de colza se obtiene de dos especies vegetales, *Brassica napus* y *Brassica rapa*, agrupadas bajo el nombre común de «colza». El aceite de colza es un aceite insaturado, está compuesto principalmente por ácido erúrico. el cual según algunos estudios realizados en animales que consumieron este aceite hecho de semillas convencionales no modificadas, indicaron que la presencia del de este ácido afecta el tejido del corazón provocando lesiones en el miocardio. Debido a esto y por su alto contenido de ácidos grasos insaturados, fitogenetistas canadienses desarrollaron una variedad de colza, cuyas semillas se caracterizan por su baja concentración de ácido erúrico. Esta variedad de semillas de colza fue registrada por la AEOCO, con el nombre de "CANOLA" donde el triglicérido mayoritario es el oleico-linoleico-oleico, tiene la particularidad de contener una proporción significativa de brassicasterol, que casi no aparece en los otros aceites comunes, el contenido vitamínico, cabe destacar la presencia de vitamina E y como en el resto de los aceites vegetales, el aceite de colza no contiene minerales (27,32).

FUENTES PROTEICAS DE ORIGEN ANIMAL

VÍSCERAS

Hígado

El hígado es una de las vísceras más grandes del organismo, es un órgano glandular, tiene una forma irregular y un color rojo oscuro. Por su elevado contenido en hierro, su inclusión con una determinada frecuencia en la dieta puede ser una buena herramienta para la prevención de la aparición de anemias ferropénicas.

El hígado tiene de forma general, más agua, menos grasa (alrededor de un 5%) pero mucho más colesterol, por lo que se recomienda restringir su consumo si se

van a incluir en dietas hipercolesterolémicos. El hígado aporta un gran contenido de proteínas, minerales como el hierro, zinc, cobre, potasio, fósforo y selenio, también aporta vitaminas entre las que encontramos vitamina A y D, y en menor proporción B6 y E. Adicionalmente, el hígado es la fuente más importante vitamina B12. A diferencia de las carnes, en el hígado encontramos bajas cantidades de carbohidratos, aunque estos no tienen significación cuantitativa.

Si bien, el hígado es una de las carnes más nutritivas, encontramos ciertas diferencias entre especies, por ejemplo, el hígado de pollo, con respecto al hígado de res tiene un aporte mayor tanto de proteínas como de grasa, y por cada 100 g de hígado de pollo encontramos 700 mg. de colesterol y por cada 100 g de hígado de res encontramos 440 mg de colesterol (27).

CARNES

Carne de res

La carne es un elemento esencial en la dieta, ya que proporciona una gran cantidad de nutrientes principalmente proteína, que proviene del tejido muscular, La proteína es de alto valor biológico (alrededor de un 40% de sus aminoácidos son esenciales, es decir, que el organismo no puede sintetizar y por ello deben ser aportados por la dieta). La carne de ternera tiene un contenido en macronutrientes, aportan, entre los minerales, principalmente hierro, además de zinc, ambos de alta biodisponibilidad, magnesio y fósforo. También es una carne en la que destacan las vitaminas del grupo B y es también una fuente importante de lípidos (33).

Morcillo (lagarto)

Parte localizada en la zona final de extremidades es el flexor digital profundo, tanto de las patas delanteras como de las traseras (morcillo trasero y morcillo delantero). Es una carne de aspecto irregular, surcado de nervios, con poca grasa y muy rica en colágeno. Aporta unas 126 kcal por 100 g, Su contenido en grasa no es muy alto, y la proporción en ácidos grasos saturados y mono insaturados es similar. El contenido de proteína es elevado y estas es de alto valor biológico.

Su aporte de hierro es alto, similar al de las otras zonas de la canal, pero destaca su contenido en zinc es superior al del resto de piezas (33).

Falda

Zona que se localiza en la parte inferior del abdomen es el músculo oblicuo abdominal, extensible desde las últimas costillas hasta las extremidades posteriores. Es una pieza grande con forma rectangular y aplanada. La mayor parte de esta pieza contiene infiltraciones de grasa, es una pieza con un elevado contenido en grasa, con respecto a otras piezas y por ello su valor energético es también superior, aportando unas 230 kcal por 100 g de porción. Contiene un 17,2 % de lípidos y como las demás zonas de carne de vacuno, su grasa es tanto de tipo saturada y mono insaturada en proporciones similares. Igualmente, al contener un porcentaje graso mayor que el resto de zonas de la canal, también contiene una mayor concentración de ácidos grasos tipo trans. En cuanto al contenido en proteínas, aunque es buena fuente de estas, se encuentra en proporciones algo inferiores si lo comparamos con otras piezas. El aporte medio de hierro y zinc importante ya que aporta un alto porcentaje en comparación a otras piezas (33).

POLLO

Pechuga

La carne de pollo tiene como componente mayoritario, en un 70% aproximadamente, al agua. Le siguen las proteínas con un contenido en aminoácidos esenciales siendo así de alto valor biológico, el pollo se puede considerar una carne magra, sobre todo cuando se consume sin piel donde reside una parte importante de la grasa. La grasa es mayormente mono insaturada constituida principalmente por ácido oleico, seguida de la grasa saturada, representada sobre todo por el ácido palmítico. Encontramos también una cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente en forma de ácido linoleico, estos contenidos son variables dependiendo de la alimentación del ave.

La carne de pollo se distingue de la de vacuno o porcino en que su contenido en colesterol es más elevado, prácticamente el doble., no contiene hidratos de carbono. Con respecto a los micronutrientes el pollo es fuente de minerales, entre ellos hierro y zinc de alta biodisponibilidad, el contenido en fósforo y potasio es importante, se pueden encontrar también pequeñas cantidades de calcio, magnesio y selenio, las principales vitaminas presentes son del grupo B, destacando la tiamina, riboflavina y más ampliamente la niacina, contiene también pequeñas cantidades de ácido fólico (27).

Anexo 2. Comportamiento e importancia de las vitaminas en los caninos

VITAMINAS

Las vitaminas son micronutrientes orgánicos, sin valor energético, pero cumplen funciones muy importantes en la regulación del metabolismo por lo cual, deben ser aportadas por la dieta para mantener la salud, y sus alteraciones pueden verse reflejadas en trastornos dermatológicos, pero en muchas ocasiones es complejo determinar cuál es la vitamina que está carente o cuál es el proceso metabólico que se está afectando debido a las alteraciones nutricionales. La vitamina D y niacina son vitaminas que pueden formarse en cantidades variables en el organismo, la primera se forma en la piel por exposición al sol y la niacina puede obtenerse a partir del triptófano. Lo mismo pasa con las vitaminas K2, B1, B2 y biotina las cuales son sintetizadas por bacterias intestinales. Generalmente, esta síntesis no es suficiente para cubrir las necesidades, por lo que tienen que ser aportadas por la dieta, sin embargo, al ser vitaminas que pueden almacenarse en el organismo si se consumen en exceso, puede generar problemas de toxicidad (34).

Vitamina A

La vitamina A, también conocida como el retinol o Ac retinoico, es una vitamina liposoluble que regula el crecimiento de las células epiteliales, por lo tanto, cuando encontramos una deficiencia, ésta, se ve representada en una queratinización con descamación, presentado zonas alopecicas, dando lugar a lesiones en el epitelio e incrementando la susceptibilidad a contraer infecciones. También favorece la visión, especialmente la nocturna, ya que la vitamina A ayuda a mantener los niveles necesarios de retinal que en conjunto con la proteína opsina forman la rodopsina, ésta última, es un pigmento sensible a la luz que le da al ojo la capacidad de adaptarse a los cambios de intensidad lumínica, por lo tanto una deficiencia de esta vitamina, puede producir en el ojo más sensibilidad a la luz, generando ceguera nocturna. El correcto desarrollo de los huesos y dientes también se encuentran favorecidos por esta vitamina, ya que se relaciona con la división celular favoreciendo la producción de osteoclastos y osteoblastos del cartílago epitelial. Se ha demostrado, por medio de experimentos con animales de

laboratorio, que la vitamina A, favorece la espermatogénesis en machos, y regula en ciclo estral de las hembras.

Tanto en los caninos como en los felinos, esta vitamina debe obtenerse naturalmente por medio de la dieta. Es frecuente que ocurran los mismos signos en animales que reciben un aporte vitamínico exagerado, esto es corriente en dietas con alto contenido de hígado, zanahorias, o suplementos vitamínicos (34).

Vitamina D

La vitamina D es un nutriente que se obtiene en mayor medida a partir de la síntesis en la piel por exposición a los rayos UV, pero también puede ser adquirida a través del consumo de alimentos que aportan este nutriente.

Esta vitamina interviene en el correcto desarrollo y mantenimiento del tejido óseo, ya que tiene como función principal regular los niveles de Ca y P en el organismo permitiendo su absorción en el tracto gastrointestinal, por lo tanto, la deficiencia de éste nutriente causa provoca un deterioro en la mineralización de los huesos lo cual provoca un reblandecimiento de los huesos (osteomalacia) en animales adultos, y deformaciones de los huesos (raquitismo) en animales en crecimiento.

Los perros o gatos, que cuentan con una piel muy pigmentada o pelo largo disminuyen su capacidad para absorber de los rayos UV, y sumando a esto, la mayoría de alimentos naturales contienen bajas cantidades de vitamina D, numerosos alimentos comerciales están enriquecidos con esta vitamina para asegurar la ingesta de los valores adecuados (34).

Vitamina E

Se conforma de un grupo de compuestos químicos llamados tocoferoles y tocotrienoles, el α -tocofenol es la forma más activa de la vitamina E, existen varias formas sintéticas de esta que son usadas para suplementar los concentrados comerciales, esta se encuentra en casi todos los tejidos, su principal función es actuar como un potente antioxidante impidiendo así la oxidación de los lípidos, la vitamina y los aminoácidos, está presente en alimentos de origen vegetal y sus niveles aumentan según la cantidad de ácido linoleico (34).

Vitamina C

El ácido ascórbico, es muy afín a los monosacáridos, en los perros es sintetizada a partir de la glucosa, la vitamina C es necesaria para la hidroxilación de la prolina y la lisina aminoácidos esenciales en la formación del colágeno, el cual es el principal constituyente del tejido conjuntivo, osteoide y la dentina, el colágeno es también un componente esencial de la piel. En deficiencia de la vitamina C se genera una enfermedad llamada escorbuto, en donde se presentan degeneraciones óseas, cicatrización deficiente, anemia entre otros problemas. Los perros pueden sintetizar de manera endógena por lo tanto no tiene una necesidad dietaria de esta (24).

Vitamina K

La vitamina K está presente de forma natural en todas las plantas de hojas verdes, pero, dentro del organismo se puede obtener por medio de la síntesis bacteriana intestinal, lo cual permite en gran parte, suplir las necesidades de vitamina K tanto de perros como de gatos, por este motivo el suministro por medio de la dieta, toma importancia cuando hay una degradación de la flora intestinal, como sucede cuando se utiliza una antibioticoterapia por largo tiempo.

Su función principal es la estimulación en los mecanismos de coagulación de la sangre por lo cual es recomendable suplementar con este nutriente cuando existen problemas de anemia, pero más específicamente participa en la síntesis hepática de protrombina, que es una proteína precursora de la trombina en los procesos de coagulación de la sangre (34).

Vitamina B1

Esta vitamina, también denominada tiamina cumple un papel muy importante en el metabolismo de carbohidratos, para la obtención de energía y su conversión en lípidos, debido a esto, los requerimientos de esta vitamina, dependen de los niveles de carbohidratos presentes en la dieta.

Una deficiencia de vitamina B1 se puede manifestar en alteraciones del sistema nervioso central, pues éste, depende esencialmente de los carbohidratos para

poder adquirir energía. Esta vitamina, se encuentra fácilmente en la mayoría de los alimentos, sin embargo, es un nutriente que se pierde cuando es expuesto a altas temperaturas, debido a esto, los alimentos comerciales para animales de compañía, son enriquecidos con valores excesivos de vitamina B1 antes de ser procesados, esperando que el producto resultante tenga los valores necesarios para suplir sus necesidades. La deficiencia natural de este nutriente es muy poco frecuente en perros y gatos, sin embargo, puede ocurrir por presencia de compuestos que bloquean la absorción de vitamina B1 (34).

Vitamina B2

La vitamina B2, también conocida con riboflavina actúa en el organismo, formando parte de flavin mononucleótido y flavin adenina dinucleótido, dos coenzimas necesarias para los sistemas enzimáticos oxidativos que favorecen la liberación de energía por medio de los carbohidratos, proteínas y lípidos. Esta vitamina también puede ser sintetizada por medio de la flora bacteriana en el intestino, sin embargo, la cantidad varía según la especie animal y los niveles de carbohidratos suministrados en la dieta (34).

Vitamina B3

La Vitamina B3 o Niacina, se relaciona con la vitamina B2 (riboflavina) en los sistemas enzimáticos de oxidación celular, incorporándose a dos coenzimas esenciales para el transporte de hidrogeno en diferentes vías enzimáticas para favorecer la absorción y utilización de lípidos, carbohidratos y proteínas. Aunque podemos encontrar esta vitamina en diversos alimentos, muchos vegetales aportan la niacina de forma conjugada lo cual impide su absorción en el organismo, sin embargo la niacina aportada por los productos de origen animal se encuentra de forma no conjugada, facilitando su disponibilidad.

En perros, este nutriente puede ser sintetizado como resultado del metabolismo de triptófano, por lo cual su demanda de vitamina B3 también dependerá de la cantidad de triptófano aportado en la dieta (34).

Vitamina B6

La vitamina B6 o piridoxina está formada por tres compuestos diferentes (Piridoxina, piridoxal y piridoxamina) que cumplen diversas funciones, entre ellas, participar en el metabolismo de aminoácidos, estimular la síntesis de hemoglobina y la conversión de triptófano en niacina. La piridoxina, es aportada principalmente por las proteínas, por lo que sus demandas dependen del consumo de las mismas en la dieta. No se han descrito deficiencias de este nutriente en perros y gatos, ya que pueden obtenerla en cantidades adecuadas, por medio de diferentes alimentos (34).

Vitamina B12

La vitamina B12 también descrita como cobalamina es la única vitamina que contiene un oligoelemento como el cobalto. Este nutriente, participa en la síntesis de carbohidratos y lípidos, y es esencial para la formación de mielina, una sustancia encargada de envolver y proteger ciertas células nerviosas esenciales para permitir el impulso nervioso. Por lo cual una deficiencia de esta vitamina se ve reflejada en un deterioro del funcionamiento neurológico.

En el intestino de la mayoría de los animales se produce una proteína llamada factor intrínseco, la cual favorece la absorción de vitamina B12 en el organismo, por lo que la deficiencia de este factor disminuye los niveles de este nutriente, sin embargo, no se ha demostrado la presencia de este factor en perros y gatos; se sospecha que en ellos la absorción de esta vitamina se facilita por otro mecanismo similar.

La cobalamina únicamente puede ser adquirida a partir de los alimentos de origen animal y se destaca con respecto a las otras vitaminas en que, al ser ingerida por la dieta, los animales pueden almacenar los excesos, por lo que no es tan común encontrar una deficiencia (24).

Anexo 3. Factores antinutricionales presentes en algunas de las materias primas seleccionadas para la formulación de la dieta BARF

Yuca

La intoxicación con este tubérculo puede darse debido a que toda la planta contiene glucósidos tóxicos, principalmente linamarina, que al ser ingeridos son degradados por linamarasas lo cual genera transformaciones químicas que originan cianuro y acetona las cuales pueden llegar al torrente sanguíneo originando una intoxicación que puede causar neuropatías. Estos glucósidos son altamente volátiles por tanto en el proceso de descascarado y rayado de la yuca para procesarla a harina estos se volatilizan y se pierde el riesgo de generar una intoxicación. No se ha reportado ninguna reacción adversa al ser consumida por caninos (30).

Harinas

Es importante mencionar la importancia del correcto manejo de los diferentes productos en harina, debido a que su inadecuado almacenamiento puede permitir la contaminación de estos con micotoxinas. Estas pueden ser producidas antes o después de la cosecha, durante el almacenaje, transporte, procesamiento o en el momento de ser utilizados en alimentación. Son metabolitos secundarios de hongos, producidos en la etapa final del crecimiento exponencial de una colonia fúngica. Estas pueden causar diferentes efectos tóxicos en los animales, llamado micotoxicosis, que van desde la supresión inmune o efectos neurotóxicos, a la muerte en casos severos. Con un adecuado manejo durante todo el proceso productivo de estas materias primas susceptibles, se puede evitar su contaminación (41).

Habichuela

De las principales sustancias químicas que interfieren con el aprovechamiento de los nutrientes del frijol destacan los inhibidores de tripsina, los taninos, las lectinas y el ácido fítico.

La mayoría de las leguminosas son alimentos que contienen inhibidores de tripsina que son elementos considerados como inhibidores proteolíticos que pueden ocasionar trastornos del crecimiento e hipertrofia pancreática. Diversos mecanismos biológicos alteran la correcta absorción del yodo a la glándula tiroides debido al consumo de inhibidores de tripsina e interfieren en la síntesis de la tirosina, aumentando la secreción de tirotrófina, y teniendo como consecuencia la hiperplasia de la glándula tiroides. La inhibición de la tripsina exige al páncreas una mayor producción de la misma, generando hiperplasia glandular.

Algunas leguminosas como la habichuela, también aportan taninos los cuales no son beneficiosos por dos razones, disminuyen la digestibilidad de proteínas y al igual que el ácido fítico, limitan la biodisponibilidad de ciertos minerales dentro de los que encontramos el hierro y el zinc. Se ha comprobado que las lectinas son proteínas que ocasionan hiperplasia pancreática en ratas, produciendo ulceración y necrosis en el intestino.

Se han encontrado otras sustancias consideradas antinutricionales en la habichuela como lo son la rafinosa, estaquiosa y verbascosa, éstos son oligosacáridos que no son hidrolizados en la primera etapa de la digestión, provocando una fermentación (en ácidos grasos de cadena corta) produciendo gas en colon, lo cual genera problemas de flatulencias (25).

Acelga

Las plantas verdes en crecimiento acumulan nitratos principalmente en las hojas y los tallos, estos nitratos son compuestos considerados tóxicos para el organismo, ya que también los encontramos en el agua, y encontrarse tan elevada es capaz de provocar gastroenteritis en algunas especies animales. Los nitratos se pueden formar en nitritos en la planta o en el tracto digestivo de los animales, causando un grave cuadro de insuficiencia respiratoria, y otros síntomas que se pueden agudizar sin el tratamiento adecuado. El nitrito se une a la hemoglobina formando metahemoglobina, impidiendo el transporte de oxígeno a los tejidos

En las hortalizas de hoja, como lechuga (*Lactuca sativa*), acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) y espinaca (*Spinacea oleracea* L) encontramos aportes de nitrato (NO₃) para alimentación humana (26,35).

9. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos la paciencia, perseverancia y fortaleza para realizar esta meta, a nuestra tutora Luz Andrea Guevara Garay, por impulsarnos, acompañarnos y guiarnos en este proceso y sobre todo por su dedicación. A nuestros padres por sus esfuerzos que nos permitieron estar aquí hoy, a Cristian, Santiago y Sebastián por su apoyo incondicional, y finalmente a Gorda, Luna, Chula, Niña, Cookie y Sally por inspirarnos.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Sean M. Murray P, Gregory D. Sunvold P. El rompecabezas de los carbohidratos: ¿Qué contienen para mi perro? In: Presented at the Iams Breeder' Symposium. Lewisburg, Ohio USA; 2003.
2. Linda P. Case, Daniel P. Carey DA HIRAKAWA. Nutrición canina y felina: guía para profesionales de los animales de compañía. 2001. 597 p.
3. Pond WG, Church DC, Pond KR. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México: Editorial Limusa S.A de C.V.; 2007.
4. National Research Council. Nutrient requirements of dogs and cats. Washington D.C.; 2006. 377 p.
5. Domínguez MSG, Bernal L. Diagnosis and management of obesity in dogs : a review. Univ CES. 2011;6(2):91–102.
6. Laflamme DP. Nutrition for aging cats and dogs and the importance of body condition. Vet Clin North Am - Small Anim Pract. 2005;35(3):713–42.
7. Alfonso Court. Diabetes mellitus en caninos y felinos. Monogr Med Vet. 11:2.
8. Schlesinger DP, Joffe DJ. Raw food diets in companion animals: A critical review. Can Vet J. 2011;52(1):50–4.
9. Mr. Barf. Que es BARF? [Internet]. 2017. Available from: http://mrbarf.com/files/Mr_Barf.pdf
10. Perro Positivo. Guía de Dieta BARF / ACBA para Principiantes [Internet]. 2017. Available from: <https://www.perropositivo.com/guia-dieta-barf-acba-para-principiantes/>
11. Ancestral. Una dieta B.A.R.F avanzada [Internet]. 2017. Available from: <https://www.productosancestral.co/producto>

12. Lobo park. La dieta del lobo y el perro [Internet]. 2014. Available from: <http://w.lobopark.com/ES/>
13. Billingham I. give your dog a bone. Warringal publishing; 1993. 385 p.
14. De Oliveira Borges Saad FM, França J. Alimentação natural para cães e gatos. Rev Bras Zootec. 2010;39:52–9.
15. Lankhorst C, Tran QD, Havenaar R, Hendriks WH, van der Poel AFB. The effect of extrusion on the nutritional value of canine diets as assessed by in vitro indicators. Anim Feed Sci Technol. 2007;138:285–97.
16. Stefanie Handl PD. Tendencia “BARF” – ventajas, inconvenientes y riesgos. Vet focsu. 2014;Vol 24 n°3:20.
17. Gómez L, Atehortua CG, Orozco S. La influencia de las mascotas en la vida humana. Rev colombiana ciencias Pecu. 2007;20:377–86.
18. Acosta A, Loponte D, Esonda CG. Primer registro de perro doméstico prehispánico (*Canis familiaris*) entre los grupos cazadores recolectores del humedal de Paraná inferior (argentina). Antípoda. 2011;(13):175–99.
19. Luis Miguel Gómez. Introducción a la Nutrición de Caninos y Felinos. Journa Agric Anim Sci. 2013;2(2):52–67.
20. Galen Rokey. Tecnología de la extrusión e implicaciones nutricionales. Wenger Manuf Inc. 2014;16.
21. A. Pane Ripoll. El proceso de extrusión en cereales y habas de soja. IX Curso Espec FEDNA. 1993;1–7.
22. Getty RG, Daniels JSS. Anatomía de los animales domésticos. - 5a Ed. España : Elsevier España S.L.; 1982. 688 p.
23. Freeman LM. Raw meat diets, are they worth the risk ? Decipheing fact from Fict. 2012;(1):1–4.
24. Freeman LM, Chandler ML, Hamper BA, Weeth LP. Current knowledge

- about the risks and benefits of raw meat-based diets for dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc.* 2013;243(11):1549–58.
25. Ulloa JA, Ulloa PR, Ramírez JC, Ulloa BE. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. 2011;(8):5–9.
 26. Carriquiri R. Intoxicación por Nitratos y Nitritos. *Bienestar y salud Animal.* 2011;44–5.
 27. FEN. Fundación española de la nutrición [Internet]. 20110. Available from: <http://www.fen.org.es/>
 28. González, F. Avila, M. Gil Y, Velasco D. Proceso de fabricación de la harina precocida de maíz. José Antonio Páez; 2016.
 29. FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal [Internet]. 2016. Available from: <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>
 30. Susana Montoya Henao. Obtención de almidón nativo y sus aplicaciones. *Obtención de almidón nativo y sus aplicaciones.* Universidad del valle; 2017.
 31. Troxler S, Reardon JW. *North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services.* 2010;(919):4.
 32. María Isabel Giacomini de Zambrano. El aceite canola y sus efectos en la salud *Canola oil and health effects.* 2012;25(5):94–9.
 33. Gaspar TV, Moreno S del P de la CER, Torres JMÁ, Moreiras GV. *Guía nutricional de la carne.* Fedecarne; 2014.
 34. Linda P. case, Daniel P. carey DA hirakaw. *Nutrición canina y felina Manual para profesionales.* Harcourt brace; 2008. 411 p.
 35. Andrés Nicolás Berreta Blanco. Niveles de nitrato en hortalizas de hoja en Uruguay: valores típicos, rangos de variación y evaluación de metodologías de determinación. *Universidad de la República facultad de*

- agronomía; 2011.
36. Yeferson Stevens Clavijo Varón. Desnaturalización de proteínas. Universidad distrital Francisco José de Caldas; 2014.
 37. O.Cortadellas, M. Fernández. Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad renal crónica (ERC) en el perro y el gato. AVEPA. 2012;32:10.
 38. Llanea L, Rico M, Iglesias J. Hábitos alimenticios del lobo ibérico en el antiguo parque nacional de la montaña de Covadonga. Galemys. 2000;12:10.
 39. Carbyn L, Paquet PC. Gray Wolf. Researchgate. 2003;30.
 40. Jeusette I, Romano V. Nutrición del Cachorro. Res reports. 2015;5:6.
 41. AFNSE. Recomendaciones para la prevención, el control y la vigilancia de las micotoxinas en las fábricas de harinas y sémolas. Ministerio Agricultura español. 2015;118