



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

Índice:

1. Resumen/Abstract	1
2. Introducción	2
2.1 Particularidades de la fisiología digestiva de perros y gatos	2
2.2. Requerimientos nutricionales de perros y gatos	3
2.2.1. Requerimientos en energía	4
a. Definiciones	4
b. Alometría	6
2.2.2. Requerimientos en proteína y aminoácidos	8
2.2.3. Requerimientos en grasa	10
2.2.4. Requerimientos en minerales	12
2.2.5. Requerimientos en vitaminas	12
2.3. Comportamiento alimentario de perros y gatos	14
2.4. Situación actual de los piensos vegetales para perros y gatos en el mercado	16
2.5. Efectos de las dietas libres de ingredientes de origen animal sobre la salud de perros y gatos	18
2.5.1. Efecto en el pH urinario	18
2.5.2. Efecto en la serie roja	19
2.6. Calidad proteica de los concentrados vegetales y factores antinutricionales	19
2.7. Efecto de la palatabilidad sobre la ingestión	20
3. Justificación y objetivos	20
4. Materiales y métodos	21
5. Resultados	24
6. Discusión	25
7. Conclusiones/Conclusions	26
8. Valoración personal	26
9. Bibliografía	28

Índice de tablas:

Tabla 1. Nutrientes esenciales para perros y gatos	5
Tabla 2. Requerimientos de energía metabolizable (EM) en perros de distintas edades	6
Tabla 3. Requerimientos de energía metabolizable (EM) en perros en relación a su actividad	7
Tabla 4. Requerimientos de energía metabolizable (EM) para gatos adultos	7
Tabla 5. Niveles de proteína y aminoácidos recomendados para perros y gatos	9
Tabla 6. Niveles de grasa y ácidos grasos recomendados para perros y gatos	12
Tabla 7. Nivel de minerales recomendados para perros y gatos	13
Tabla 8. Nivel de vitaminas recomendado para perros y gatos	14
Tabla 9. Requerimientos nutricionales de perros y gatos	22
Tabla 10. Ingredientes para la formulación y su composición analítica	23
Tabla 11. Ingredientes seleccionados para las formulaciones	24
Tabla 12. Composición analítica de las fórmulas obtenidas para perros y gatos	24

1. Resumen

En los últimos años, el mercado de alimentos para mascotas está experimentando una gran expansión en cuanto a la variedad de productos que se ofertan, lo cual está relacionado con las tendencias y valores actuales de la sociedad. Hoy en día, en las tiendas de alimentación para mascotas se pueden encontrar alimentos completos sin ingredientes de origen animal, los cuales pueden suponer una buena opción para aquellas personas vegetarianas y veganas que tienen mascotas en sus hogares, y que pueden experimentar un dilema moral cuando se enfrentan a alimentar con productos de origen animal a sus perros y gatos. Uno de los mayores inconvenientes al que se enfrentan este tipo de propietarios es la duda de si este tipo de alimento es verdaderamente completo para sus mascotas, o por el contrario, su bienestar pueda comprometerse. Para intentar responder a ello, en el presente trabajo se hace un resumen de la fisiología, requerimientos nutricionales y comportamiento alimentario de perros y gatos, y también sobre los efectos en la salud que estas dietas pueden conllevar. También se dan unas breves pinceladas acerca de la calidad proteica, factores antinutricionales y efectos en la ingestión por la palatabilidad de este tipo de productos. A continuación se formularon dietas desprovistas de ingredientes de origen animal utilizando el programa Winfeed 2.8. Con este trabajo se confirma que es posible formular dietas completas desprovistas de ingredientes de origen animal para perros, cumpliendo con todos los requerimientos nutricionales de estos animales. Sin embargo, esto no ha sido así en el caso de la formulación del pienso para gatos, el cual no ha cumplido con los requerimientos de ácido araquidónico.

1. Abstract

In recent years, the pet food market is experiencing a great expansion in terms of the variety of foods on offer, which is related to current trends and values of society. Nowadays, in pet food stores it is possible to find complete foods without ingredients of animal origin, which can be a good option for those vegetarians and vegans who have pets in their homes, and who may experience a moral dilemma feeding their dogs and cats with animal products. One of the biggest problems faced by this type of owner is the question of whether this type of food is truly complete for their pets, or on the contrary, their well-being may be compromised. To respond to this, a summary is made of the physiology, nutritional requirements, eating behaviors, health effects that these diets can involve and some brief contents about protein quality, anti-nutritional factors and effects on ingestion due to the palatability of this type of products. The diets without animal origin ingredients were formulated using the Winfeed 2.8 program. This work confirms that it is possible to formulate complete diets free of ingredients of animal origin for dogs, meeting all the nutritional requirements of these animals. This

has not been the case in the feed formulation for cats, which has not met the requirements of arachidonic acid.

2. Introducción

2.1 Particularidades de la fisiología digestiva de perros y gatos

Tanto el gato doméstico (*Felis catus*) como el perro doméstico (*Canis familiaris*) pertenecen al orden de los carnívoros. Sus ancestros subsistían principal o totalmente de animales de presa capturados. En consecuencia, tienen una variedad de adaptaciones evolutivas diseñadas para facilitar la captura, aprehensión, masticación, digestión y absorción de tejidos animales. Estas adaptaciones incluyen sentidos diseñados para detectar animales de presa, un sistema musculoesquelético diseñado para facilitar su captura, dientes caninos para ayudar con la aprehensión, coronas dentales diseñadas para cortar y rebanar (en lugar de triturar materiales vegetales, que son la alimentación predominante en los herbívoros) y tractos intestinales que son más cortos y tienen enzimas digestivas y flora intestinal diferentes de las de los herbívoros, que requieren tiempos de procesamiento y digestión relativamente prolongados (Knight y Leitsberger, 2016).

Según el National Research Council (NRC, 2006), existe una estrecha relación entre las características intestinales, la dieta feral natural y los requerimientos nutricionales.

La domesticación del perro se remonta a hace unos 33.000 años. Estos perros ancestrales dependían parcialmente de los restos de comida humana. En consecuencia, las adaptaciones conductuales y fisiológicas a una dieta más variada, incluidos los alimentos de origen vegetal, fueron necesarias para permitir que los perros ancestrales prosperasen y lograsen el éxito evolutivo. En comparación con los lobos carnívoros, los perros omnívoros han desarrollado una capacidad superior para metabolizar los carbohidratos y subsistir con una dieta baja en proteínas. Las adaptaciones bioquímicas que facilitan esto incluyen una mayor expresión génica de la amilasa pancreática, la capacidad de convertir maltosa en glucosa y una mayor captación intestinal de glucosa. En consecuencia, el perro doméstico es biológicamente omnívoro (Knight y Leitsberger, 2016). Más aún, aunque el perro es anatómicamente un carnívoro, metabólicamente tiene varias características de un omnívoro como la conversión del caroteno en vitamina A, el triptófano en niacina, la cisteína en taurina, y el linoleato en ácido araquidónico, entre otros (NRC, 2006).

El gato, por otro lado, fue domesticado hace aproximadamente 10.000 años. Éstos, además de ser utilizados como compañeros, se utilizaron para cazar animales considerados plagas. Incluso hoy en día, los gatos domésticos son bien conocidos por su predilección, en muchos casos, por seguir cazando

animales salvajes. En consecuencia, las presiones de selección sobre los gatos para adaptarse a los restos de comida humana mezclados pueden haber sido menores que las aplicadas a los perros, y se produjeron durante un período de tiempo significativamente más corto. Como era de esperar, por lo tanto, los gatos generalmente carecen de las adaptaciones genéticas, bioquímicas y de comportamiento que permiten a los perros prosperar con una dieta omnívora y, de hecho, los gatos domesticados seleccionan un perfil de macronutrientes similar a la dieta de gatos salvajes (Knight y Leitsberger, 2016).

Por tanto, aunque el perro y el gato son predominantemente carnívoros, el gato es un carnívoro estricto, en tanto que el perro es más adaptable y puede considerarse omnívoro (McDonald et al., 2013). Ello se traduce en diferentes requerimientos nutricionales para perros y gatos (NRC, 2006).

Perros y gatos tienen un tracto digestivo similar, a excepción de su longitud, siendo un 30% más largo el de los perros que el de los gatos (NRC, 2006; Elices, 2010). La longitud de los intestinos es un factor que afecta al tiempo de permanencia del alimento en el tracto digestivo, y esto a su vez marca la duración de la digestión (NRC, 2006) y la eficiencia de utilización de los diferentes tipos de alimentos (Elices, 2010). La digestión en perros y gatos es más importante en el estómago y el intestino delgado, ya que tienen un intestino grueso corto (McDonald et al., 2013). La superficie de absorción intestinal por centímetro cuadrado es similar en ambas especies (NRC, 2006).

El papel principal del intestino grueso de los perros y gatos es la absorción de agua y electrolitos, además de servir de lugar para la fermentación microbiana de los nutrientes que no han sido digeridos en el intestino delgado. El tiempo de permanencia de alimento no digerido en el intestino grueso de perros y gatos es de 12 horas, aproximadamente (NRC, 2006).

Factores dependientes del animal, como la raza, edad, sexo, nivel de actividad y fase fisiológica, deben ser tenidos en cuenta a la hora de evaluar la digestibilidad (NRC, 2006).

2.2. Requerimientos nutricionales de perros y gatos

Se entiende como nutriente a todo componente de los alimentos susceptible de ser digerido y utilizado para aportar energía, formar estructuras y regular el metabolismo durante las funciones de mantenimiento, crecimiento o reproducción del organismo (McDonald et al., 2013). Según The European Pet Food Industry (FEDIAF, 2021), se entiende por alimento completo el que, por su composición, es suficiente para una ración diaria. Por otro lado, un alimento complementario es aquél que tiene un elevado contenido en ciertas sustancias, pero que debido a su composición es suficiente para la ración diaria sólo si se usa en combinación con otros alimentos (FEDIAF, 2021).

Los perros y los gatos tienen necesidades nutricionales específicas que varían según la etapa de la vida, la salud y el nivel de actividad. Hay cinco nutrientes clave: proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas (Tabla 1). En cuanto a los hidratos de carbono, y como se comentará más detenidamente en el siguiente apartado, ni los perros ni los gatos tienen unas necesidades específicas de carbohidratos, pero se recomienda que haya un mínimo en la ración para hacer frente a la demanda de glucosa del organismo (Elices, 2010).

2.2.1. Requerimientos en energía

Todos los animales necesitan la energía contenida en los alimentos como combustible para los procesos que tienen lugar en el organismo durante el mantenimiento, crecimiento, reproducción, lactación y ejercicio, y en esas acciones para el correcto funcionamiento de la bomba de sodio/potasio, la síntesis molecular y la activación de proteínas contráctiles, principalmente. Sin embargo, la energía contenida en los alimentos no es utilizada en su totalidad por el organismo. La energía de por sí no es un nutriente pero viene dada por los tres nutrientes mayoritarios que son la grasa, la proteína y los hidratos de carbono. Respecto a los hidratos de carbono, es importante aclarar que tanto los perros como los gatos no tienen unas necesidades específicas de carbohidratos, aunque se recomienda un mínimo de 50 a 62,5 g por 1000 kcal de energía metabolizable (EM) para hacer frente a la demanda de glucosa del organismo (Elices, 2010).

a. Definiciones:

Energía bruta (EB): La energía bruta es la energía total resultante de la combustión completa de un alimento en un calorímetro (McDonald et al., 2013). Representa la energía potencial del alimento. Su valor se obtiene por la combustión completa en presencia de oxígeno. No es posible utilizarla al 100% por las pérdidas que se producen en el organismo (Elices, 2010).

Energía digestible (ED): La energía digestible es la energía bruta del alimento menos la energía que se pierde en las heces (McDonald et al., 2013). Representa la fracción de la EB que es digerida y absorbida para ser utilizada (Elices, 2010).

Energía metabolizable (EM): La energía metabolizable es la energía digestible menos la energía perdida en la orina y los gases combustibles (McDonald et al., 2013).

Incremento térmico (IT): Son las pérdidas de calor que se producen por la aprehensión, masticación y deglución de los alimentos, y por el metabolismo de los nutrientes que aportan.

Tabla 1. Nutrientes esenciales para perros y gatos (FEDIAF, 2021)

Nutrientes principales	Proteínas	Grasas	
Ácidos grasos	Ácido linoléico	Ácido araquidónico (gatos)	Ácido alfa-linolénico
	Ácido eicosapentanoico (EPA)	Ácido docosahexaenoico (DHA)	
Aminoácidos	Arginina	Histidina	Isoleucina
	Cistina	Tirosina	Lisina
	Fenilalanina	Treonina	Triptófano
	Leucina	Metionina	Valina
Minerales	Calcio	Fósforo	Potasio
	Sodio	Cobre	Hierro
	Cloro	Magnesio	Yodo
	Manganeso	Zinc	Selenio
Vitaminas	Vitamina A	Vitamina D	Vitamina E
	Vitamina B1 (Tiamina)	Vitamina B2 (Riboflavina)	Vitamina B5 (Ácido pantoténico)
	Vitamina B3 (Niacina)	Vitamina B6 (Piridoxina)	Vitamina B7 (Biotina)
	Vitamina B12 (Cianocobalamina)	Vitamina B9 (Ácido fólico)	Vitamina K
Sustancias similares a las vitaminas	Taurina (gatos)	Colina	

Energía neta (EN): Es la energía que emplea directamente la célula una vez descontada a la EM el IT (Elices, 2010).

Metabolismo basal (MB): es la cantidad mínima de energía que necesita cada día un animal en reposo, sin ingestión de alimento y en condiciones de termoneutralidad (Elices, 2010).

Necesidades en energía metabolizable para el mantenimiento (NEM): Representan la energía necesaria para situar al organismo en balance energético cero, incluyendo el metabolismo basal, la actividad normal y la termorregulación (Elices, 2010).

b. Alometría:

La determinación de las necesidades energéticas en animales de diferentes tamaños y formas tiene en cuenta el concepto de alometría.

Las necesidades energéticas varían considerablemente entre perros y gatos individuales, incluso entre animales mantenidos en las mismas condiciones. Esta amplia variación entre animales individuales puede ser consecuencia de las diferencias de edad, raza, tamaño corporal, condición corporal, características de aislamiento de la piel y el pelo, temperamento, estado de salud o actividad. También puede deberse a factores ambientales, como la temperatura ambiente y las condiciones de alojamiento (NRC, 2006).

Los requerimientos energéticos diarios se calculan en función del peso metabólico de los animales, que equivale a $\text{kg}^{0,75}$ en el caso de los perros, y a $\text{kg}^{0,67}$ en los gatos.

En las Tablas 2, 3 y 4 se indican las necesidades energéticas de perros y gatos en relación a su edad, actividad y peso según FEDIAF (2021).

Tabla 2. Requerimientos de energía metabolizable (EM) en perros de distintas edades (FEDIAF, 2021).

Edad (en años)	kcal EM/kg ^{0,75}	kJ EM/kg ^{0,75}
1-2	130 (125-140)	550 (523-585)
3-7	110 (95-130)	460 (398-545)
>7 (perros mayores)	95 (80-120)	398 (335-500)

Tabla 3. Requerimientos de energía metabolizable (EM) en perros en relación a su actividad (FEDIAF, 2021).

Nivel de actividad	kcal EM/kg ^{0,75}	KJ EM/kg ^{0,75}
Baja (<1h al día)	95	398
Moderada (1-3h al día, actividad de bajo impacto)	110	460
Moderada (1-3h al día, actividad de alto impacto)	125	523
Alta (3-6h al día)	150-175	628-732
Alta bajo condiciones extremas	860-1240	3600-5190
Propensos a la obesidad	≤90	≤377
Diferencias específicas por raza		
Gran danés	200 (200-250)	837 (837-1046)
Terranova	105 (80-132)	439 (335-550)

Tabla 4. Requerimientos de energía metabolizable (EM) para gatos adultos (FEDIAF, 2021).

Nivel de actividad	kcal EM/kg ^{0,67}	kcal EM/kg peso vivo (gato de 4 kg)	KJ EM/kg ^{0,67}	KJ EM/kg peso vivo (gato de 4 kg)
Castrados y/o gatos indoor	52-75	35-45	215-314	145-190
Gatos activos	100	60-65	418	250-270

2.2.2. Requerimientos en proteína y aminoácidos

Las proteínas son macromoléculas constituidas por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. Las proteínas son constituyentes estructurales, pero también participan en diversas funciones del organismo como en el transporte de enzimas, hormonas, neurotransmisores, receptores celulares o anticuerpos, y también pueden ser usadas como fuente de energía si se requiere (Elices, 2010).

Los vegetales y la mayoría de los microorganismos sintetizan proteínas a partir de compuestos nitrogenados sencillos, como los nitratos. Sin embargo, los animales no pueden sintetizar el grupo amino, de modo que para formar las proteínas deben recibir un aporte exógeno de los aminoácidos. Algunos aminoácidos pueden obtenerse a partir de otros, mediante el proceso denominado transaminación, pero los esqueletos carbonados de ciertos aminoácidos no pueden sintetizarse en el organismo animal, y son estos aminoácidos los que reciben el nombre de indispensables o esenciales, y sólo pueden obtenerse a partir de la proteína ingerida en el alimento (McDonald et al., 2013). Por ello, es más apropiado hablar de necesidades en aminoácidos, que variarán dependiendo del estado fisiológico del animal (Elices, 2010).

Hay diez aminoácidos esenciales para el perro, y once para el gato: Lisina, Metionina, Arginina, Fenilalanina, Triptófano, Histidina, Leucina, Isoleucina, Valina, Treonina, y por último la Taurina en el gato (Elices, 2010).

Se debe tener en cuenta que los aminoácidos por sí mismos no son suficientes como única fuente de nitrógeno. Por tanto, la proteína de la dieta es la encargada de aportar nitrógeno y aminoácidos esenciales tanto al perro como al gato (NRC, 2006).

Es importante diferenciar los conceptos de proteína bruta y proteína digestible, siendo la primera la proteína total ingerida en la ración, mientras que la segunda hace referencia a la cantidad que no aparece en heces y que por tanto se supone que ha sido absorbida (Elices, 2010).

Los factores que afectan a la digestibilidad de la proteína son la cantidad de materia seca ingerida, la fuente proteica (ya que en general las proteínas animales tienen mayor digestibilidad que las de origen vegetal), la presencia de factores antinutritivos, los tratamientos tecnológicos y el contenido en fibra y su tipo, entre otros (Elices, 2010). La digestibilidad de la proteína también varía con el tamaño, la raza, y edad de los perros (NRC, 2006).

Las cifras de proteína bruta proporcionan una medida del contenido en nitrógeno de los alimentos, pero aportan poca información sobre el valor para los animales. El valor biológico (proporción de la proteína absorbida que es finalmente retenida en un producto-carne, leche, etc.) de las proteínas de los alimentos depende de la cantidad y tipo de aminoácidos existentes en su molécula; esto es, cuanto más se parezca la composición en aminoácidos de la proteína de los alimentos a la de las proteínas de

un producto determinado, mayor será el valor biológico para esa función. En general, las proteínas de origen animal suelen tener valores biológicos mayores que las proteínas de origen vegetal, aunque existen excepciones como la gelatina, que es deficiente en aminoácidos esenciales (McDonald et al., 2013).

Los perros presentan una digestibilidad de las proteínas entre un 5% y un 8 % mayor a la de los gatos. Esto se debe a que el intestino delgado de los gatos es más corto (NRC, 2006).

FEDIAF (2021) establece las necesidades en proteína y aminoácidos para perros y gatos adultos con distintos requerimientos energéticos de mantenimiento (REM) que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Niveles de proteína y aminoácidos recomendados para perros y gatos (g/100g de materia seca) (FEDIAF, 2021).

Nutriente	Perro adulto con REM de 95 kcal/kg ^{0,75}	Perro adulto con REM de 110 kcal/kg ^{0,75}	Gato adulto con REM de 75 kcal/kg ^{0,67}	Gato adulto con REM de 100 kcal/kg ^{0,67}
Proteína	21,00	18,00	33,30	25,00
Arginina	0,60	0,52	1,30	1,00
Histidina	0,27	0,23	0,35	0,26
Isoleucina	0,53	0,46	0,57	0,43
Leucina	0,95	0,82	1,36	1,02
Lisina	0,46	0,42	0,45	0,34
Metionina	0,46	0,40	0,23	0,17
Metionina +cistina	0,88	0,76	0,45	0,34
Fenilalanina	0,63	0,54	0,53	0,40
Fenilalanina + tirosina	1,03	0,89	2,04	1,53
Treonina	0,60	0,52	0,69	0,52

Triptófano	0,20	0,17	0,17	0,13
Valina	0,68	0,59	0,68	0,51
Taurina (comida enlatada)			0,27	0,20
Taurina (alimento seco)			0,13	0,10

El requerimiento mínimo de taurina para perros en mantenimiento es nulo, siempre que su dieta no sea deficiente en aminoácidos azufrados (NRC, 2006). Los perros sanos sintetizan suficiente taurina a partir de aminoácidos que contienen azufre en la dieta, como la metionina y la cisteína (FEDIAF, 2021). Por ello, no es necesario añadir taurina a la ración de los perros siempre y cuando la dieta contenga suficiente proteína y niveles adecuados de aminoácidos azufrados disponibles.

Por otro lado, la capacidad de sintetizar taurina es limitada en los gatos e insuficiente para compensar las pérdidas naturales del ácido taurocólico (ácido biliar conjugado) en el tracto gastrointestinal (FEDIAF, 2021). De ahí que la taurina sea un nutriente esencial para el gato. La biodisponibilidad es menor cuando se alimenta a los gatos con comida enlatada tratada térmicamente; por ello, un alimento húmedo para gatos procesado por calor debe contener aproximadamente de 2 a 2,5 veces más taurina que un alimento seco extrudido (FEDIAF, 2021).

2.2.3. Requerimientos en grasa

La grasa es un componente importante de las dietas de los animales de compañía (NRC, 2006), aportando más del doble de EM que los hidratos de carbono o las proteínas (Elices, 2010). Además, provee los ácidos grasos esenciales (AGE) que no son sintetizados por los organismos de estos animales, y cuya administración es, por tanto, necesaria mediante la dieta. Todos los ácidos grasos (AG), incluyendo los AGE, se usan para realizar funciones estructurales, y su grado de insaturación confiere propiedades específicas de permeabilidad a las membranas celulares (NRC, 2006; Elices, 2010). También tienen otras funciones como regular la función celular, proporcionar vitaminas liposolubles, y por último aportan palatabilidad y textura al alimento (NRC, 2006; Elices, 2010; FEDIAF, 2021).

La grasa per se no es esencial, y siempre que se cumpla o supere la recomendación mínima de todos los AGE no hay riesgo de deficiencia nutricional (FEDIAF, 2021).

Su composición varía dependiendo de la fuente, siendo las de origen vegetal principalmente insaturadas, mientras que las de origen animal son mayormente saturadas (McDonald et al., 2013).

Los AG poliinsaturados (PUFA) sirven como precursores de prostaglandinas y otros eicosanoides, los cuales son potentes reguladores fisiológicos de las funciones celulares (NRC, 2006; McDonald et al., 2013). En la familia de los AG n-6, se encuentran los ácidos linoléico (AL) y araquidónico (AA), mientras que en la familia de los AG n-3, se encuentran el alfa-linolénico (ALA), el eicosapentaenoico (EPA) y el docosahexaenoico (DHA). En los perros se pueden cubrir los requerimientos usando sólo AL, debido a que se puede sintetizar una cantidad generalmente suficiente de AA a partir de él; sin embargo, existen excepciones dependiendo del estado fisiológico del animal. Así, durante las etapas de crecimiento y reproducción es necesaria una administración exógena de AA (NRC, 2006). Los gatos tienen una limitada actividad de desaturasa, enzima necesaria para la transformación del AL en AA, por lo que este último es siempre esencial en los felinos; por tanto, hay que administrarlo de manera exógena (McDonald et al., 2013; Elices, 2010).

Con respecto al AG n-3 ALA, aún no se han desarrollado estudios en perros y gatos que demuestren su esencialidad, aunque los estudios en otras especies sí que han sugerido que su aporte mediante la dieta podría mejorar la salud. La conversión de ALA a EPA ocurre tanto en gatos como en perros, pero su conversión a DHA es limitada. Para el mantenimiento en animales adultos, la conversión del ALA a los demás AG n-3 puede ser suficiente, ya que la cantidad requerida de PUFA es pequeña, pero bajo ciertas circunstancias como la etapa de crecimiento, la reproducción y la lactación, se recomienda la administración de PUFA exógenos (NRC, 2006; FEDIAF, 2021).

Tanto los perros como los gatos digieren con bastante eficiencia las grasas, y la digestibilidad se ve afectada por la relación de ácidos grasos saturados e insaturados y por el tamaño de los mismos.

Por otro lado, en perros y gatos la digestibilidad de las grasas disminuye a medida que aumenta la edad, siendo un 2% menor en los gatos senior respecto a los adultos (Elices, 2010).

En cuanto a los gatos, hay que tener en cuenta que los grandes felinos en la naturaleza obtienen el 60% de su energía de la grasa. El tipo y la cantidad de grasa dietética afectan a la aceptación del alimento por parte de los gatos. En general, las dietas con más grasa parecen ser más apetecibles que las dietas con poca grasa (NRC, 2006).

FEDIAF (2021) establece las necesidades en grasa y ácidos grasos para perros y gatos adultos con distintos requerimientos energéticos de mantenimiento (REM) que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Niveles de grasa y ácidos grasos recomendados para perros y gatos (unidades por 100g de materia seca) (FEDIAF, 2021)

Nutriente	Unidad	Perro adulto con REM de 95 kcal/kg ^{0,75}	Perro adulto con REM de 110 kcal/kg ^{0,75}	Gato adulto con REM de 75 kcal/kg ^{0,67}	Gato adulto con REM de 100 kcal/kg ^{0,67}
Grasa	g	5,50	5,50	9,00	9,00
Ácido linoleico	g	1,53	1,32	0,67	0,50
Ácido araquidónico	mg			8,00	6,00

2.2.4 Requerimientos en minerales

En perros y gatos se han descrito seis macrominerales y seis oligoelementos que es necesario añadir al pienso, estando el resto en concentraciones suficientes en los alimentos para cubrir las necesidades. Estos nutrientes cumplen diversas funciones estructurales, catalíticas, reguladoras y fisiológicas (Elices, 2010).

FEDIAF (2021) establece las necesidades en minerales para perros y gatos adultos con distintos requerimientos energéticos de mantenimiento (REM) que se muestran en la Tabla 7.

2.2.5 Requerimientos en vitaminas

Las vitaminas son sustancias orgánicas, algunas de las cuales pueden ser sintetizadas por el organismo (vitaminas C, K y niacina), mientras que otras deben ser suministradas mediante la alimentación. Tienen funciones catalizadoras en el metabolismo, y son imprescindibles para el correcto funcionamiento de la homeostasis.

FEDIAF (2021) establece las necesidades en vitaminas para perros y gatos adultos con distintos requerimientos energéticos de mantenimiento (REM) que se muestran en la Tabla 8.

Tabla 7. Nivel de minerales recomendados para perros y gatos (unidades por 100g de materia seca) (FEDIAF, 2021).

Minerales	Unidad	Perro adulto con REM de 95 kcal/kg ^{0,75}	Perro adulto con REM de 110 kcal/kg ^{0,75}	Gato adulto con REM de 75 kcal/kg ^{0,67}	Gato adulto con REM de 100 kcal/kg ^{0,67}	Niveles máximos
Calcio	g	0,58	0,50	0,79	0,59	Perros 2,50
Fósforo	g	0,46	0,40	0,67	0,50	Perros 1,60
Ratio Ca/P		1/1	1/1	1/1	1/1	Perros y Gatos 2/1
Potasio	g	0,58	0,50	0,80	0,60	
Sodio	g	0,12	0,10	0,10	0,08	Perros 1,5
Cloruro	g	0,17	0,15	0,15	0,11	Perros 2,35 Gatos 2,25
Magnesio	g	0,08	0,07	0,05	0,04	
Cobre	mg	0,83	0,72	0,67	0,50	Perros y Gatos 2,80
Yodo	mg	0,12	0,11	0,17	0,13	Perros y Gatos 1,10
Hierro	mg	4,17	3,60	10,70	8,00	Perros y Gatos 142,00
Manganeso	mg	0,67	0,58	0,67	0,50	Perros y Gatos 17,00
Selenio	µg	35,00	30,00	40,00	30,00	Perros y Gatos 56,80
Zinc	mg	8,34	7,20	10,00	7,50	Perros y Gatos 28,40

Tabla 8. Nivel de vitaminas recomendado para perros y gatos (unidades por 100 g de materia seca) (FEDIAF, 2021).

Vitamina	Unidad	Perro adulto con REM de 95 kcal/kg ^{0,75}	Perro adulto con REM de 110 kcal/kg ^{0,75}	Gato adulto con REM de 75 kcal/kg ^{0,67}	Gato adulto con REM de 100 kcal/kg ^{0,67}	Niveles máximos
Vitamina A	UI	702,00	606,00	444,00	333,00	Gatos 40.000 Perros 40.000.000
Vitamina D	UI	63,90	55,20	33,30	25,00	Gatos 3.000 Perros 320
Vitamina E	UI	4,17	3,60	5,07	3,80	
Tiamina	mg	0,25	0,21	0,59	0,44	
Riboflavina	mg	0,69	0,60	0,42	0,32	
Ácido pantoténico	mg	1,64	1,42	0,77	0,58	
Vitamina B6	mg	0,17	0,15	0,33	0,25	
Vitamina B12	µg	3,87	3,35	2,35	1,76	
Niacina	mg	1,89	1,64	4,21	3,20	
Ácido fólico	µg	29,90	25,80	101,00	75,00	
Biotina	µg			8,00	6,00	
Colina	mg	189,00	164,00	320,00	240,00	

2.3. Comportamiento alimentario de perros y gatos

Los perros son cazadores en grupo, con un amplio abanico de materias primas en sus dietas (consumidores oportunistas) que incluyen presas de tamaño medio a grande, frutas, bayas,

estercolado de los herbívoros y cadáveres. De acuerdo con sus técnicas de caza, esta especie ingiere grandes volúmenes de alimento en un espacio corto de tiempo, hasta satisfacer sus necesidades diarias; es por ello que a los perros se les puede alimentar una sola vez al día. Cuando se enfrentan por primera vez a una gran cantidad de alimento muy sabroso suelen comer en exceso, pero cuando se les da acceso ilimitado a la mayoría de las dietas comerciales comerán varias comidas de menor cuantía a lo largo de todo el día. Consumen tanto la masa muscular como las vísceras de sus capturas. En cuanto al consumo de agua, pueden ingerir tanta como la correspondiente a sus pérdidas por deshidratación en una hora (Wills y Simpson, 1995; NRC, 2006; Elices, 2010).

A diferencia de los perros, los gatos son cazadores solitarios, principalmente durante la noche pero también de día (Wills y Simpson, 1995). Sus presas son desde pequeños saltamontes hasta gazapos. Cazan a pesar de ya tener comida, puesto que la caza puede no estar relacionada con el hambre (Elices, 2010). Dicho en otras palabras, conductualmente, los gatos mantienen la actividad depredadora a pesar de disponer de comida altamente palatable; dejarán la comida y se irán a cazar, y aunque cacen dejarán de lado a su presa y comerán el alimento puesto por los humanos (NRC, 2006). Por ende, alimentarlos reduce el tiempo que dedican a la caza pero sin llegar a eliminar este comportamiento. Por tanto, los gatos son considerados carnívoros estrictos. Se alimentan de 10 a 20 veces al día con pequeñas comidas, por lo que se recomienda aportarles el alimento ad libitum o varias veces a lo largo del día, aunque se puede proporcionar una sola vez y ellos lo van consumiendo en pequeñas porciones (Wills y Simpson, 1995; NRC, 2006). Consumen las porciones musculares de sus capturas y pueden procurar no ingerir el digestivo, ya que no les agrada el sabor a materia vegetal. Les gusta que el alimento se encuentre a temperatura corporal. Los gatos beben despacio y con pausas (Elices, 2010). De diferentes maneras, pero tanto perros como gatos se han convertido en dependientes del humano para conseguir alimento (NRC, 2006).

Teniendo en cuenta que un ratón o ave de tamaño pequeño aportan aproximadamente 30 kcal de EM, un gato tiene que cazar de 8 a 12 presas de ese tipo cada 24 horas para cubrir sus requerimientos energéticos (NRC, 2006).

La mayoría de los animales, incluidos los perros y los gatos, que son alimentados ad libitum, suelen ajustar su ingesta energética a la densidad energética de la dieta; por tanto, en términos generales, comerán más si se les da una dieta menos energética, y menos si se les da una dieta más energética (NRC, 2006). Sin embargo, sí han sufrido un periodo de carencia, los animales comerán en exceso hasta que hayan alcanzado su peso anterior. La falta de ejercicio y el aporte de dietas muy palatables y energéticas por periodos largos de tiempo puede conducir al animal a padecer obesidad, existiendo diferencias individuales y diferencias de raza a este respecto (Wills y Simpson, 1995).

A la hora de alimentar a perros y gatos, sus experiencias anteriores y recientes pueden condicionar sus elecciones dietéticas. El hecho de alimentar con una dieta variada desde cachorros hace que éstos luego sean más flexibles a la hora de adaptarse a posibles cambios en su dieta. Los gatos son conocidos por presentar dependencia a un sabor particular si son alimentados con ese sabor durante un largo periodo de tiempo, aunque si se han acostumbrado a tener una dieta variada son más flexibles a la hora de alimentarse. Por otro lado, si estos mismos animales se encuentran en un ambiente estresante o desconocido, pueden rechazar el nuevo alimento y preferir aquello que les es familiar (NRC, 2006). Los perros y gatos comen más cuando la temperatura ambiente es fría y menos cuando es caliente (Wills y Simpson, 1995). Los gatos, en particular, y de forma general, prefieren la comida húmeda a la seca, y el alimento templado antes que el frío o el caliente (NRC, 2006).

Los sabores que inducen la aceptación son, por ejemplo, los proporcionados por las grasas animales y las carnes. Además, los perros parecen responder muy positivamente al sabor umami. (NRC, 2006) Respecto a la aversión condicionada por el sabor, se han observado animales que desarrollan aversiones a los alimentos relacionados con sabores amargos y con enfermedades, así como con dietas carentes en determinados nutrientes (Wills y Simpson, 1995).

Callon et al. (2017) sugieren que puede haber distintas variables que afecten a las preferencias alimentarias de los perros, más allá de si las dietas están basadas en ingredientes animales o vegetales, y que cualquier diferencia en el nivel de interés puede deberse a otros factores como saciedad, los ingredientes individuales o las técnicas de procesamiento empleadas.

Por tanto, el sabor, la textura, la temperatura, la novedad y la familiaridad, así como el nivel de hambre y estrés del animal, son factores a tener en cuenta a la hora de escoger un alimento en un momento determinado (Wills y Simpson, 1995; NRC, 2006).

El agua limpia y fresca debe estar disponible a todas horas en ambas especies, aunque la cantidad bebida variará dependiendo de la dieta y de las condiciones ambientales. Los perros beben más agua por kilogramo de peso vivo que los gatos, lo que puede deberse a la evolución de estos últimos como animales desérticos (NRC, 2006).

2.4. Situación actual de los piensos vegetales para perros y gatos en el mercado

Según ANFAAC y FEDIAF (2018), la humanización de las mascotas es la tendencia clave que impulsa el mercado de alimentos para las mismas. Muchos dueños buscan alimentos que reflejen su propio gusto, y como resultado ha habido un aumento en los productos premium, que incluyen alimentos 'naturales', 'crudos' y 'orgánicos', lo que brinda muchas opciones para los propietarios.

Algunos autores (Dodd et al., 2018) indican que las personas que evitan comer animales y tienen mascotas en sus hogares pueden experimentar un dilema moral cuando se enfrentan a alimentar con productos de origen animal a sus perros y gatos. Una opción para evitar este conflicto es alimentar a las mascotas con una dieta desprovista de ingredientes animales, es decir, una dieta vegetariana estricta.

Según Knight y Satchell (2021), las dudas de los consumidores sobre los alimentos para mascotas producidos industrialmente, junto con las crecientes preocupaciones sobre la sostenibilidad ambiental de los alimentos para mascotas convencionales, y los beneficios percibidos para la salud de las dietas alternativas, están impulsando un desarrollo considerable de alternativas como los alimentos sin ingredientes de origen animal para mascotas.

Knight y Light (2021), por su parte, indican que el crecimiento de la población mundial, el aumento de la competencia por las fuentes de proteínas, la degradación ambiental y las preocupaciones sobre el bienestar de los animales de granja, están impulsando el desarrollo de alimentos para mascotas a base de plantas. Sin embargo, falta evidencia de que este tipo de alimentación sea seguro para nuestras mascotas, lo que puede interferir con la capacidad de algunos consumidores para adoptar alimentos para mascotas más alineados con sus valores, y la capacidad del sector de alimentos para mascotas para aprovechar plenamente el potencial de este mercado emergente.

En cuanto a la pregunta de si son seguras las dietas vegetarianas para perros y gatos, la Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos para Animales de Compañía y The European Pet Food Industry (2018), hacen hincapié en que el gato es un carnívoro obligado y tiene necesidades nutricionales muy exigentes, siendo particularmente sensible a las deficiencias, por lo que recomiendan a los propietarios que piensen muy bien antes de proporcionarles una dieta vegetariana a sus gatos, y que se aseguren de obtener el asesoramiento de un nutricionista veterinario. Aunque exista comida vegetariana 'completa' comercial para gatos en el mercado, y el dueño tenga la intención de alimentar al animal con uno de estos productos, recomiendan que se analice esta opción con el veterinario en el contexto de las necesidades individuales de cada ejemplar antes de tomar una decisión. Las fuentes bibliográficas citadas por ANFAAC y FEDIAF (2018) para intentar responder a la cuestión de si las dietas vegetarianas para perros y gatos son seguras, o bien son antiguas (Kienzle, 2001) o hacen referencia solo a dietas caseras (University of Davis, 2013) o extrapolan conclusiones de un estudio sobre el vegetarianismo en seres humanos (Dwyer, 1991). Por ello, la respuesta actual a esta cuestión, sobre todo desde el punto de vista de las fórmulas comerciales, no está clara.

ANFAAC y FEDIAF (2018) concluyen que proporcionar una dieta vegetariana estricta casera y nutricionalmente equilibrada es una tarea complicada, que requeriría una planificación meticulosa y una formulación específica de un veterinario o nutricionista animal, especialmente para los gatos. En

una encuesta que se hizo desde enero de 1998 a diciembre de 1999 (Kienzle y Engelhard, 2001) se estudió la alimentación de 86 perros vegetarianos en Alemania, Suiza y Bélgica, y se encontró que más del 50% de los perros fueron alimentados con dietas deficientes en proteínas, aminoácidos esenciales, calcio, zinc y vitaminas D y B12 .

Un estudio de Dodd et al. (2021) sobre los distintos alimentos comerciales vegetarianos para perros y gatos, observó que ninguna de las dietas cumplía con el contenido de nutrientes recomendado para gatos adultos o cachorros o gatitos en crecimiento. Los nutrientes que con mayor frecuencia se consideraron insuficientes fueron: aminoácidos azufrados, taurina, ácido araquidónico, EPA y DHA, calcio, fósforo y vitamina D.

A diferencia de FEDIAF, la World Small Animal Veterinary Association (WSAVA, 2018) indica que este tipo de dietas no deben ser utilizadas para alimentar a los gatos, aunque sí pueden aportar todos los nutrientes necesarios a los perros; sin embargo, la elección de la marca ha de ser muy cuidadosa, ya que estas dietas son más difíciles de formular, y muchos perros no absorben ni metabolizan tan fácilmente los nutrientes de origen vegetal como lo harían si fueran nutrientes de origen animal. Esta misma organización también recomienda a los propietarios de los animales que consulten con su veterinario si están considerando darle una dieta vegetariana a su perro.

A diferencia de las anteriores dos fuentes, Knight y Leitsberger (2016) ven completamente viable que los animales de compañía sobrevivan, y de hecho prosperen, con dietas vegetarianas. Sin embargo, éstas deben ser nutricionalmente completas y razonablemente equilibradas, y los propietarios deben controlar regularmente la acidez o alcalinización urinaria, corrigiéndolas si es necesario mediante los aditivos dietéticos adecuados.

2.5. Efectos de las dietas libres de ingredientes de origen animal sobre la salud de perros y gatos

2.5.1. Efecto en el pH urinario

Según Knight y Leitsberger (2016), la alcalosis urinaria es un riesgo al que pueden estar más expuestos los perros y gatos alimentados con un pienso estrictamente vegetal. Por ello, indican que hay que prestar especial atención al pH urinario de los animales (y en particular, de los gatos machos) mantenidos con dietas vegetarianas. Estos autores recomiendan controlar el pH urinario de las mascotas de ambos sexos, al menos semanalmente durante cualquier transición dietética, enfermedad o inestabilidad, y mensualmente después de la estabilización.

2.5.2 Efecto en la serie roja

El ejercicio impone exigencias adicionales al cuerpo, y los perros alimentados con una dieta sin carne pueden tener un mayor riesgo de desarrollar anemia deportiva. En un estudio realizado por Brown et al. (2009), en doce perros de trineo de carreras de velocidad, la mitad de ellos fueron alimentados con una dieta comercial recomendada para perros activos, mientras que los otros seis fueron alimentados con una dieta desprovista de carne, siendo la harina de soja y el gluten de maíz las fuentes principales de proteína de la dieta. Se les alimentó con dichas dietas como su única ingesta de nutrientes durante 16 semanas, incluidas 10 semanas de carreras competitivas. Ningún perro del presente estudio desarrolló anemia. Por el contrario, los recuentos de eritrocitos y los valores de hemoglobina aumentaron significativamente con el tiempo en ambos grupos de perros. Por tanto, según este estudio, una dieta sin carne cuidadosamente equilibrada podría mantener valores hematológicos normales en perros que hacen ejercicio.

2.6. Calidad proteica de los concentrados vegetales y factores antinutricionales

El estudio de Clapper et al. (2001) apoya que las fuentes proteicas vegetales, cuando son combinadas o convenientemente complementadas para alcanzar un adecuado equilibrio aminoacídico, pueden constituir una proteína de elevada calidad para ser incluida en los piensos para perros y gatos. Estos autores demostraron que la digestibilidad de la proteína bruta fue mayor para las dietas que contenían fuentes de proteína de soja que para la harina de ave. El NRC (2006) también indica que la harina de soja, como ingrediente en la comida para perros, tiene la misma o mayor digestibilidad ileal y total que una harina animal de buena calidad, y que por tanto, las dietas que contienen proteína de soja ofrecen una alternativa viable a la harina de ave como fuente de proteína en las dietas para perros extrudidas secas.

Los subproductos procedentes del desengrasado del haba de soja, con contenidos proteicos variables, son los más utilizados en la alimentación de perros y gatos (Pérez Calvo, 2011). Sin embargo, según la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, 2019), la soja es deficiente en metionina y treonina. Además, contiene factores anti-nutricionales como inhibidores de la tripsina, antígenos, lectinas y oligosacáridos no digestibles por los perros y gatos, que producen flatulencias en los animales (Dersjant-Li y Hill, 2005). También puede reducir la disponibilidad de los minerales debido

a las concentraciones de fitatos y, además, algunos animales pueden presentar reacciones alérgicas a la proteína de la soja (Clapper et al., 2001). Por lo tanto, el haba de soja, para ser utilizada en las dietas de monogástricos, y en particular de animales de compañía, debe sufrir un tratamiento térmico que inactive o reduzca sus factores anti-nutricionales y de este modo aumente su digestibilidad y la eficiencia de utilización por el animal.

2.7. Efecto de la palatabilidad sobre la ingestión

Los animales utilizan el olor del alimento para seleccionar los aceptables y rechazar los tóxicos o peligrosos. En los perros y en los gatos, el olfato es muy importante en dicho proceso, y el comportamiento puede verse alterado por el olor de la comida. Ello se debe a que el olfato en estos carnívoros está muy desarrollado, y probablemente vaya unido al gusto, que es el segundo sentido más importante para la selección de la comida. Las papilas gustativas más abundantes en la lengua son las sensibles a los aminoácidos. Sobre ellas ejercen su acción grupos específicos de aminoácidos y, curiosamente, aunque algunos en el gato ejercen una acción inhibitoria, tienden a ser neutros o estimulantes en el perro. La predominancia de este tipo de papilas y unidades gustativas puede tener su origen en la naturaleza carnívora de estos animales, que les permite diferenciar carnes de distinta procedencia y calidad. Además, mientras que los perros son capaces de detectar azúcares sencillos y muchos presentan una marcada preferencia por los dulces, los gatos no responden a estos azúcares. Se especula que esto puede ser reflejo de la alimentación estrictamente carnívora del gato y de la consiguiente falta de presión selectiva con respecto a los alimentos de origen vegetal. Aunque el olfato y el gusto son los sentidos primarios utilizados para la selección de comida, los perros y los gatos reaccionan también ante la textura y la forma del alimento (Hirakawa y Daristotle, 2001).

Los resultados del estudio de Knight y Satchell (2021), en el cual encuestaron a 4.057 dueños de mascotas, 2.639 propietarios de perros y 1.418 de gatos, no respaldan las opiniones de que los alimentos veganos para mascotas pueden tener una palatabilidad reducida, comprometiendo el bienestar de los perros o gatos.

3. Justificación y objetivos

En los últimos años, el mercado de alimentos para mascotas está experimentando una gran expansión en cuanto a la variedad de alimentos que se ofertan, lo cual está relacionado con las tendencias y

valores actuales de la sociedad. De esa manera, muchos dueños buscan alimentos que reflejen su propio gusto, y como resultado están emergiendo dietas alternativas al pienso extrudido tradicional como, por ejemplo, los productos denominados “naturales”, “crudos” y “orgánicos”, lo que brinda muchas opciones para los propietarios. Más aún, hoy en día en las tiendas de alimentación para mascotas se pueden encontrar alimentos completos sin ingredientes de origen animal, los cuales pueden suponer una buena opción para aquellas personas vegetarianas y veganas que tienen mascotas en sus hogares, y que pueden experimentar un dilema moral cuando se enfrentan a alimentar con productos de origen animal a sus perros y gatos. Uno de los mayores inconvenientes al que se enfrentan este tipo de propietarios es la duda de si este tipo de alimento es verdaderamente completo para sus mascotas, o por el contrario, su bienestar pueda comprometerse.

El objetivo del presente trabajo es formular dietas libres de ingredientes de origen animal para perros y gatos adultos sanos con actividad baja a moderada, asegurando que estas dietas cumplan con todos los requerimientos nutricionales para las mascotas.

4. Materiales y métodos

Las dietas, exentas de ingredientes de origen animal, se formularon siguiendo las recomendaciones de la guía nutricional de FEDIAF (2021), utilizando el programa Winfeed 2.8. Previamente, fue necesario crear varios archivos Excel con los requerimientos nutricionales de perros y gatos (Tabla 9), y los ingredientes elegidos para formular los piensos (Tabla 10), incluyendo su precio. La composición nutricional de los diferentes ingredientes se obtuvo de las Tablas proporcionadas por la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA; <https://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>) y el United States Department of Agriculture (USDA; [FoodData Central \(usda.gov\)](https://www.ars.usda.gov/fooddata/)); esta última se empleó fundamentalmente para encontrar la composición aminoacídica de algunos ingredientes que no era proporcionada por FEDNA. Los precios de las materias primas se localizaron en los boletines semanales correspondientes de las diferentes lonjas españolas. En los casos en los que no hubiera precios actualizados, por falta de cotización en los mercados, se utilizaron los precios disponibles menos antiguos. La información sobre los correctores vitamínico-minerales se obtuvo gracias a la colaboración de un profesional del sector de la formulación y fabricación de piensos para perros y gatos. Además, en el caso del corrector para gatos, éste ya llevaba incorporada la taurina, por lo que no se requirió la administración de este aminoácido de forma individualizada.

Tabla 9. Requerimientos nutricionales de perros y gatos según FEDIAF (2021).

Nutriente	Unidad	Requerimiento de un perro adulto con REM de 95 kcal/kg ^{0,75}	Requerimiento de un gato adulto con REM de 75 kcal/kg ^{0,67}
Energía	kcal EM/kg	3520	3520
Proteína bruta	%	21	33,3
Lisina	%	0,46	0,45
Metionina	%	0,46	0,23
Metionina+cisteína	%	0,88	0,45
Arginina	%	0,6	1,3
Isoleucina	%	0,53	0,57
Treonina	%	0,6	0,69
Triptófano	%	0,2	0,17
Valina	%	0,68	0,68
Histidina	%	0,27	0,35
Leucina	%	0,95	1,36
Fenilalanina	%	0,63	0,53
Fenilalanina+tirosina	%	1,03	2,04
Grasa	%	5,5	9
Ácido linoléico	%	1,53	0,67
Ácido araquidónico	%		0,008
Taurina			0,13

Tabla 10. Ingredientes para la formulación y su composición analítica.

	Guisantes	Harina de soja 47%	Gluten meal 60%	Aceite de soja	Gluten feed 19%	Arroz pulido	Maíz	Avena
MS (%)	88,1	88,0	89,6	99,0	88,8	87,2	86,4	90,5
Energía (kcal EM/kg)	3280	3200	3730	8440	2440	2875	3370	2700
PB (%)	20,6	47,0	60,0		19,0	7,5	7,3	9,9
Lisina (%)	1,47	2,88	1,02		0,57	0,29	0,22	0,39
Metionina (%)	0,21	0,67	1,5		0,32	0,18	0,15	0,16
Metionina + cisteína (%)	0,49	1,38	2,58		0,72	0,35	0,31	0,46
Arginina (%)	1,75	3,43	1,89		0,84	0,56	0,33	0,64
Isoleucina (%)	0,85	2,13	2,43		0,59	0,28	0,26	0,36
Treonina (%)	0,78	1,85	2,1		0,69	0,26	0,27	0,33
Triptófano (%)	0,19	0,63	0,34		0,12	0,1	0,06	0,13
Valina (%)	0,97	2,27	2,76		0,89	0,41	0,35	0,49
Histidina (%)	0,107	1,27					0,287	
Leucina (%)	0,323	4,11					1,16	
Fenilalanina (%)	0,20	2,86					0,46	
Fenilalanina + tirosina (%)	0,31	4,60					0,84	
Grasa (%)	1,12	1,33	2,16	100	1,79	0,85	2,97	4,41
Ácido linoléico (%)	0,53	0,72	1,21	54	0,99	0,31	1,66	1,72

5. Resultados

Los ingredientes que entraron a formar parte de las fórmulas para perros y gatos, junto con sus proporciones y precios, se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Ingredientes seleccionados para las formulaciones para perros y gatos.

Ingredientes	Euros por tonelada	% usado en fórmula para perros	% usado en fórmula para gatos
Guisantes	299	63,24	40,9
Soja al 47%	595	18,14	41,56
Gluten meal al 60%	710	13,71	8,9
Aceite de soja	1800	4,25	7,8
Corrector	3000	0,65	0,84

En cuanto al coste de formulación, la dieta para perros salió a 490,46 euros la tonelada de pienso, mientras que la formulación del pienso para gatos salió por 598,32 euros.

La composición analítica de la formulación obtenida para cada especie (Tabla 12), cumplió con todos los requerimientos nutricionales, excepto las necesidades en cuanto al ácido araquidónico de los gatos debido a que no se introdujo en los ingredientes ninguna fuente de este ácido graso.

Tabla 12. Composición analítica de las fórmulas obtenidas para perros y gatos.

Composición analítica	Unidad	Fórmula para perros	Fórmula para gatos
Materia seca	%	88,82	89,13
Energía	kcal EM/kg	3525,38	3661,6
Proteína bruta	%	29,8	33,3
Lisina	%	1,59	1,89
Metionina	%	0,46	0,5

Metionina+cisteína	%	0,91	1
Arginina	%	1,99	2,31
Isoleucina	%	1,26	1,5
Treonina	%	1,12	1,27
Triptófano	%	0,28	0,37
Valina	%	1,40	1,59
Histidina	%	0,30	0,57
Leucina	%	0,95	1,84
Fenilalanina	%	0,64	1,27
Fenilalanina+tirosina	%	1,03	2,04
Grasa	%	5,5	9
Ácido linoléico	%	2,93	4,83

6. Discusión

Las tablas de composición de alimentos de FEDNA no dan valores para animales de compañía, por lo que se decidió utilizar el contenido en energía metabolizable para cerdos. Por otra parte, no se consideró la inclusión de fitasas en los piensos de perros y gatos, aunque podría ser interesante su inclusión debido a que las materias primas de origen vegetal presentan una mayor cantidad de fósforo fítico que las de origen animal.

En este apartado se considera relevante indicar la gran dificultad encontrada a la hora de obtener información de los proveedores y fabricantes de piensos con respecto a la composición de los correctores; de hecho, al final solo se obtuvo información de uno de ellos.

Por otra parte, fue imposible encontrar una fuente comercial de ácido araquidónico de origen no animal (sintético/microbiano) que se pudiese usar para la formulación del pienso para gatos, siendo

su inclusión esencial según FEDIAF (2021) para que el alimento pueda ser considerado completo. Según la bibliografía (Hinzpeter et al., 2006; Espinoza et al., 2017), existen algas y hongos productores de ácido araquidónico, por lo que si se encontrasen este tipo de productos comercializados se podría plantear su adición en la formulación de piensos para gatos libres de ingredientes de origen animal. En relación con este tema, cuando se examinó la información publicada por tres marcas que ofrecían este tipo de piensos, solo una de ellas indicaba que llevaban ácido araquidónico, pero sin dar detalles del origen del mismo, sin quedar claro por tanto si era animal o sintético. En cuanto a las otras dos marcas, ninguna de ellas había añadido ácido araquidónico a los piensos por lo que no cumplirían con el requisito para poder ser considerados un alimento completo (FEDIAF, 2021).

7. Conclusiones

En el caso de los perros, es posible formular una dieta sin ingredientes de origen animal que cumpla todos los requerimientos nutricionales marcados por FEDIAF (2021).

En el caso de los gatos, la ausencia de una fuente de ácido araquidónico de origen no animal comercializada impide la formulación de un pienso libre de ingredientes de origen animal que cubra los requerimientos de este ácido graso con los ingredientes vegetales empleados. Por ello, una formulación de estas características no puede considerarse un alimento completo según los requisitos nutricionales marcados por FEDIAF (2021).

7. Conclusions

In the case of dogs, it is possible to formulate a diet without ingredients of animal origin that meets all the nutritional requirements set by FEDIAF (2021).

In the case of cats, the absence of a marketed source of arachidonic acid of non-animal origin prevents the formulation of a feed free of ingredients of animal origin that covers the requirements of this fatty acid with the vegetable ingredients used. Therefore, a formulation with these characteristics cannot be classified as a complete food according to the nutritional requirements set by FEDIAF (2021).

8. Valoración personal

La realización de este trabajo me ha permitido valorar el esfuerzo que hay detrás de cada pienso completo ofertado en el mercado. He podido comprobar de primera mano que cada fase de un estudio lleva consigo horas de dedicación y búsqueda de información. También me ha permitido desarrollar

habilidades tales como la búsqueda bibliográfica, habilidades informáticas y el aprendizaje del uso de un programa de formulación de dietas (Winfeed 2.8), que, a pesar de utilizarlo durante la carrera, nunca antes me había encargado yo de desarrollar las hojas excel que hacen falta para poder aplicarlos en el programa y desarrollar las formulaciones. La elaboración de dichas hojas de excel ha sido bastante más laboriosa de lo que en un principio me hubiera imaginado, debido a que para obtener todos los datos que necesitaba he tenido que recurrir a diferentes bases de datos, lonjas, incluso profesionales del sector. Por lo que he aprendido a valorar mucho más el trabajo que hay detrás de cada formulación.

Además, he podido ampliar mis conocimientos en la rama de la nutrición de pequeños animales, estudiando en profundidad acerca de los requerimientos nutricionales de los perros y gatos gracias a manejarme con las guías nutricionales de FEDIAF y otras referencias de importancia como el National Research Council.

Por último, me gustaría agradecer a mi tutor, Antonio de Vega, por guiarme durante todo este trabajo con tanta disposición, y por enseñarme a usar recursos con los que no estaba familiarizada.

9. Bibliografía

- Knight, A. y Leitsberger, M. (2016). "Vegetarian vs Meat-Based Diets for Companion Animals". *Animals*, 6, 57. DOI: 10.3390/ani6090057.
- National Research Council. (2006). *Nutrient requirements of dogs and cats*. Washington DC: The National Academies Press.
- The European Pet Food Industry. (2021). *Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs*. Bruselas: FEDIAF.
- McDonald, P., Edwards, RA., Greenhalgh, JFD., Morgan, CA., Sinclair, LA., y Wilkinson RG. (2013). *Nutrición animal, séptima edición*, editorial acribia S.A.
- Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos para Animales de Compañía y The European Pet Food Industry. (2018). *¿Son seguras las dietas vegetarianas para gatos y perros?*. Madrid: ANFAAC.
- Elices, R. (2010). *Atlas de nutrición y alimentación práctica en perros y gatos. (Volumen I)*. Zaragoza: Editorial Servet.
- Rodríguez Sánchez, M. and Case, L. P. (2001) *Nutrición canina y felina : guía para profesionales de los animales de compañía*. 2a. ed. Madrid: Harcourt.
- Wills, JM. y Simpson, KW. (1995). *El libro de waltham de nutrición clínica del perro y el gato*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- Callon, M., Cargo-Froom, C., DeVries, T., y Shoveller, A. (2017). "Canine food preference assessment of animal and vegetable ingredient-based diets using single-pan test and behavioral observation". *Frontiers in Veterinary Science*, 4 (154). DOI: 10.3389/fvets.2017.00154
- Dodd, S., Adolphe, J. y Verbrugghe, A. (2018). Plant-based diets for dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 253 (11). DOI: [10.2460/javma.253.11.1425](https://doi.org/10.2460/javma.253.11.1425)
- Kienzle, E. y Engelhard, R. (2001). A field study on the nutrition of vegetarian dogs and cats in Europe. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 23(9), pp. 81-81.
- World Small Animal Veterinary Association. (2018). *Preguntas Frecuentes y Mitos*. Ontario: WSAVA.
- Clapper, GM., Grieshop, CM., Merchen, NR., Russet, JC., Brent, JL. y Fahey, GC. (2001). Ileal and total tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs as affected by soybean protein inclusion in dry, extruded diets. *Journal of Animal Science*, 79, pp. 1523-1532. DOI:[10.2527/2001.7961523x](https://doi.org/10.2527/2001.7961523x)

- Brown, W., Vanselow, B., Redman, A. y Pluske, J. (2009). "An experimental meat-free diet maintained haematological characteristics in sprint-racing sled dogs". *British Journal of Nutrition*, 102, pp. 1318–1323. DOI:10.1017/S0007114509389254
- Dersjant-Li, Y. y Hill, D.A., 2005. Why soy? The use of soy protein concentrate in pet foods. *Petfood Industry*, 47, pp. 16-18. Disponible en: [Why soy? - pet food ingredients | PetfoodIndustry.com](#) [Consultado 01-05-2022]
- Pérez Calvo, E. (2011). Valor proteico y calidad de la grasa de harinas de origen animal utilizadas en piensos destinados a la alimentación de perros. Efecto de la extrusión. Tesis Doctoral en Veterinaria. Universidad de Zaragoza.
- Golder, C., Weemhof, J. y Jewell, D. (2020). Cats Have Increased Protein Digestibility as Compared to Dogs and Improve Their Ability to Absorb Protein as Dietary Protein Intake Shifts from Animal to Plant Sources. *Animals*, 10, 541. DOI: 10.3390/ani10030541
- Dodd, S., Shoveller, A., Fascetti, A., Yu, Z., Ma, D. y Verbrugghe, A. (2021). A comparison of key essential nutrients in Commercial Plant-Based Pet Foods Sold in Canada to American and European Canine and Feline Dietary Recommendations. *Animals*, 11, 2348. DOI: 10.3390/ani11082348
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2019). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos, cuarta edición. Disponible en: [Tablas FEDNA 2019, 4ª edición | FEDNA \(fundacionfedna.org\)](#) [Consultado 01-05-2022]
- [United States Department of Agriculture](#). (2019). USDA National Nutrient Database. Disponible en: [FoodData Central \(usda.gov\)](#) [Consultado 01-06-2022]
- [The Association of American Feed Control Officials](#). (2014). AAFCO Dog and Cat Food Nutrient Profiles. Disponible en: [AAFCO DOG AND CAT FOOD](#) [Consultado 01-05-2022]
- Knight, A. y Satchell, L. (2021). "Correction: Vegan versus meat-based pet foods: Owner-reported palatability behaviours and implications for canine and feline welfare". *PLoS ONE*, 16(11). DOI: 10.1371/journal.pone.0260198
- Knight, A. y Light, N. (2021). "The Nutritional Soundness of Meat-Based and Plant-Based Pet Foods", *Revista Electrónica de Veterinaria*, 22, 1. Disponible en: <http://veterinaria.org/index.php/REDVET/article/view/92> [Consultado 01-05-2022]
- Kienzle, E. y Engelhard, R. (2001). "A field study on the nutrition of vegetarian dogs and cats in Europe". *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 23(9), pp. 81-81.

- Fell, A. (2013). "Homemade dog food recipes can be risky business, study finds". Universidad de Davis. Disponible en: [Homemade dog food recipes can be risky business, study finds | UC Davis](#) [Consultado 01-05-2022]
- Dwyer, J. (1991). "Nutritional Consequences of Vegetarianism". Annual reviews of nutrition, 11, pp. 61-69. DOI: [10.1146/annurev.nu.11.070191.000425](#)
- Espinoza, D., Contreras, L. y Ehrenfeld, N. (2017). Beta-glucanos, su producción y propiedades en microalgas con énfasis en el género *Nannochloropsis* (Ochrophyta, Eustigmatales). Revista de Biología Marina y Oceanografía, 52, 1: 33-49. DOI [10.4067/S0718-19572017000100003](#)
- Hinzpeter, I., Shene, C. y Masson, L. (2006). Alternativas biotecnológicas para la producción de ácidos grasos poliinsaturados omega-3. *Grasas y aceites*, 57, 3: 336-342. Disponible en: [Grasas y aceites. 2006, Vol. 57, Nº 3 - Dialnet \(unirioja.es\)](#) [Consultado 01-06-2022]