



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**“ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE ENERGÍA  
METABOLIZABLE EN DIETAS PARA PERROS UTILIZANDO  
DIFERENTES INDICADORES Y METODOLOGÍAS  
EXPERIMENTALES”**

**HÉCTOR CHRISTIAN ESCOBAR COLLAO**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de la  
Producción Animal

**Profesor Guía: Juan Ignacio Egaña M.**  
**Profesor Titular**  
**Departamento Fomento de la Producción Animal**

**SANTIAGO, CHILE**  
**2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quiero agradecer a mis padres por el estímulo y apoyo para estudiar y darme todas las facilidades para hacerlo; también a mi esposa por su comprensión, dedicación y amor en los momentos más difíciles.

También agradezco al Dr. Egaña por su buena disposición y ayuda, indispensables para haber realizado este trabajo.

Una mención especial tiene Gemita, Verito, Cecilia y Norma, que siempre estuvieron dispuestas a ayudarme en todo lo relacionado al laboratorio; también Octavio y “Currito”, quien me ayudo con el manejo de los caniles.

Por último agradezco a toda mi familia y amigos que siempre tuvieron una palabra de aliento y buenas vibras para terminar de la mejor forma esta memoria.

## TABLA DE CONTENIDOS

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN .....  | 9  |
| INTRODUCCIÓN .....                                   | 10 |
| REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....                         | 11 |
| I) Generalidades .....                               | 11 |
| II) Anatomía y Fisiología Digestiva.....             | 12 |
| III) Requerimientos nutricionales de los perros..... | 14 |
| Energía .....  | 14 |
| Proteínas.....                                       | 15 |
| Lípidos .....  | 15 |
| Hidratos de carbono.....                             | 16 |
| IV) Características de las dietas para perros.....   | 19 |
| Clasificación.....                                   | 19 |
| Regulación .....                                     | 21 |
| V) Evaluación de las dietas .....                    | 21 |
| Determinación del contenido energético.....          | 22 |
| OBJETIVO GENERAL .....                               | 24 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                          | 24 |
| MATERIAL Y MÉTODOS .....                             | 25 |
| 1.- Lugar.....                                       | 25 |
| 2.- Animales .....                                   | 25 |
| 3.- Ensayos de digestibilidad.....                   | 25 |
| 4.- Número de ensayos.....                           | 25 |
| 5.- Alimentación .....                               | 26 |
| 6.- Recolección.....                                 | 26 |
| 7.- Procesamiento de las muestras .....              | 26 |
| 8.- Análisis de laboratorio .....                    | 26 |
| 9.- Cálculo de digestibilidad aparente.....          | 27 |
| 10.- Calculo de Energía Metabolizable .....          | 27 |
| 11.- Análisis estadístico .....                      | 29 |
| RESULTADOS .....                                     | 30 |

|  |    |
|--|----|
| 1) Clasificación de las dietas evaluadas .....   | 30 |
| 2) Caracterización química de las dietas evaluadas .....   | 30 |
| 2.1) Energía Bruta (EB). .....   | 30 |
| 2.2) Análisis químico proximal .....   | 31 |
| 3) Ensayos de digestibilidad de las dietas .....   | 35 |
| 3.1) Animales .....  | 35 |
| 3.2) Análisis químico de las fecas .....   | 37 |
| 3.3) Digestibilidad de las dietas.....   | 40 |
| 4) Contenido de energía metabolizable de las tres categorías comerciales de las dietas<br>evaluadas .....              | 43 |
| 4.1) Determinación experimental. ....  | 43 |
| 4.2) Fórmula de los factores Atwater modificados utilizando la digestibilidad aparente real<br>de los nutrientes. .... | 44 |
| 4.3) Fórmula de los factores Atwater modificados.....  | 45 |
| 4.4) Fórmula que utiliza el contenido de energía bruta de la dieta. ....   | 45 |
| 4.5) Fórmula que utiliza el contenido de extracto etéreo de la dieta.....  | 45 |
| 4.6) Fórmula que utiliza la energía bruta, fibra cruda y proteína cruda de la dieta. ....                              | 45 |
| 5) Cálculo del coeficiente de correlación. ....  | 47 |
| DISCUSIÓN.....   | 49 |
| CONCLUSIONES .....   | 52 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 53 |
| ANEXOS.....  | 57 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Estimación de los requerimientos energéticos diarios en las diferentes condiciones fisiológicas productivas del perro.....   | 15 |
| Tabla 2 Perfiles nutritivos recomendados para las dietas de perros en diferentes condiciones fisiológico productivas. (AAFCO, 2003).....   | 18 |
| Tabla 3 Clasificación comercial de las dietas evaluadas .....  | 30 |
| Tabla 4 Contenido de Energía Bruta de las tres categorías comerciales de las dietas para perros evaluadas (Kcal/g MS).....   | 31 |
| Tabla 5 Análisis químico proximal (A.Q.P) de las tres categorías comerciales de las dietas evaluadas y su comparación con el correspondiente análisis de garantía (A.G).(g/100g dieta) .....   | 34 |
| Tabla 6 Pesos iniciales y finales de los perros utilizados en los diferentes ensayos de digestibilidad de las tres categorías comerciales de dietas para perros (Kg).....  | 35 |
| Tabla 7 Consumo promedio diario de materia seca (g) y por unidad de peso metabólico (g/Kg <sup>0.75</sup> ) de las dietas evaluadas de las tres categorías comerciales de dietas para perros en los diferentes ensayos de digestibilidad ..... | 36 |
| Tabla 8 Producción diaria, total y por UPM de materia seca fecal de las dietas evaluadas en los ensayos de digestibilidad de las tres categorías comerciales de las dietas para perros (g/MS/perro/día). .....                                 | 37 |
| Tabla 9 Contenido de Energía Bruta fecal en los diferentes ensayos de digestibilidad de las tres categorías comerciales de dietas para perros (Kcal/g). .....  | 38 |
| Tabla 10 Análisis químico proximal de las fecas obtenidas en los diferentes ensayos de digestibilidad realizados con las tres categorías comerciales de las dietas para perros evaluadas (g/100g).....   | 39 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 11 Digestibilidad aparente de los nutrientes materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto no nitrogenado (ENN) y cenizas (CEN), en las tres categorías comerciales de las dietas evaluadas (%). ..... | 42 |
| Tabla 12 Contenidos de Energía Metabolizable en las tres categorías comerciales de dietas para perros, determinados según procedimiento AAFCO 2003 (Kcal/Kg).....   | 44 |
| Tabla 13 Estimaciones del contenido de energía metabolizable (kcal/kg) mediante el uso de distintos procedimientos experimentales y de fórmulas de predicción de su contenido. ...  | 46 |
| Tabla 14 Coeficiente de correlación entre las distintas formulas estimadoras del contenido de EM con el procedimiento experimental de determinación de la Energía Metabolizable establecido por A.A.F.C.O para las dietas para perros. ....             | 48 |
| Tabla 15 Pesos promedios iniciales y finales de los perros utilizados en los diferentes ensayos de digestibilidad (Kg). ....  | 57 |
| Tabla 16 Consumos individuales de las diferentes dietas evaluadas en los diferentes ensayos de digestibilidad tal como ofrecido (TCO), materia seca (g) y por unidad de peso metabólico .....   | 60 |
| Tabla 17 Producción individual en los diferentes ensayos de digestibilidad del total de materia fecal (g/perro) y materia seca fecal para cada tipo de dieta (g/MS/perro). ....   | 63 |
| Tabla 18 Digestibilidad aparente para cada tipo de nutriente en las dietas evaluadas (%). .....   | 66 |

## **RESUMEN**

El estudio consistió en la evaluación nutricional y metabólica de 10 diferentes dietas para perros adultos en mantención, perteneciente a las tres categorías comerciales: estándar, premium y súper premium. En cada dieta, se determinó su composición química proximal y se realizó un ensayo de digestibilidad, con el fin de determinar la digestibilidad de los nutrientes dietarios aportadores de energía y el contenido de energía metabolizable (EM). Además, se realizó una comparación entre el contenido de EM de la dieta, determinado experimentalmente, con las distintas fórmulas predictoras de EM de las dietas para perros. El análisis químico proximal de las dietas, demostró que todas cumplieron los porcentajes mínimos de nutrientes establecidos por la norma chilena oficial, así como también cumplen con los mínimos y máximos establecidos en el análisis de garantía del envase respectivo, salvo algunas excepciones, especialmente para el contenido de extracto etéreo.

Los coeficientes de digestibilidad aparente de las fracciones nutritivas aportadoras de energía dietaria, presentaron algunas diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las distintas categorías comerciales, siendo estas del 80,8; 84,1 y 85,1% para la proteína cruda en las dietas de categorías estándar, premium y súper premium, respectivamente. Para el extracto etéreo los coeficientes de digestibilidad fueron de 92,2; 92,9 y 94,8% en las categorías Estándar, Premium y Súper Premium, respectivamente. Finalmente, las digestibilidades aparente del extracto no nitrogenado fueron de 77,9; 89,3 y 86,9% para las dietas de las categorías estándar, premium y súper premium, respectivamente.

La comparación entre la determinación experimental de la EM y la calculada a través de las distintas fórmulas predictoras, demostró que la fórmula que utiliza como indicadores a la energía bruta, proteína cruda y fibra cruda, es la que mejor se ajusta a la determinación experimental con un coeficiente de correlación ( $r = 0,9117$ ), seguido de la fórmula de predicción que emplea el contenido de energía bruta (EB) de los nutrientes aportadores de energía y que utiliza sus respectivos coeficientes experimentales de digestibilidad ( $r = 0,9030$ ), continua, en orden decreciente con un menor coeficiente de correlación, la ecuación que utiliza solo el contenido de energía bruta de la dieta ( $r = 0,8004$ ) siguiéndole la fórmula de los factores Atwater modificados ( $r = 0,6182$ ) y finalmente, la fórmula que utiliza sólo el contenido de extracto etéreo de la dieta ( $r = 0,3533$ ).

## **INTRODUCCIÓN**

El aumento en la población de mascotas hogareñas, ha sido acompañado de un cambio en el manejo alimentario que estas reciben, las que de la tradicional dieta “casera” elaborada en el hogar a partir de los restos de la comida familiar, están siendo crecientemente cambiadas a la alimentación con dietas completas y balanceadas, de fabricación industrial.

Las dietas industriales para mascotas están normadas en cuanto a su composición nutritiva y rotulación mediante la actual Norma Chilena Oficial N° 2546, “Alimentos completos para perros y gatos - Requisitos y rotulación”, la que entrega solo información parcial sobre la calidad nutritiva de las dietas, particularmente en lo referente a la calidad de los ingredientes utilizados, los que constituyen uno de los principales factores condicionantes de la calidad final de la dieta. Lo anterior es particularmente válido para la estimación del contenido de energía metabolizable (EM) de las dietas para perros, ya que todavía en esta norma, se utiliza como único estimador del contenido de EM de las dietas para mascotas, un modelo predictivo que fue desarrollado a comienzos del siglo pasado para alimentos de uso humano. Adicionalmente, todas las dietas comerciales para perros, recomiendan consumos diarios, que están basados en sus contenidos energéticos, estimados por ese modelo predictivo.

Actualmente, existen diversas fórmulas para estimar el contenido de energía metabolizable de las dietas para perros, que utilizan distintos componentes químicos y nutritivos, lo que hace necesario estudiar cual de estas fórmulas se ajusta de mejor manera a las determinaciones experimentales.

El presente trabajo analizó el contenido nutritivo de distintas categorías comerciales de dietas para perros comercializadas en Chile y se determinó el contenido de EM de estas, utilizando diferentes metodologías analíticas y experimentales.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### **I) Generalidades**

En la segunda la mitad del siglo XIX se inició la fabricación y comercialización de las dietas para mascotas, ya que anteriormente eran alimentados exclusivamente con los restos de comida, o bien, con la preparación de fórmulas caseras, realizadas con alimentos humanos o restos de los mismos. La primera dieta para perros fue comercializada en 1860 en Inglaterra por James Spratt, el que tras su éxito en Inglaterra, comenzó a vender su producto en EE.UU. Alrededor del 1900 varios industriales, observando el éxito de este producto, comenzaron a desarrollar y vender otras dietas para mascotas, especialmente del tipo de alimentos enlatados (Lazar, 1990).

Fue en los años 30, que Samuel Gaines introdujo al mercado un tipo de dieta llamada “harina”, que estaba constituida por varios ingredientes secos y molidos. Sin embargo, en esos años, los alimentos enlatados, aún seguían siendo los más populares en EE.UU. Fue el inicio de la Segunda Guerra Mundial, que produjo una escasez del metal requerido para la fabricación del envase, lo que disminuyó la fabricación de alimentos enlatados para los animales, a lo que la industria, se vio obligada a elaborar dietas del tipo secas. La utilización de las dietas secas en la alimentación de las mascotas, sólo se difundió masivamente con la incorporación del proceso de extrusión, el que fue desarrollado por la industria Purina en los años 50. La extrusión, consiste en cocinar rápidamente la mezcla molida de los ingredientes dietarios, los que se hacen pasar a través de un extrusor en el que se generan altas temperaturas y presiones por corto tiempo. Este proceso provoca una rápida cocción de los ingredientes, aumentando la digestibilidad y palatabilidad de los alimentos. En 1957 comenzó a comercializarse la primera dieta seca extruída (Purina Dog Chow) la que sólo un año más tarde, se convirtió en la más vendida en EE.UU. (Case *et al.*, 2001).

Actualmente, las dietas para mascotas fabricadas industrialmente constituyen más del 90% del total de las calorías consumidas por las mascotas en Norteamérica, Japón, Norte de Europa, Australia y Nueva Zelanda. En otros lugares de Europa, América Latina y costas del Pacífico, esta clase de dietas representa el 35 al 50% de las calorías consumidas por perros y gatos (Hand *et al.*, 2000).

En Chile, este mercado, mueve anualmente alrededor de US\$ 140 millones, sosteniendo un crecimiento anual entre el 15 y 30% (El Mercurio, 2003).

Información nacional, señala que el 53,5% de los hogares en Chile han comprado alguna vez durante el año, algún tipo de alimento para perros y que gastan \$34.785 anualmente por este concepto (LatinPanel, 2005). En cuanto a los grupos socio económicos, los segmentos ABC1 y C2 aportan el 50,4% del gasto total en alimentos para perros, representando solo al 23% de los chilenos. Cabe destacar que el 53,2% del gasto en comida para perros lo realizan personas mayores de 50 años, ratificando la importancia de las mascotas para este grupo etéreo. El canal de distribución más importante, en cuanto a facturación son los supermercados, los que venden el 48,5% del total de los alimentos para mascotas, seguidos de los Pet Shop (28,8%), ferias libres (10,7%), almacenes (6%) y otros (5,9%). Las dietas para perros con sabor a carne marca la preferencia de los hogares con el 46,3% de las compras totales de dietas para perros (LatinPanel, 2005).

## **II) Anatomía y Fisiología Digestiva**

Las funciones principales del conducto gastrointestinal y sus órganos accesorios son la digestión y absorción de nutrientes esenciales para los procesos metabólicos del animal. Sus células epiteliales que recubren la luz intestinal son la única barrera entre este ambiente externo y la sangre, por lo que estas células epiteliales, realizan diversas funciones, incluidas digestión, secreción y absorción. Secretan enzimas capaces de digerir azúcares y péptidos y en su interior disponen de sistemas de transporte que favorecen la incorporación de nutrientes específicos al lumen. Las membranas celulares y los complejos de unión entre ellas proporcionan una barrera de unión tan eficiente, que se requiere un sistema específico de transporte para muchas sustancias hidrosolubles (Swenson *et al*, 1999).

Antes de que el epitelio absorba la mayoría de los nutrientes presentes en la dieta, éstos deben ser degradados o digeridos en la luz intestinal, a moléculas más pequeñas que puedan reaccionar con las enzimas gastrointestinales o con las moléculas de transporte. Este proceso, denominado digestión luminal (en contraste con la digestión que se realiza en la célula epitelial), requiere un ambiente específico en el lumen intestinal, que lo producen las secreciones de órganos accesorios y de la mucosa gastrointestinal, entre las que destacan las glándulas salivales, el páncreas y el hígado, que realizan secreciones de electrolitos, agua, enzimas digestivas y sales biliares, todas las cuales son necesarias para la digestión luminal. La mucosa gastrointestinal

también es capaz de secretar ácidos o bases en el lumen intestinal, de modo que establece un pH óptimo para la acción de las enzimas digestivas. Esta función secretora, que proporciona el ambiente químico para la digestión luminal, es un proceso activo que necesita energía y está bajo el control del sistema neuroendocrino (Argenzio 1999).

Otra función importante asociada con la digestión y absorción es el tránsito del contenido gastrointestinal. El tránsito de estos contenidos lumbales, se regula para procesos digestivos específicos y los productos de la digestión quedan expuestos al máximo de la superficie celular epitelial, para su absorción. Estas condiciones las produce la función motora del tracto gastrointestinal, la cual también es un proceso que requiere energía y está bajo control neuroendocrino (Argenzio 1999).

Finalmente, los nutrientes digeridos son absorbidos por el epitelio y transferidos a la circulación. La reabsorción de todas las secreciones digestivas isotónicas, proporcionadas por las glándulas accesorias y la mucosa gastrointestinal, tiene igual o mayor importancia, debido a los grandes volúmenes de electrolitos y agua que se secretan al lumen; la incapacidad para reabsorberlos resultaría en deshidratación y colapso circulatorio, que produciría la muerte en pocas horas. De este modo, la función de absorción, que incluye la absorción de nutrientes y la reabsorción de secreciones endógenas, es el proceso más trascendental del conducto gastrointestinal (Argenzio 1999).

La digestión es un proceso que descompone las moléculas grandes y complejas de muchos nutrientes a sus formas más simples y solubles, susceptibles de ser absorbidas y utilizadas por el organismo. Las dos acciones básicas que integran este proceso son la digestión mecánica y la digestión química (o enzimática). La mecánica se divide en masticación, mezclado y desplazamiento del alimento a lo largo del tracto gastrointestinal. La química consiste en romper los enlaces químicos de los nutrientes complejos mediante hidrólisis catalizada por enzimas. Los tres componentes principales de los alimentos que requieren digestión son los lípidos, los carbohidratos y las proteínas. Para poder ser absorbida, la mayor parte de los lípidos presentes en los alimentos deben ser hidrolizados a glicerol, ácidos grasos libres (AGL) y algunos monoglicéridos y diglicéridos. Los carbohidratos complejos se descomponen en azúcares simples: glucosa, galactosa y fructosa. Las proteínas son hidrolizadas a aminoácidos y algunos dipéptidos. Los alimentos avanzan por el tracto digestivo mediante una serie de contracciones de la pared muscular del tracto gastrointestinal. Los procesos de digestión y absorción comienzan cuando el alimento entra en la boca y finalizan con la excreción de los productos de desecho y de partículas alimenticias no digeridas con las heces (Case *et al*, 2001)

### III) Requerimientos nutricionales de los perros

#### Energía

Las necesidades energéticas diarias de un animal, corresponden a la suma de la energía necesaria para mantener su tasa metabólica en reposo, termogénesis dietaria, actividad muscular voluntaria y temperatura corporal. La tasa metabólica en reposo, se define como la cantidad de energía que se consume al descansar tranquilamente en un lugar cómodo unas horas después de una comida o realizar alguna actividad física (Danforth, *et al.* 1983). La termogénesis inducida por la dieta, es el calor que se produce tras ingerir un alimento (Horton, 1983). Los animales adultos en situación de termoneutralidad, sólo requieren energía suficiente para cubrir su actividad y mantener los procesos metabólicos normales y los depósitos tisulares; a diferencia de los perros adultos en trabajo, o en crecimiento y reproducción, que tienen mayores requerimientos energéticos. Hasta el presente no se ha desarrollado una ecuación exacta, que permita calcular sus necesidades energéticas, debido a la gran variedad de tamaños y pesos en esta especie (Case *et al.*, 2001).

La cantidad de energía consumida por el organismo se correlaciona con la superficie corporal total, la que por unidad de peso, disminuye al aumentar el tamaño del animal. Por tanto, las necesidades energéticas de los perros no se correlacionan bien con su peso corporal. Se correlacionan mejor con el peso elevado a una potencia determinada, lo que se denomina peso corporal metabólico. El peso corporal metabólico tiene en cuenta la diferente superficie corporal entre animales de distinto tamaño (Case *et al.*, 2001).

La ecuación  $EM = 132 \times P^{0.75}$  es un buen estimador para los requerimientos energéticos de un perro adulto en mantención (NRC, 1985). Estos requerimientos, aumentan en algunas fases de la vida, tales como crecimiento, gestación, lactancia, los periodos de trabajo físico intenso y la exposición a condiciones ambientales extremas (Blaza, 1982) (tabla 1).

**Tabla 1** Estimación de los requerimientos energéticos diarios en las diferentes condiciones fisiológicas productivas del perro.

| Fase                                    | Requerimientos energéticos        |
|---|-----------------------------------|
| Posdestete                              | 2 x EM mantención adulto          |
| 40% del peso adulto                     | 1,6 x EM mantención adulto        |
| 80% del peso adulto                     | 1,2 x EM mantención adulto        |
| Final de la gestación                   | 1,25 – 1,5 x EM mantención adulto |
| Lactación                               | 3 x EM mantención adulto          |
| Trabajo físico prolongado               | 2 – 4 x EM mantención adulto      |
| Disminución de la temperatura ambiental | 1,2 – 1,8 x EM mantención adulto  |

Fuente: Case *et al*, 2001

### Proteínas

Se han realizado numerosos estudios sobre los requerimientos proteicos del perro adulto, sin embargo, el uso de diferentes fuentes proteicas y composiciones aminoacídicas, además de las diferentes densidades energéticas de las dietas experimentales, han generado gran confusión. En general, los perros que consumen dietas con fuentes proteicas de alto valor biológico, necesitan que la proteína dietaria, represente alrededor del 4 al 7% de la EM ingerida. No obstante, cuando la dieta contiene fuentes proteicas de inferior calidad, este requerimiento supera el 20% de la EM; lo que equivale al 21% de proteínas en una dieta seca que contenga 3,5 Kcal. EM/g.

Los requerimientos proteicos de los cachorros son significativamente mayores que los de los perros adultos (Schaeffer *et al*, 1989).

### Lípidos

Las necesidades lipídicas de los perros, se relacionan con sus requerimientos de ácidos grasos esenciales (AGE) y con la necesidad de consumir una dieta calóricamente densa. Las grasas aportan 8,5 Kcal. EM/g. y tienen una alta digestibilidad aparente, la que es cercana al 90%. Debido a su digestibilidad y elevado valor energético, el aumento de los lípidos en las

dietas, incrementa considerablemente su densidad energética. Debido a que los animales normalmente son alimentados para cubrir sus necesidades energéticas, el suministro de una dieta muy densa energéticamente, reducirá la cantidad total de alimento requerido por el perro, por lo que, si los restantes nutrientes esenciales, no están equilibrados en relación al contenido energético de la dieta, pueden aparecer múltiples deficiencias nutricionales (Romsos *et al* 1976). Las demandas energéticas son mayores durante las etapas de crecimiento, gestación avanzada, lactancia y en los periodos prolongados o intensos de actividad física. El consumo de una dieta con alta concentración energética; es decir, con alto contenido graso, durante los períodos de altos requerimientos energéticos, permite al perro obtener un adecuado aporte calórico, sin necesidad de que tenga que ingerir altas cantidades de materia seca dietaria. Además, el consumo de una dieta rica en grasa durante el trabajo físico intenso, puede ejercer efectos metabólicos beneficiosos. El consumo por los perros de una dieta rica en grasas parece mejorar su capacidad para utilizar los ácidos grasos como fuente energética, con lo que mejora su resistencia. Es así que la mayoría de los alimentos secos comercializados para perros adultos contienen entre un 5 – 13% de grasa., pero los formulados para los periodos de gestación, lactancia o de trabajo intenso, pueden contener 20% o más de grasas. (Kallfelz *et al* 1989).

### **Hidratos de carbono**

Todos los animales necesitan glucosa como principal fuente aportadora de energía, la que se puede cubrir, ya sea mediante síntesis endógena, o bien, a partir de los carbohidratos dietarios. Las vías gluconeogénicas hepáticas y renales producen glucosa a partir de los ácidos propiónico y láctico, además de glicerol y algunos aminoácidos, y luego la liberan a la sangre, que la transporta a todos los tejidos del organismo. Las vías gluconeogénicas permanecen constantemente activas en las especies carnívoras (Kettlehut *et al* 1978). Es sabido, que el perro puede cubrir sus requerimientos metabólicos de glucosa mediante las vías gluconeogénicas a lo largo de su vida juvenil y adulta, siempre que disponga de grasas y proteínas suficientes en la dieta (Belo *et al* 1976). Sin embargo, se requiere necesariamente de una fuente exógena de carbohidratos durante los periodos de alta demanda metabólica, como son la gestación y la lactancia. Durante la gestación, la necesidad de glucosa es mayor, ya que se trata de una fuente de energía muy importante para el desarrollo fetal. Del mismo modo, en la lactancia, se requiere una mayor cantidad de glucosa para la síntesis de lactosa, que es el disacárido presente en la leche. El que los perros no requieran una fuente de carbohidratos en sus dietas es de poca importancia práctica, ya que la mayoría de los alimentos comercializados contienen un 30 a 60%

de carbohidratos, principalmente en forma de almidón, una fuente energética, que cuando es debidamente procesada, es altamente digestible. (De Wilde *et al*, 1989).

La fibra dietaria, es otro componente carbohidratado, que está presente en los alimentos que tienen ingredientes de origen vegetal. Aunque la fibra dietética no es un nutriente imprescindible, es conveniente incluir cierta cantidad de fibra en la dieta de los animales de compañía para que el tracto gastrointestinal funcione adecuadamente (Bartges *et al* 1997).

En la tabla N° 2 se observan los requerimientos establecidos por A.A.F.C.O. para dietas de perros.

**Tabla 2** Perfiles nutritivos recomendados para las dietas de perros en diferentes condiciones fisiológico productivas. (AAFCO, 2003)

| NUTRIENTE      | UNIDAD | CRECIMIENTO Y REP<br>MINIMO | MANTENCION<br>ADULTO<br>MINIMO | MAXIMO |
|----------------|--------|-----------------------------|--------------------------------|--------|
| PROTEINA       |        | 22,0                        | 18,0                           |        |
| Arginina       | %      | 0,62                        | 0,51                           |        |
| Histidina      | %      | 0,22                        | 0,18                           |        |
| Isoleucina     | %      | 0,45                        | 0,37                           |        |
| Leucina        | %      | 0,72                        | 0,59                           |        |
| Lisina         | %      | 0,77                        | 0,63                           |        |
| Met-Cis        | %      | 0,53                        | 0,43                           |        |
| Fenil-Tiros    | %      | 0,89                        | 0,73                           |        |
| Treonina       | %      | 0,58                        | 0,48                           |        |
| Triptofano     | %      | 0,20                        | 0,16                           |        |
| valina         | %      | 0,48                        | 0,39                           |        |
| GRASA          | %      | 8,0                         | 5,0                            |        |
| Ác. linolenico | %      | 1,0                         | 1,0                            |        |
| MINERALES      |        |                             |                                |        |
| Calcio         | %      | 1,0                         | 0,6                            | 2,5    |
| Fósforo        | %      | 0,8                         | 0,5                            | 1,6    |
| Ca:P           |        | 1:1                         | 1:1                            | 2:1    |
| Potasio        | %      | 0,6                         | 0,6                            |        |
| Sodio          | %      | 0,3                         | 0,06                           |        |
| Cloro          | %      | 0,45                        | 0,09                           |        |
| Magnesio       | %      | 0,04                        | 0,04                           | 0,3    |
| Fierro         | mg/kg  | 80                          | 80                             | 3000   |
| Cobre          | mg/kg  | 7,3                         | 7,3                            | 250    |
| Manganeso      | mg/kg  | 5,0                         | 5,0                            |        |
| Zinc           | mg/kg  | 120                         | 120                            | 1000   |
| Yodo           | mg/kg  | 1,5                         | 1,5                            | 50     |
| Selenio        | mg/kg  | 0,11                        | 0,11                           | 2      |
| VITAMINAS      |        |                             |                                |        |
| Vitamina A     | UI/kg  | 5000                        | 5000                           | 50000  |
| Vitamina D     | UI/kg  | 500                         | 500                            | 5000   |
| Vitamina E     | UI/kg  | 50                          | 50                             | 1000   |
| Tiamina        | mg/kg  | 1,0                         | 1,0                            |        |
| Riboflavina    | mg/kg  | 2,2                         | 2,2                            |        |
| Ác. Pantot.    | mg/kg  | 10                          | 10                             |        |
| Niacina        | mg/kg  | 11,4                        | 11,4                           |        |
| Piridoxina     | mg/kg  | 1,0                         | 1,0                            |        |
| Ácido fólico   | mg/kg  | 0,18                        | 0,18                           |        |
| Vit. B12       | mg/kg  | 0,022                       | 0,022                          |        |

\* Considerando un contenido energético de 3.5 Mcal/Kg MS

#### IV) Características de las dietas para perros

##### Clasificación

Existen múltiples criterios de clasificación de las dietas para perros, entre los que podemos mencionar a los siguientes:

- Según su contenido nutritivo las dietas, se pueden clasificar en completas y balanceadas, es decir, que contienen todos los nutrientes en la cantidad y proporción adecuada, y en golosinas (candies o treats), las que no necesariamente contienen todos los nutrientes en la cantidad y/o proporciones adecuadas (INN, 2001). Cuando las golosinas se dan como única fuente de alimentos, no cubren todos los requerimientos nutritivos. Tiene como principal característica que son de alta palatabilidad (Egaña, 2003).
- Según su contenido de humedad las dietas se pueden clasificar en:
  1. Secas: corresponden a aquellas que en condiciones naturales contienen entre 5 y 12% de humedad, y vienen envasadas principalmente en bolsas, cajas y sacos.
  2. Semihúmedas: tienen entre 15 y 30% de humedad y están envasadas principalmente en bolsas y celofán.
  3. Húmedas: contienen una humedad que oscila entre 72 y 85%; siendo su principal envase latas o envases plásticos (Egaña, 2003).
- También de acuerdo al estado fisiológico del perro al que están dirigidos, las dietas contienen distintas concentraciones de nutrientes específicos, tales como proteínas y grasas, y se pueden clasificar en dos grandes categorías: dietas para crecimiento y reproducción y las dietas para perros adultos en mantención (NCh N° 2546). Adicionalmente, existen otras dietas para perros en edad avanzada o “senior” y para perros con alta actividad física (Corrujeira, 2003). También existen dietas de prescripción o terapéuticas, las que se distinguen de las dietas para perros sanos, por su contenido específico en determinados componentes químicos y/o nutritivos, las que además, tienen un mecanismo especializado para venta, que sólo es en clínicas veterinarias y su etiqueta señala que sólo deben utilizarse bajo control veterinario (Kronfeld, 1994).
- También, existe una clasificación de tipo comercial, que clasifica a las dietas para mascotas en tres categorías: Súper Premium, Premium y Estándar (Corrujeira, 2003), la que se basa en parámetros no objetivizables, como son el tipo de ingredientes y su

calidad, concentración o contenido nutritivo. Las dietas Súper Premium, van dirigidas a propietarios aficionados y profesionales muy preocupados por la nutrición y salud de sus perros. En general, para elaborar estas dietas, se utilizan ingredientes de buena calidad, muy digestibles y con buena o excelente disponibilidad de los nutrientes. Las dietas de la categoría Súper Premium actualmente disponibles en el mercado nacional, son importadas y solo se comercializan en tiendas especializadas y clínicas veterinarias, y suelen ser las de mayor costo, debido a la alta calidad de los ingredientes empleados, presentación (calidad del envase) y marketing. Una propiedad alimentaria de estas dietas Súper Premium, es que debido a su mayor densidad energética, la cantidad requerida de estas dietas para alimentar a un perro, resulta ser menor que la requerida de una dieta de las categorías Premium o Estándar, por lo que el costo por alimentación diaria del perro, puede ser “ocasionalmente” comparable al que se realiza cuando se utilizan esas dietas de menor valor comercial (Egaña, 2003).

Las dietas calidad Premium, utilizan los mismos ingredientes, que las dietas Súper Premium, pero aquellos de mayor costo, son incorporados en menores proporciones, además, utilizan una formulación variable, lo que significa que los ingredientes incluidos en una formulación específica, pueden variar de una partida a otra, dependiendo de la disponibilidad y el costo de cada ingrediente. En general, estas dietas Premium, pueden presentar una ligera menor digestibilidad que la mayoría de las dietas Súper Premium y son comercializadas a nivel nacional a través de cadenas de supermercados. En el mercado nacional existe una gran variedad de marcas comerciales, de dietas de la categoría Premium, la mayoría de las cuales son importadas y solo un pequeño número es de fabricación nacional (Egaña, 2003).

Las dietas de calidad Estándar son fabricadas y comercializadas exclusivamente a nivel nacional y su consideración principal es ser una dieta completa y balanceada, que sea de bajo costo. Por este motivo, es posible que utilicen ingredientes no tradicionalmente utilizados en las dietas para mascotas, aún de baja calidad y además disponen de escasa información experimental sobre la calidad nutritiva y palatabilidad de sus dietas (Huber *et al*, 1985).

## **Regulación**

En Chile, desde el año 2001 rige una norma chilena oficial aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, la que está basada en la norma para Alimentos completos para perros y gatos de la Asociación Americana de Controladores de Alimentos para Animales, (AAFCO *Pet foods regulations, Official Publication* 2003), siendo equivalente con algunas variaciones menores, como son la introducción de una tabla para el muestreo y en su presentación se ha seguido la secuencia de cláusulas que establece NCh2. (INN, 2001).

## **V) Evaluación de las dietas**

La primera medida que justifica la evaluación biológica y química de las dietas para perros, es la gran diversidad y calidad de los ingredientes utilizados en su fabricación, los que pueden diferir en contenido nutritivo, calidad sanitaria y toxicológica, que pueden hacer variar grandemente la calidad de una dieta. Existen diferentes tipos de evaluaciones de las dietas para mascotas con el fin de determinar la disponibilidad de su contenido nutritivo, además de su contenido de EM. (Egaña, 2003).

Además, existe una amplia gama de análisis químicos, los que nos entregan la composición de grupos de nutrientes; tales como: humedad, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas (minerales), fibra cruda presentes en el alimento; además se estima el extracto no nitrogenado, que representa la fracción de carbohidratos solubles del alimento (Case *et al.*, 2001).

También, existen las pruebas emplean animales o también llamadas biológicas, en las que se determina los nutrientes presentes en la dieta que son aprovechados por la mascota, a través de su digestibilidad y/o metabolización. Existe una gran diversidad de ensayos biológicos utilizados en la alimentación de mascotas, como son los de la determinación de la palatabilidad de dietas y la determinación del tipo de heces que defeca un animal, según el tipo de dieta consumida. (Egaña, 2003).

La digestibilidad es un indicador de calidad de la dieta, particularmente en lo referente a su contenido de energía metabolizable, porque determina directamente la proporción de nutrientes aportadores de energía dietaria que son disponibles para el animal. La digestibilidad de cualquier nutriente, mide su absorción durante el paso del alimento por el tracto gastrointestinal (Egaña, 2003).

En los ensayos de digestibilidad en mascotas, los sujetos experimentales, reciben la dieta en evaluación durante un periodo pre experimental de 5 a 7 días, con el objetivo de su acostumbramiento y fijación del consumo de la dieta en evaluación. Una vez finalizado este periodo, y durante 5 a 7 días adicionales, se registra la cantidad de alimento consumido y la cantidad de materia fecal excretada. Por diferencia, entre la cantidad de nutrientes consumidos en la dieta y la cantidad excretada en las heces, se calcula el porcentaje de digestibilidad de cada uno de los nutrientes dietarios de interés. En este tipo de ensayos, se obtienen los coeficientes de digestibilidad aparentes, ya que la materia fecal también contiene productos de desechos procedentes del animal y no de los alimentos (Case *et al.*, 2001).

### **Determinación del contenido energético**

El contenido energético de un alimento o dieta, se mide como EM, que corresponde a la energía bruta (EB) contenida en un alimento, menos las pérdidas energéticas contenidas en la materia fecal y en la orina. Se estima que la EM, corresponde alrededor del 82% de la EB presente en las dietas de mascotas (Corrujeira, 2003).

El contenido de EM de las dietas para perros, también es calculado a partir de fórmulas que utilizan evidencia experimental desarrollada previamente, que emplean para su cálculo, los contenidos de EB promedios de los diferentes nutrientes aportadores de energía dietaria, además de las respectivas estimaciones de los coeficientes de digestibilidad promedio de los nutrientes aportadores de energía. Esta metodología es conocida como "Factores Atwater Modificados" cuya fórmula para estimar la EM es la siguiente:

$$\text{➤ } \mathbf{EM = (PC \times 3,5) + (EE \times 8,5) + (CHO \times 3,5)}.$$

Los Factores Atwater se obtienen de la multiplicación de los contenidos de EB presentes en los diferentes tipos de nutrientes aportadores de energía dietaria; es decir, extracto etéreo, carbohidratos no estructurales y proteínas. Para el caso de las proteínas, al contenido de EB, se le resta el calor de combustión de la urea, la que se origina en la catabolización de los aminoácidos al ser utilizados como fuentes energéticas. El contenido de EB, de cada nutriente específico, se multiplica por sus respectivos coeficiente de digestibilidad promedio en las dietas para mascotas, los que son del 80, 85 y 90% para las proteínas, carbohidratos y grasas, respectivamente (NRC, 1985).

También se utilizan otras fórmulas predictoras del contenido de EM en las dietas para mascotas, las que utilizan diferentes indicadores químicos y/o nutritivos, (Laflamme, 2001), entre las cuales, podemos destacar a las siguientes:

- $EM = (EB \times 1.209) - 1.911$  (Kuhlman *et al.*, 1993)
- $EM = (0.075 \times \text{gr Extracto Etereo}) + 2.766$  (Kuhlman *et al.*, 1993).
- $EM = (EB \times (91,2 - (1,43 \times \% FC)/100)) - (1,04 \times \text{g proteína})$  (Kienzle, 2002).

Las diferentes metodologías para determinar y/o estimar el contenido de EM dietaria siguen siendo controversiales. Es así que se ha comprobado que la utilización de los factores Atwater modificados para calcular la EM de los alimentos comerciales, sobre valora el contenido de EM de algunos alimentos, a la vez que tiende a subestimar el contenido de EM en las dietas de alta calidad (Shields *et al.*, 1994). Por el contrario, el cálculo a partir del contenido de ED, y empleando un factor de corrección para tener en cuenta las pérdidas energéticas urinarias, se aproxima bastante a las cifras de EM obtenidas mediante determinación directa.

$$EM = [(PC \times ((5,65 - 1,25) \times CDPC) + (9,40 \times CDEE) + (4,15 \times CDCHO)] \text{ (Case } et al., 2001).$$

Donde: PC = proteína cruda

CDPC = coeficiente de digestibilidad proteína cruda

CDEE = coeficiente de digestibilidad extracto etéreo

CDCHO = coeficiente de digestibilidad de carbohidratos

## **OBJETIVO GENERAL**

- **Determinar experimentalmente el contenido de energía metabolizable de diferentes dietas para perros adultos y correlacionarlo con el valor predictivo de diferentes ecuaciones de estimación de su contenido que utilizan diferentes indicadores químicos y biológicos.**

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Establecer la composición química proximal de diferentes calidades comerciales de dietas para perros y verificar el cumplimiento del análisis de garantía establecido en el envase respectivo.
2. Determinar el contenido de energía bruta y metabolizable de las dietas para perros.
3. Determinar los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes aportadores de energía dietaria; es decir, proteína cruda, extracto etéreo y extracto no nitrogenado.
4. Comparar distintos estimadores químicos y la metodología biológica como indicadores del contenido de energía metabolizable de las dietas para perros, estableciendo un “ranking” del mejor estimador.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### **1.- Lugar**

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, en el Centro de Investigación en Nutrición y Alimentación de Mascotas (CINAM) el cual dispone de 24 perros de distintas razas, ubicados en caniles individuales.

### **2.- Animales**

Se utilizaron perros adultos de ambos sexos de las razas Beagle, Labrador y Bóxer. Clínicamente sanos y controlados en su peso.

### **3.- Ensayos de digestibilidad**

En cada ensayo, se utilizaron 7 perros distintos seleccionados aleatoriamente, los que fueron alimentados con la dieta a evaluar, que fue suministrada en una cantidad que permita cubrir sus requerimientos energéticos de mantención (132 kcal. /Kg.<sup>0,75</sup>). La duración de cada ensayo fue de 12 días, de los cuales, los 6 iniciales fueron para la adaptación y fijación del consumo de la dieta y los 6 finales de recolección completa de las heces (AAFCO, 2000).

### **4.- Número de ensayos**

En el estudio se realizaron 10 ensayos de digestibilidad de dietas de diferentes marcas comerciales, las que de acuerdo a la clasificación, fueron las siguientes:

- **2 marcas de la categoría Súper Premium:** en esta categoría se encuentran las dietas de mayor valor económico y concentración nutritiva con valores promedio de 4.000 Kcal./Kg. MS de EM y un costo aproximado de US \$ 5,00/Kg. Las marcas evaluadas en esta categoría fueron: “Eukanuba” y “Pro Plan”
- **6 marcas de la categoría Premium:** en esta categoría se encuentran las dietas de venta masiva en supermercados con un promedio de 3.500 Kcal./Kg MS de EM y un costo cercano a los de US\$ 2,00./Kg. Las marcas evaluadas en esta categoría fueron: “Pedigree”, “Pedigree júnior”, “Alpo 4 Sabores”, “Alpo Júnior”, “Champion” y “Master Dog”.

- **2 marcas de la categoría Estándar:** en esta categoría se encuentran los alimentos de menor valor nutritivo y económico, generalmente de venta a granel en ferias libres y otros establecimientos, con un promedio de 3200 Kcal. de EM/Kg MS y un costo de US\$ 1,00./Kg. Las marcas evaluadas en esta categoría fueron: “Doko” y “NB-Hueso”.

## **5.- Alimentación**

Los perros fueron alimentados solo una vez al día. La cantidad de dieta en la etapa de adaptación fue de acuerdo a los requerimientos de mantención de un perro adulto. En la etapa de recolección, el alimento ofrecido fue en una cantidad tal que cubriera alrededor del 80% de los requerimientos de mantención, debido a que los perros en esta etapa, fueron mantenidos en sus caniles durante todo el día, a fin de lograr la recolección total de las heces, por lo tanto no desarrollaron sus actividades físicas habituales.

## **6.- Recolección**

Durante los seis días de recolección de las heces, ésta se realizó al menos 3 veces al día, y las heces se almacenaron en bolsas individuales, las que fueron rotuladas con el nombre del perro, peso, hora y día. Estas muestras fueron congeladas hasta el final del periodo de recolección.

## **7.- Procesamiento de las muestras**

Una vez obtenidas el total de las muestras diarias de heces, fueron secadas en una estufa de circulación forzada de aire a 60° C por un periodo de 3 a 4 días. Para posteriormente ser molidas y mezcladas para formar un “pool” fecal de cada perro para su posterior análisis.

## **8.- Análisis de laboratorio**

En cada ensayo se recolectaron 2 muestras de la dieta en evaluación para su análisis químico proximal. Los alimentos y las heces fueron sometidos a un análisis químico proximal en el cual se determinaron: materia seca, fibra cruda, cenizas, extracto etéreo y lípidos totales por hidrólisis ácida y el extracto no nitrogenado se calculó por sustracción. Todos los análisis se realizaron usando las metodologías analíticas aprobadas (AOAC, 1995).

El contenido de energía bruta de las dietas y heces fueron analizadas en una bomba calorimétrica adiabática de tipo balística (Gallenkamp).

Las muestras de las dietas y heces, fueron analizadas en el laboratorio de nutrición animal del departamento de Fomento de la Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y el análisis en bomba calorimétrica se realizó en los laboratorios del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile.

### 9.- Cálculo de digestibilidad aparente

Una vez obtenidos los resultados del laboratorio se calculó el coeficiente de digestibilidad aparente para cada nutriente usando la siguiente formula:

$$\text{CDa \%} = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

### 10.- Cálculo de Energía Metabolizable

El cálculo de la energía Metabolizable se realizó utilizando las siguientes fórmulas que incluyen diferentes indicadores químicos y biológicos:

**10.1.-** Determinación experimental de la energía metabolizable a través de ensayos de digestibilidad sin recolección de orina utilizando el contenido de energía bruta y proteínas del alimento y las heces (AAFCO, 2003):

$$\text{EM} = \frac{(\text{A} \times \text{B}) - (\text{C} \times \text{D}) - [(\text{B} \times \text{E}/100) - (\text{D} \times \text{F}/100)] \times \text{G}}{\text{B}} \quad (\text{AAFCO}, 2000)$$

Donde:

A = Energía bruta del alimento (Kcal/g)

B = Cantidad de alimento consumido (g)

C = Energía bruta de las heces (Kcal/g)

D = Cantidad de heces recolectadas (g)

E = Proteína en alimento (g)

F = Proteína en heces (g)

G = Factor de corrección en perros (1,25 Kcal/g)

**10.2.-** Fórmula de estimación de la energía metabolizable utilizando los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes obtenidos en un ensayo de digestibilidad:

$$EM = (PC \times ((5,65 - 1,25) \times CDPC) + (9,40 \times CDEE) + (4,15 \times CDCHO)] \text{ (AAFCO;2003)}$$

Donde:

EM = energía metabolizable (Kcal/Kg)

CD = coeficiente de digestibilidad (%)

PC = proteína cruda (g) \* Kg<sup>-1</sup>

EE = extracto etéreo (g) \* Kg<sup>-1</sup>

CHO = carbohidratos no estructurales (g) \* Kg<sup>-1</sup>

**10.3.-** Fórmula de estimación de la energía metabolizable utilizando los factores Atwater modificados, esta es la fórmula mas utilizada:

$$EM \text{ (Kcal/Kg)} = [(PC * 3,5) + (EE * 8,5) + (CHO * 3,5)] \text{ (NRC, 1985)}$$

**10.4.-** Fórmula de estimación de la EM utilizando solamente la energía bruta del alimento:

$$EM \text{ (Kcal/Kg)} = [(Energía Bruta \times 1.209) - 1.911] \text{ (Kuhlman } et al., 1993)$$

**10.5.-** Fórmula de estimación de la EM utilizando solamente el extracto etéreo del alimento:

$$EM \text{ (Kcal/Kg)} = [(0.075 \times g. \text{ Extracto Etéreo}) + 2.766] \text{ (Kuhlman } et al., 1993)$$

**10.6.-** Fórmula de estimación de la EM utilizando el contenido de energía bruta, fibra cruda y proteínas en el alimento:

$$EM \text{ (Kcal/Kg)} = [(EB \times (91,2 - (1,43 \times \% \text{ FC})/100) - (1,04 \times g \text{ proteína})] \text{ (Kienzle, 2002).}$$

## **11.- Análisis estadístico**

Las composiciones químicas y los contenidos de Energía Metabolizable las diez dietas y de las tres categorías fueron analizadas a través de un ANDEVA y se determinó la diferencia mínima significativa a través de la prueba de Fisher, utilizando el programa computacional InStat 3 y Microsoft Office XP.

Los resultados de la determinación experimental del contenido de Energía Metabolizable de las dietas, fueron correlacionados utilizando el coeficiente de Pearson con los valores de Energía Metabolizable calculados a partir de las diferentes ecuaciones estimadoras de su contenido.

Se aplicó una prueba de T Student (t) para evaluar la significancia de la correlación observada entre las variables ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

### 1) Clasificación de las dietas evaluadas

Los resultados entregados, están ordenados en base a la clasificación comercial de las dietas. La identificación individual de las dietas evaluadas (tabla 3) se realizó a través de un número, correspondiendo cada dieta a las siguientes categorías comerciales:

**Tabla 3** Clasificación comercial de las dietas evaluadas

| Tipo Comercial | Número | Marca comercial |
|----------------|--------|-----------------|
| Estándar       | 1      | Doko            |
|                | 2      | NB-Hueso        |
| Premium        | 3      | Pedigree        |
|                | 4      | Alpo 4 Sabores  |
|                | 5      | Master Dog      |
|                | 6      | Champion        |
|                | 7      | Alpo Júnior     |
|                | 8      | Pedigree Júnior |
| Súper Premium  | 9      | Eukanuba        |
|                | 10     | Pro Plan        |

### 2) Caracterización química de las dietas evaluadas

#### 2.1) Energía Bruta (EB).

Los análisis de las dietas evaluadas, demostraron que existen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre sus contenidos de EB. Entre las distintas categorías de dietas, el contenido de EB fue mayor en las dietas Súper Premium seguido por las dietas Premium y el menor fue el de las dietas Estándar, a pesar que entre estas dos últimas categorías, la diferencia no alcanzó

significancia estadística ( $p \geq 0,05$ ). A su vez, dentro de cada categoría, también se comprobó que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) (tabla 4).

**Tabla 4** Contenido de Energía Bruta de las tres categorías comerciales de las dietas para perros evaluadas (Kcal/g MS)

| Categoría de dieta | Dieta                   | EB Kcal/g                       |
|--------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Estándar           | 1                       | 4,559 ± 0,09 <sup>a</sup>       |
|                    | 2                       | 4,706 ± 0,03 <sup>bc</sup>      |
|                    | <b>Promedio</b>         | <b>4,630 ± 0,10<sup>A</sup></b> |
| Premium            | 3                       | 4,549 ± 0,05 <sup>a</sup>       |
|                    | 4                       | 4,759 ± 0,05 <sup>c</sup>       |
|                    | 5                       | 4,582 ± 0,04 <sup>ab</sup>      |
|                    | 6                       | 4,673 ± 0,02 <sup>abc</sup>     |
|                    | 7                       | 4,790 ± 0,02 <sup>c</sup>       |
|                    | 8                       | 5,096 ± 0,08 <sup>d</sup>       |
|                    | <b>Promedio</b>         | <b>4,740 ± 0,19<sup>A</sup></b> |
| Súper Premium      | 9                       | 4,748 ± 0,07 <sup>c</sup>       |
|                    | 10                      | 5,350 ± 0,05 <sup>e</sup>       |
|                    | <b>Promedio</b>         | <b>5,050 ± 0,35<sup>B</sup></b> |
|                    | <b>Promedio general</b> | <b>4,781 ± 0,25</b>             |

a,b,c,d,e: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre dietas ( $p \leq 0,05$ )

A,B: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre categorías de dietas ( $p \leq 0,05$ )

## 2.2) Análisis químico proximal

Los análisis químicos proximales realizados, de las dietas evaluadas (tabla 5), demostraron que estas cumplen las especificaciones nutricionales para el contenido de proteína cruda y extracto etéreo establecidas por la Norma Chilena Oficial de Alimentos completos para perros y gatos (NCh 2546) y por la AAFCO 2005, de las dietas para perros.

La comparación de los contenidos nutritivos determinados analíticamente en las dietas, con el correspondiente análisis de garantía entregado por sus fabricantes, demostró, que en la totalidad de ellas, se respetaron los límites máximos y/o mínimos entregados, para los

contenidos de materia seca, proteína cruda y extracto no nitrogenado. A diferencia, el contenido lipídico, medido como extracto etéreo presentó una tendencia a que la mayoría de las dietas, independiente de su categoría comercial, no cumplieran el contenido mínimo garantizado, oscilando su contenido entre el 97 y 72% de lo garantizado.

El contenido de cenizas en la gran mayoría de las dietas, presentó concentraciones inferiores a las entregadas como límite máximo en el análisis de garantía (tabla 5).

El análisis químico proximal de los diferentes tipos comerciales de dietas, demostró que las diferencias observadas entre sus contenidos de materia seca y cenizas, fueron menores. Pero sí hubo diferencias entre los contenidos de proteína, fibra cruda y lípidos totales, mostrando una tendencia al incremento de la proteína cruda y lípidos totales en las dietas de mayor valor comercial, y lo inverso ocurrió con el contenido de la fibra cruda dietaria.

En los análisis estadísticos de las composiciones químicas proximales de las dietas, se observaron los siguientes resultados para los diferentes componentes químicos:

**Materia Seca (MS):** existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los contenidos de MS de las diferentes categorías de dietas evaluadas, siendo éste mayor en las dietas de las categorías Premium y Súper Premium que en las Estándar. También dentro de una misma categoría, se detectaron diferencias significativas entre sus contenidos de MS ( $p \leq 0,05$ ).

**Proteína Cruda:** no se presentaron diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) al comparar el contenido promedio de proteína cruda de las tres categorías comerciales de dietas, pero sí las hubo entre los contenidos individuales de las distintas dietas evaluadas dentro de cada categoría comercial de dietas ( $p \leq 0,05$ ).

**Fibra Cruda:** para este componente, se observaron las diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los contenidos de las distintas categorías comerciales, siendo estos mayores en las dietas de la categoría Estándar, seguido de las dietas de la categoría Súper Premium y finalmente el menor contenido de fibra cruda se observó en las dietas Premium. El contenido de fibra cruda de las dietas de una misma categoría comercial, también presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Extracto Etéreo:** al comparar las diferentes categorías comerciales, solo se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los contenidos de las categorías Estándar y Premium con los de la categoría Súper Premium, siendo estos últimos significativamente mayores ( $p \leq 0,05$ ). Dentro de cada categoría comercial de dieta, también se presentaron algunas diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Cenizas:** Al comparar el contenido de cenizas entre las distintas categorías comerciales de las dietas evaluadas, no se observó una tendencia significativa ( $p \geq 0,05$ ); a pesar, que dentro de cada categoría comercial, se observaron algunas diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en el contenido de cenizas de las dietas.

**Extracto no Nitrogenado:** al comparar su contenido en las distintas categorías comerciales de dietas, se comprobó que el promedio de las dietas de la categoría Estándar no fue diferente al de las categoría Premium y Súper Premium, pero sí hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el contenido de las categorías Premium y Súper Premium, siendo esta última categoría la que presentó el mas bajo contenido. Individualmente, se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) sólo dentro de la categoría Premium, no así, en las categorías Estándar y Súper Premium (tabla 5).

| Categoría de Dieta | NUTRIENTE % BS |                         |      |                         |      |                        |      |                         |      |                        |      |                          |      |
|--------------------|----------------|-------------------------|------|-------------------------|------|------------------------|------|-------------------------|------|------------------------|------|--------------------------|------|
|                    | Dieta          | Materia Seca            |      | Proteína Cr.            |      | Fibra Cruda            |      | Extr. Etéreo            |      | Cenizas                |      | Ext. No Nitr.            |      |
|                    |                | A.Q.P.                  | A.G. | A.Q.P.                  | A.G. | A.Q.P.                 | A.G. | A.Q.P.                  | A.G. | A.Q.P.                 | A.G. | A.Q.P.                   | A.G. |
| Estándar           | 1              | 92,2 <sup>cd</sup>      | 88,0 | 24,2 <sup>b</sup>       | 21,0 | 6,0 <sup>f</sup>       | 5,0  | 8,6 <sup>de</sup>       | 9,0  | 8,5 <sup>de</sup>      | 9,0  | 52,8 <sup>c</sup>        | 44,0 |
|                    | 2              | 89,2 <sup>a</sup>       | 88,0 | 25,4 <sup>c</sup>       | 21,0 | 6,4 <sup>f</sup>       | 5,0  | 8,5 <sup>cd</sup>       | 10,0 | 7,2 <sup>c</sup>       | 10,0 | 52,5 <sup>c</sup>        | 42,0 |
|                    | <b>Prom</b>    | <b>90,7<sup>A</sup></b> |      | <b>24,8<sup>A</sup></b> |      | <b>6,2<sup>C</sup></b> |      | <b>8,6<sup>A</sup></b>  |      | <b>7,9<sup>A</sup></b> |      | <b>52,7<sup>AB</sup></b> |      |
| Premium            | 3              | 92,9 <sup>e</sup>       | 88,0 | 23,4 <sup>ab</sup>      | 19,0 | 2,2 <sup>ab</sup>      | 3,0  | 5,1 <sup>a</sup>        | 7,0  | 5,6 <sup>a</sup>       | 12,0 | 63,8 <sup>e</sup>        | 47,0 |
|                    | 4              | 92,2 <sup>cd</sup>      | 88,0 | 23,5 <sup>ab</sup>      | 21,0 | 2,8 <sup>bc</sup>      | 5,0  | 7,7 <sup>bc</sup>       | 9,0  | 8,2 <sup>d</sup>       | 8,2  | 57,7 <sup>d</sup>        | 44,8 |
|                    | 5              | 92,6 <sup>de</sup>      | 90,0 | 23,1 <sup>a</sup>       | 22,0 | 4,0 <sup>d</sup>       | 4,0  | 5,6 <sup>a</sup>        | 8,0  | 5,1 <sup>a</sup>       | 10,0 | 62,2 <sup>e</sup>        | 46,0 |
|                    | 6              | 93,7 <sup>f</sup>       | 88,0 | 27,6 <sup>d</sup>       | 24,0 | 3,2 <sup>c</sup>       | 3,5  | 9,4 <sup>e</sup>        | 8,0  | 9,8 <sup>f</sup>       | 9,0  | 49,9 <sup>b</sup>        | 43,5 |
|                    | 7              | 91,9 <sup>bc</sup>      | 88,0 | 30,8 <sup>f</sup>       | 23,0 | 2,0 <sup>a</sup>       | 5,0  | 11,2 <sup>f</sup>       | 10,0 | 9,0 <sup>e</sup>       | 8,2  | 47,1 <sup>a</sup>        | 41,8 |
|                    | 8              | 91,4 <sup>b</sup>       | 88,0 | 29,5 <sup>e</sup>       | 25,0 | 1,9 <sup>a</sup>       | 3,0  | 7,1 <sup>b</sup>        | 7,5  | 7,2 <sup>c</sup>       | 11,0 | 54,3 <sup>c</sup>        | 41,5 |
|                    | <b>Prom</b>    | <b>92,5<sup>B</sup></b> |      | <b>26,3<sup>A</sup></b> |      | <b>2,7<sup>A</sup></b> |      | <b>7,7<sup>A</sup></b>  |      | <b>7,5<sup>A</sup></b> |      | <b>55,8<sup>B</sup></b>  |      |
| Súper Premium      | 9              | 93,0 <sup>e</sup>       | 90,0 | 26,8 <sup>d</sup>       | 25,0 | 4,9 <sup>e</sup>       | 5,0  | 13,3 <sup>g</sup>       | 16,0 | 7,3 <sup>c</sup>       | 7,4  | 47,6 <sup>ab</sup>       | 36,6 |
|                    | 10             | 94,1 <sup>f</sup>       | 88,0 | 30,3 <sup>ef</sup>      | 26,0 | 3,1 <sup>c</sup>       | 3,0  | 14,6 <sup>h</sup>       | 15,0 | 6,3 <sup>b</sup>       | 7,0  | 45,9 <sup>a</sup>        | 37,0 |
|                    | <b>Prom</b>    | <b>93,6<sup>B</sup></b> |      | <b>28,6<sup>A</sup></b> |      | <b>4,0<sup>B</sup></b> |      | <b>13,9<sup>B</sup></b> |      | <b>6,8<sup>A</sup></b> |      | <b>46,8<sup>A</sup></b>  |      |

**Tabla 5** Análisis químico proximal (A.Q.P) de las tres categorías comerciales de las dietas evaluadas y su comparación con el correspondiente análisis de garantía (A.G).(g/100g dieta)

a,b,c,d,e,f,g,h: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre dietas. ( $p \leq 0,05$ )

A,B,C: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre categorías de dietas. ( $p \leq 0,05$ )

### 3) Ensayos de Digestibilidad de las dietas

#### 3.1) Animales

##### 3.1.1) Peso de los Animales:

Los pesos vivos promedio de los grupos de perros utilizados en los diferentes ensayos de digestibilidad, presentaron pequeñas variaciones durante la realización de los ensayos de digestibilidad, como se comprueba a través de la diferencia entre los pesos iniciales y finales (tabla 6), lo que avala que la cantidad de dieta suministrada en los ensayos estuvo muy cercana a sus requerimientos energéticos de mantención. En el caso de las dietas 2, 4 y 9 la gran desviación estándar en los pesos promedio, se debió a que en esos ensayos se utilizaron perros con pesos muy disímiles.

**Tabla 6** Pesos iniciales y finales de los perros utilizados en los diferentes ensayos de digestibilidad de las tres categorías comerciales de dietas para perros (Kg).

| Categoría     | Dieta | Peso promedio inicial | Peso promedio Final | Diferencia promedio de peso |
|---------------|-------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|
| Estándar      | 1     | 13,2 ± 2,3            | 13,1 ± 2,2          | -0,1 ± 0,2                  |
|               | 2     | 19,7 ± 8,7            | 19,8 ± 9,0          | 0,0 ± 0,5                   |
| Premium       | 3     | 13,2 ± 2,2            | 13,1 ± 2,1          | -0,1 ± 0,1                  |
|               | 4     | 19,4 ± 8,4            | 19,6 ± 8,6          | 0,2 ± 0,4                   |
|               | 5     | 13,1 ± 2,2            | 12,8 ± 2,1          | -0,3 ± 0,2                  |
|               | 6     | 13,3 ± 2,1            | 13,1 ± 2,1          | -0,2 ± 0,1                  |
|               | 7     | 14,3 ± 3,9            | 14,1 ± 3,7          | -0,2 ± 0,2                  |
|               | 8     | 26,2 ± 3,7            | 26,0 ± 3,7          | -0,2 ± 0,5                  |
| Súper Premium | 9     | 19,1 ± 8,5            | 19,2 ± 8,5          | 0,1 ± 0,3                   |
|               | 10    | 13,7 ± 2,4            | 13,4 ± 2,3          | -0,3 ± 0,2                  |

### 3.1.2) Consumo de las dietas:

El consumo promedio diario de materia seca fue muy distinto entre los diferentes tipos de dieta, y con grandes desviaciones estándar, lo que se explica porque estos fueron de acuerdo a su peso físico. Sin embargo, al expresar estos consumos en relación al consumo por unidad de peso metabólico, se observó un consumo relativamente parejo de las distintas dietas en los diferentes ensayos de digestibilidad realizados (tabla 7).

**Tabla 7** Consumo promedio diario de materia seca (g) y por unidad de peso metabólico (g./Kg<sup>0.75</sup>) de las dietas evaluadas de las tres categorías comerciales de dietas para perros en los diferentes ensayos de digestibilidad

| Categoría     | Dieta | Consumo Promedio diario de MS | Consumo promedio diario de MS por Kg <sup>0.75</sup> |
|---------------|-------|-------------------------------|--|
| Estándar      | 1     | 181,8 ± 14,8                  | 26,5 ± 2,3   |
|               | 2     | 234,5 ± 78,1                  | 25,6 ± 1,5   |
| Premium       | 3     | 239,5 ± 87,0                  | 34,1 ± 9,0   |
|               | 4     | 244,5 ± 78,8                  | 27,0 ± 1,4   |
|               | 5     | 181,8 ± 14,8                  | 26,8 ± 2,1   |
|               | 6     | 180,7 ± 20,0                  | 26,3 ± 2,0   |
|               | 7     | 179,8 ± 35,1                  | 24,8 ± 0,7   |
|               | 8     | 290,8 ± 26,6                  | 25,3 ± 1,7   |
| Súper Premium | 9     | 196,6 ± 65,9                  | 21,8 ± 1,4   |
|               | 10    | 157,3 ± 15,1                  | 22,4 ± 1,9   |

### 3.1.3) Excreción fecal:

La excreción de materia seca fecal estuvo directamente relacionada a la ingesta dietaria y se observó una tendencia a una disminución de la excreción fecal en las dietas de mejor calidad según la categoría comercial. La dieta numero 2, perteneciente a la categoría Estándar, presentó una mayor excreción fecal, debido a su alto contenido de fibra cruda y a la baja digestibilidad de sus nutrientes (Tabla 8).

**Tabla 8** Producción diaria, total y por UPM de materia seca fecal de las dietas evaluadas en los ensayos de digestibilidad de las tres categorías comerciales de las dietas para perros (g/MS/perro/día).

| Categoría     | Dieta | Producción Fecal Diaria (g) | Producción Fecal Total (g) | Producción fecal Total por Kg <sup>0,75</sup> (g) |
|---------------|-------|-----------------------------|----------------------------|---|
| Estándar      | 1     | 45,6 ± 4,10                 | 273,4 ± 24,6               | 39,6 ± 3,6  |
|               | 2     | 78,1 ± 25,6                 | 468,5 ± 153,8              | 49,8 ± 16,4                                       |
| Premium       | 3     | 40,9 ± 14,7                 | 245,1 ± 88,4               | 35,5 ± 12,8                                       |
|               | 4     | 46,8 ± 14,1                 | 280,6 ± 84,4               | 30,2 ± 9,1  |
|               | 5     | 43,8 ± 3,70                 | 262,7 ± 21,9               | 38,6 ± 3,2  |
|               | 6     | 39,5 ± 4,70                 | 236,9 ± 28,1               | 34,3 ± 4,1  |
|               | 7     | 39,9 ± 6,80                 | 239,3 ± 40,9               | 32,8 ± 5,6  |
|               | 8     | 40,8 ± 3,40                 | 244,6 ± 20,5               | 21,3 ± 1,8  |
| Súper Premium | 9     | 36,2 ± 11,2                 | 217,1 ± 67,0               | 23,9 ± 7,4  |
|               | 10    | 32,3 ± 5,50                 | 194,0 ± 33,1               | 27,3 ± 4,7  |

### 3.2) Análisis químico de las fecas

#### 3.2.1) Contenido de Energía Bruta

Al comparar las distintas categorías de dietas para perros, se observó que las categorías Estándar y Súper Premium no mostraron diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre sus contenidos de energía bruta fecal (Tabla 9). Además, dentro de la misma categoría comercial de dietas, existieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en el contenido de EB fecal.

**Tabla 9** Contenido de Energía Bruta fecal en los diferentes ensayos de digestibilidad de las tres categorías comerciales de dietas para perros (Kcal/g).

| Categoría     | Dieta           | Energía bruta (kcal/g) |
|---------------|-----------------|------------------------|
| Estándar      | 1               | 3,465 ± 0,17 c         |
|               | 2               | 3,770 ± 0,06 e         |
|               | <b>Promedio</b> | <b>3,620 B</b>         |
| Premium       | 3               | 3,610 ± 0,08 d         |
|               | 4               | 3,062 ± 0,06 a         |
|               | 5               | 3,604 ± 0,09 d         |
|               | 6               | 3,011 ± 0,07 a         |
|               | 7               | 3,234 ± 0,06 b         |
|               | 8               | 3,104 ± 0,08 a         |
|               | <b>Promedio</b> | <b>3,270 A</b>         |
| Súper Premium | 9               | 3,278 ± 0,15 b         |
|               | 10              | 3,716 ± 0,09 e         |
|               | <b>Promedio</b> | <b>3,500 B</b>         |

a,b,c,d,e: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre dietas ( $p \leq 0,05$ )

A,B: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre categorías de dietas ( $p \leq 0,05$ )

### 3.2.2) Análisis químico Proximal

Las composiciones químico proximal de las fecas, mostraron poca variabilidad en el contenido nutritivo para los diferentes ensayos (Tabla 10)

**Tabla 10** Análisis químico proximal de las fecas obtenidas en los diferentes ensayos de digestibilidad realizados con las tres categorías comerciales de las dietas para perros evaluadas (g/100g MS).

| Dieta | MS %       | PC %       | EE %      | FC %       | ENN %      | CEN %      |
|-------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| 1     | 33,8 ± 0,9 | 18,5 ± 0,8 | 2,3 ± 0,3 | 12,4 ± 0,5 | 38,8 ± 1,7 | 28,0 ± 0,8 |
| 2     | 25,6 ± 1,2 | 18,3 ± 0,9 | 2,8 ± 0,7 | 14,1 ± 0,4 | 48,9 ± 1,3 | 15,8 ± 0,5 |
| 3     | 35,7 ± 2,8 | 23,7 ± 1,8 | 3,6 ± 0,5 | 10,7 ± 0,3 | 40,0 ± 1,5 | 22,0 ± 0,3 |
| 4     | 36,4 ± 4,8 | 20,3 ± 1,3 | 2,2 ± 0,3 | 11,3 ± 0,5 | 32,5 ± 0,9 | 33,8 ± 0,6 |
| 5     | 33,3 ± 1,4 | 21,9 ± 0,8 | 2,9 ± 0,3 | 15,4 ± 0,2 | 43,3 ± 1,6 | 16,6 ± 0,6 |
| 6     | 36,0 ± 1,8 | 21,9 ± 1,8 | 2,4 ± 0,4 | 10,5 ± 0,5 | 29,2 ± 2,9 | 36,0 ± 0,9 |
| 7     | 36,8 ± 1,9 | 25,1 ± 1,1 | 2,2 ± 0,3 | 7,7 ± 0,5  | 30,1 ± 2,6 | 34,9 ± 2,0 |
| 8     | 38,2 ± 2,0 | 28,2 ± 0,9 | 3,6 ± 0,1 | 7,3 ± 0,8  | 21,8 ± 1,3 | 39,1 ± 1,0 |
| 9     | 35,2 ± 3,5 | 23,9 ± 0,8 | 3,2 ± 0,3 | 13,7 ± 0,4 | 31,4 ± 0,8 | 28,2 ± 0,6 |
| 10    | 35,2 ± 2,3 | 24,0 ± 1,1 | 5,0 ± 0,7 | 9,0 ± 0,5  | 37,4 ± 1,4 | 24,6 ± 0,7 |

### 3.3) Digestibilidad de las dietas.

La digestibilidad de las diferentes fracciones nutritivas de las dietas evaluadas, presentaron una muy baja variabilidad entre perros, lo que se comprueba por la pequeña desviación estándar de las digestibilidades de los diferentes nutrientes evaluados en las dietas evaluadas.

Las digestibilidades de las fracciones nutritivas evaluadas en las dietas de las tres categorías comerciales, demostraron que las dietas de las categorías Súper Premium y Premium presentaron coeficientes ligeramente mayores ( $p \leq 0,05$ ) que las dietas Estándar para la materia seca, las que fueron del 81,5; 81,2 y 71,8% para las dietas Súper Premium, Premium y Estándar respectivamente. Un comportamiento similar, se observó para la digestibilidad de la proteína cruda dietaria, las que alcanzaron al: 85,1; 84,1 y 80,8% en las dietas de las categorías Súper Premium, Premium y Estándar, respectivamente. El extracto no nitrogenado también mostró la misma tendencia, es decir, su digestibilidad fue mayor en las dietas Premium y Súper Premium que en las dietas de la categoría Estándar ( $p \leq 0,05$ ). Para el caso del extracto etéreo dietario, sus digestibilidades fueron significativamente mayores ( $p \leq 0,05$ ) en las dietas Súper Premium que en las Premium y Estándar, en las que alcanzaron al 94,8; 92,9 y 92,2%, respectivamente, siendo similar la digestibilidad del extracto etéreo en estas dos últimas categorías dietarias. ( $p \leq 0,05$ ) La digestibilidad de la fibra cruda dietaria, presentó un comportamiento inverso a las digestibilidades antes descritas, ya que esta fue mayor ( $p \leq 0,05$ ) en las dietas Súper Premium y Estándar que la de las dietas de la categoría Premium. A diferencia de lo observado para las digestibilidades anteriormente descritas, las de las cenizas totales fueron similares ( $p \geq 0,05$ ) en las tres categorías de dietas (tabla 11).

El análisis de los resultados, también demostró que las digestibilidades de las diferentes fracciones nutritivas presentaron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) dentro de una misma categoría dietaria, las que se describen a continuación:

**Materia Seca:** la digestibilidad de la materia seca de las diferentes dietas presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), las que no presentaron una clara tendencia entre las diferentes categorías comerciales de dietas. Dentro de las categorías Estándar y Premium, se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en las digestibilidades de la materia seca, pero no dentro de las dietas de la categoría Súper Premium. ( $p \geq 0,05$ )

**Proteína Cruda:** las digestibilidades de esta fracción en las dietas de la categoría Súper Premium, fueron similares, pero no dentro de dietas de las categorías Premium y Estándar, las que presentaron pequeñas diferencias significativas dentro de cada grupo ( $p \leq 0,05$ ).

**Extracto Etéreo:** los coeficientes de digestibilidad aparente del extracto etéreo dentro de cada categoría de dieta presentaron pequeñas diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Fibra Cruda:** la digestibilidad de la fibra cruda mostró diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las dietas de las categorías Estándar y Premium, pero no, entre las dietas de la categoría Estándar y Súper Premium. Se observaron también diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) sólo dentro de las categorías Estándar y Premium.

**Extracto no Nitrogenado:** se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en su digestibilidad dentro de las tres categorías comerciales de dietas.

**Cenizas:** hubo pequeñas diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) dentro de las tres categorías de dietas evaluadas (Tabla 11).

**Tabla 11** Digestibilidad aparente de los nutrientes materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto no nitrogenado (ENN) y cenizas (CEN), en las tres categorías comerciales de las dietas evaluadas (%).

| Categoría     | Dieta                 | MS                             | PC                             | EE                             | FC                             | ENN                            | CEN                            |
|---------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Estándar      | 1                     | 75,2 ± 0,83 <sup>b</sup>       | 82,4 ± 0,81 <sup>b</sup>       | 93,8 ± 0,81 <sup>cd</sup>      | 52,3 ± 2,83 <sup>d</sup>       | 83,1 ± 0,97 <sup>b</sup>       | 24,3 ± 3,3 <sup>ab</sup>       |
|               | 2                     | 68,6 ± 6,24 <sup>a</sup>       | 79,1 ± 3,86 <sup>a</sup>       | 90,6 ± 1,45 <sup>b</sup>       | 35,7 ± 13,6 <sup>c</sup>       | 72,9 ± 5,88 <sup>a</sup>       | 36,3 ± 12,4 <sup>de</sup>      |
|               | <b>Promedio</b>       | <b>71,8 ± 5,48<sup>A</sup></b> | <b>80,8 ± 3,18<sup>A</sup></b> | <b>92,2 ± 2,02<sup>A</sup></b> | <b>43,9 ± 12,8<sup>B</sup></b> | <b>77,9 ± 6,67<sup>A</sup></b> | <b>30,3 ± 10,7<sup>A</sup></b> |
| Premium       | 3                     | 83,8 ± 1,65 <sup>ef</sup>      | 84,4 ± 1,76 <sup>bc</sup>      | 89,1 ± 1,44 <sup>a</sup>       | 25,0 ± 8,40 <sup>b</sup>       | 90,3 ± 1,15 <sup>e</sup>       | 39,2 ± 6,6 <sup>e</sup>        |
|               | 4                     | 81,2 ± 1,71 <sup>de</sup>      | 84,8 ± 2,20 <sup>c</sup>       | 95,1 ± 0,77 <sup>ef</sup>      | 29,6 ± 4,50 <sup>bc</sup>      | 90,1 ± 0,86 <sup>e</sup>       | 27,8 ± 5,6 <sup>abcd</sup>     |
|               | 5                     | 76,7 ± 0,99 <sup>bc</sup>      | 79,3 ± 1,32 <sup>a</sup>       | 88,6 ± 1,23 <sup>a</sup>       | 15,8 ± 4,68 <sup>a</sup>       | 84,8 ± 0,81 <sup>b</sup>       | 28,8 ± 3,5 <sup>abcd</sup>     |
|               | 6                     | 79,7 ± 1,05 <sup>d</sup>       | 84,3 ± 1,98 <sup>bc</sup>      | 94,9 ± 1,02 <sup>de</sup>      | 35,1 ± 3,53 <sup>c</sup>       | 88,5 ± 0,90 <sup>de</sup>      | 27,4 ± 4,6 <sup>abc</sup>      |
|               | 7                     | 79,0 ± 2,30 <sup>cd</sup>      | 83,7 ± 1,60 <sup>bc</sup>      | 96,1 ± 0,70 <sup>f</sup>       | 22,8 ± 11,9 <sup>ab</sup>      | 87,2 ± 2,01 <sup>cd</sup>      | 22,4 ± 9,30 <sup>a</sup>       |
|               | 8                     | 86,5 ± 1,00 <sup>f</sup>       | 88,1 ± 0,80 <sup>d</sup>       | 93,6 ± 0,60 <sup>c</sup>       | 52,1 ± 5,60 <sup>d</sup>       | 95,0 ± 0,50 <sup>f</sup>       | 32,1 ± 5,9 <sup>bcde</sup>     |
|               | <b>Promedio</b>       | <b>81,2 ± 3,56<sup>B</sup></b> | <b>84,1 ± 3,04<sup>B</sup></b> | <b>92,9 ± 3,14<sup>A</sup></b> | <b>30,1 ± 13,3<sup>A</sup></b> | <b>89,3 ± 3,37<sup>B</sup></b> | <b>29,6 ± 7,8<sup>A</sup></b>  |
| Súper Premium | 9                     | 81,8 ± 2,86 <sup>de</sup>      | 84,7 ± 2,72 <sup>c</sup>       | 95,9 ± 0,66 <sup>ef</sup>      | 52,3 ± 7,48 <sup>d</sup>       | 88,8 ± 1,71 <sup>de</sup>      | 34,3 ± 10,4 <sup>cde</sup>     |
|               | 10                    | 81,1 ± 2,60 <sup>de</sup>      | 85,5 ± 1,70 <sup>c</sup>       | 93,6 ± 1,50 <sup>c</sup>       | 47,0 ± 6,40 <sup>d</sup>       | 85,1 ± 2,01 <sup>bc</sup>      | 28,1 ± 11,7 <sup>abcd</sup>    |
|               | <b>Promedio</b>       | <b>81,5 ± 2,64<sup>B</sup></b> | <b>85,1 ± 2,23<sup>B</sup></b> | <b>94,8 ± 1,64<sup>B</sup></b> | <b>49,7 ± 7,21<sup>B</sup></b> | <b>86,9 ± 2,64<sup>B</sup></b> | <b>31,2 ± 11,1<sup>A</sup></b> |
|               | <b>Promedio Total</b> | <b>79,4 ± 5,0</b>              | <b>83,6 ± 2,7</b>              | <b>93,1 ± 2,7</b>              | <b>36,8 ± 13,5</b>             | <b>86,6 ± 5,9</b>              | <b>30,1 ± 5,3</b>              |

a,b,c,d,e,f: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre dietas ( $p \leq 0,05$ ).

A,B: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre categorías de dietas ( $p \leq 0,05$ ).

#### **4) Contenido de Energía Metabolizable de las tres categorías comerciales de las dietas evaluadas**

Se entregan los contenidos de EM de las diferentes dietas evaluadas, determinados experimentalmente y también los valores estimados a partir del uso de diferentes indicadores biológicos y componentes químico nutritivos.

##### **4.1) Determinación experimental.**

Al comparar el contenido de EM determinado experimentalmente en las dietas evaluadas y la recomendación establecida por la AAFCO 2003 para el contenido energético de las dietas secas de perros, se observó que las dos dietas de la categoría Súper Premium presentaron un contenido energético superior al mínimo recomendado por la AAFCO 2003 que es de 3.500 Kcal EM / Kg de dieta. De las seis dietas evaluadas pertenecientes a la categoría Premium, la gran mayoría (5) también presentó un contenido de EM superior a la recomendación de AAFCO 2003 y solo una dieta de esta categoría, tuvo un contenido de EM solo ligeramente inferior (3.490 Kcal/Kg) a la recomendación AAFCO. A diferencia, en las dietas de la categoría Estándar, los contenidos de EM de las dos dietas evaluadas, fueron inferiores en intensidad variable al mínimo recomendado.

El análisis estadístico, demostró que existieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los contenidos de EM de las diferentes categorías comerciales de dietas, como también existieron entre las dietas de una misma categoría comercial. Los contenidos promedios de EM fueron de 3.320, 3.820 y 4.060 Kcal/Kg dieta en las categorías Estándar, Premium y Súper Premium, respectivamente (tabla 12)

**Tabla 12** Contenidos de Energía Metabolizable en las tres categorías comerciales de dietas para perros, determinados según procedimiento AAFCO 2003 (Kcal/Kg)

| <b>Categoría</b>     | <b>Dieta</b>    | <b>Energía Metabolizable<br/>Kcal/Kg.</b> |
|----------------------|-----------------|---|
| <b>Estándar</b>      | 1               | 3445 ± 0,06 b                             |
|                      | 2               | 3196 ± 0,23 a                             |
|                      | <b>Promedio</b> | <b>3320 ± 0,21 A</b>                      |
| <b>Premium</b>       | 3               | 3691 ± 0,05 c                             |
|                      | 4               | 3926 ± 0,04 d                             |
|                      | 5               | 3490 ± 0,04 b                             |
|                      | 6               | 3731 ± 0,03 c                             |
|                      | 7               | 3752 ± 0,08 c                             |
|                      | 8               | 4341 ± 0,02 e                             |
|                      | <b>Promedio</b> | <b>3820 ± 0,27 B</b>                      |
| <b>Súper Premium</b> | 9               | 3859 ± 0,09 d                             |
|                      | 10              | 4267 ± 0,12 e                             |
|                      | <b>Promedio</b> | <b>4060 ± 0,24 C</b>                      |

a,b,c,d,e: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre dietas( $p \leq 0,05$ )

A,B,C: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre categorías de dietas( $p \leq 0,05$ )

#### **4.2) Fórmula de los Factores Atwater Modificados utilizando la digestibilidad aparente real de los nutrientes.**

Al comparar este procedimiento de estimación del contenido de EM dietario, con su determinación experimental, se observó que en general, tiende a subestimar ligeramente el contenido de EM dietario, el que osciló entre valores del 89,0 y el 101, 1% de los valores de EM determinados experimentalmente. En 8 de las dietas evaluadas los contenidos de EM calculados a través de los

factores Atwater modificados, fueron inferiores a los contenidos de EM determinados experimentalmente, particularmente en las dietas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 10 (Tabla 13).

#### **4.3) Fórmula de los factores Atwater Modificados.**

Se comprobó que la fórmula del cálculo de la EM que utiliza los factores Atwater modificados, tiende a subestimar la EM contenida en las dietas para perros, debido a que en la mayoría de las actuales dietas, los coeficientes de digestibilidad aparente de los nutrientes aportadores de la energía dietaria, son mayores a los que se utilizan en esta fórmula. Solo en el caso de la dieta N° 2, esta fórmula de cálculo del contenido de la EM sobrestimó el contenido de EM, debido a la baja digestibilidad aparente de su contenido de extracto no nitrogenado, la que solo fue del 72,9%, en comparación con la digestibilidad estimada del 85% para este nutriente en la fórmula original (Tabla 13)

#### **4.4) Fórmula que utiliza el contenido de energía bruta de la dieta.**

Con esta fórmula no se observó una tendencia a sobre o subestimar el contenido de Energía Metabolizable, ya que sólo se utilizó para su cálculo la Energía Bruta de la dieta, por lo tanto, depende exclusivamente de estos valores (Tabla 13).

#### **4.5) Fórmula que utiliza el contenido de Extracto Etéreo de la dieta.**

Esta fórmula tendió a subestimar los valores de Energía Metabolizable determinados experimentalmente, debido a que utiliza como indicador el extracto etéreo solamente, por lo tanto, no resulta un buen estimador (Tabla 13).

#### **4.6) Fórmula que utiliza la energía bruta, fibra cruda y proteína cruda de la dieta.**

Esta fórmula no muestra una tendencia clara de sobre o subestimación según la categoría del alimento, esto se puede deber a que utiliza mas indicadores (EB, PC, FC) que el resto de las fórmulas, por lo tanto, tiene una mayor objetividad (Tabla 13).

**Tabla 13** Estimaciones del contenido de energía metabolizable (kcal/kg) mediante el uso de distintos procedimientos experimentales y de fórmulas de predicción de su contenido.

| <b>Categoría</b>                 | <b>Dieta</b> | <b>A</b>   | <b>B</b>   | <b>C</b>   | <b>D</b>   | <b>E</b>   | <b>F</b>   |
|----------------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Estándar</b>                  | 1            | 3445       | 3403       | 3426       | 3600       | 3411       | 3515       |
|                                  | 2            | 3196       | 3130       | 3449       | 3779       | 3404       | 3597       |
| <b>Premium</b>                   | 3            | 3691       | 3641       | 3486       | 3589       | 3149       | 3762       |
|                                  | 4            | 3926       | 3678       | 3497       | 3843       | 3344       | 3905       |
|                                  | 5            | 3490       | 3402       | 3462       | 3629       | 3186       | 3677       |
|                                  | 6            | 3731       | 3641       | 3512       | 3739       | 3471       | 3761       |
|                                  | 7            | 3752       | 3788       | 3679       | 3880       | 3606       | 3911       |
|                                  | 8            | 4341       | 3865       | 3537       | 4250       | 3299       | 4203       |
| <b>Súper Premium</b>             | 9            | 3859       | 3901       | 3735       | 3830       | 3764       | 3719       |
|                                  | 10           | 4267       | 3991       | 3908       | 4557       | 3861       | 4327       |
| <b>Promedio ± desv. estándar</b> |              | 3770 ± 354 | 3644 ± 266 | 3569 ± 155 | 3870 ± 308 | 3450 ± 233 | 3838 ± 257 |

Donde:

A: Procedimiento Experimental, AAFCO 2003

B: Factores Atwater modificados utilizando la digestibilidad experimental de los nutrientes

C: factores Atwater

D: Fórmula que utiliza el contenido de energía bruta de la dieta

E: Fórmula que utiliza el contenido de Extracto etéreo de la dieta

F: Fórmula que utiliza la energía bruta, fibra cruda y proteína cruda de la dieta.

## 5) Cálculo del coeficiente de correlación.

Para calcular la correlación entre el contenido de EM dietario determinado experimentalmente, con las distintas fórmulas predictoras del contenido de energía metabolizable en las dietas, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) y se realizó la respectiva prueba de significancia para cada coeficiente.

El análisis de correlación dió como resultado (tabla 14) que la fórmula que más se ajustó a los valores de energía metabolizable determinados experimentalmente, fue para la ecuación que utiliza el contenido de energía bruta, fibra cruda y proteína cruda dietarios, con un coeficiente de correlación ( $r$ ) de 0,9117, seguido de la fórmula de predicción que emplea los factores Atwater del contenido de energía bruta de los nutrientes aportadores de energía con los coeficientes reales experimentales de digestibilidad de cada uno de estos ( $r = 0,9030$ ); continua, en orden decreciente con un menor coeficiente de correlación, la ecuación que utiliza el contenido de energía bruta de la dieta ( $r = 0,8004$ ), siguiéndole la fórmula de los Factores Atwater modificados ( $r = 0,6182$ ) y por último la fórmula que utiliza el contenido de Extracto etéreo de la dieta con un  $r$  igual a 0,3533 (Tabla 14).

**Tabla 14** Coeficiente de correlación entre las distintas fórmulas estimadoras del contenido de EM con el procedimiento experimental de determinación de la Energía Metabolizable establecido por A.A.F.C.O para las dietas para perros.

Criterio de rechazo de H0:

Se fijó un  $\alpha = 0,05$ , con un 95% de confiabilidad.

|          | <b>B</b>                  | <b>C</b>                  | <b>D</b>                  | <b>E</b>                 | <b>F</b>                  |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <b>A</b> | r = 0,9030*<br>p = 0,0003 | r = 0,6182*<br>p = 0,0568 | r = 0,8004*<br>p = 0,0054 | r = 0,3533<br>p = 0,3166 | r = 0,9117*<br>p = 0,0002 |

\* indica significancia

n = 10  $\alpha = 0,05$

A: Procedimiento experimental AAFCO, 2003

B: Fórmula de los Factores Atwater modificados utilizando la digestibilidad de los nutrientes obtenido en el ensayo de digestibilidad

C: Fórmula de los factores Atwater Modificados

D: Fórmula que utiliza el contenido de energía bruta de la dieta

E: Fórmula que utiliza el contenido de Extracto etéreo de la dieta

F: Fórmula que utiliza la energía bruta, fibra cruda y proteína cruda de la dieta.

## DISCUSIÓN

Las distintas empresas fabricantes de dietas secas para perros utilizan en su producción condiciones y equipos relativamente similares, que corresponden a extrusores de diferentes calidades. Adicionalmente, emplean un número reducido de ingredientes, los que normalmente no superan a los diez para cada dieta, los que varían, dentro de rangos estrechos de incorporación. Esta pequeña variabilidad en el tipo de ingredientes y condiciones de procesamiento explicaría al menos parcialmente que a pesar de utilizar diferentes ingredientes, los contenidos de EB de las dietas pertenecientes a las categorías Estándar y Premium no presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

También conviene resaltar que el nutriente que puede aumentar de manera importante el contenido de EB de las dietas, son los lípidos, ya sean estos grasas o aceites, lo que se demuestra en las dietas de la categoría Súper Premium, que contienen un significativo ( $p \leq 0,05$ ) mayor porcentaje de lípidos, lo que explica su mayor contenido de EB.

El análisis químico proximal de las dietas evaluadas, demostró que la totalidad cumplió con las diferentes recomendaciones nutricionales para dietas de perros establecidas en la NCh 2546 y por la AAFCO,2003. Sin embargo, la comparación del análisis químico proximal, con los respectivos análisis de garantía, indicado en los envases, se comprobaron algunas diferencias, especialmente para el contenido extracto etéreo, que en la mayoría de las dietas evaluadas, el contenido determinado fue menor al garantizado.

Los coeficientes de digestibilidad aparente determinados experimentalmente en las diferentes dietas evaluadas para los nutrientes dietarios aportadores de energía, oscilaron entre 79,1 y 88,1; 88,6 y 96,1 y 72,9 y 95,0 % para la proteína cruda; extracto etéreo y extracto no nitrogenado, respectivamente. Al comparar estos coeficientes de digestibilidad obtenidos experimentalmente, con los utilizados en los factores Atwater modificados, que son del 80, 85 y 90% para la proteína cruda, extracto no nitrogenado y extracto etéreo respectivamente, se comprueba, que las digestibilidades que presentan las actuales dietas, tienden a ser superiores que las estimadas en los factores Atwater, como se demostró en la gran mayoría de las dietas evaluadas, las que presentaron digestibilidades de los nutrientes aportadores de energía dietaria, ligeramente superiores a las calculadas. Además, existió una tendencia a que las digestibilidades de los diferentes nutrientes dietarios, fueran mayores en las dietas de mejor categoría comercial; es así que para la digestibilidad de la proteína cruda en las dietas Estándar fue del 80,8% la que

se incrementó al 84,1 y 85,1% en las dietas de la categoría Premium y Súper Premium, respectivamente. Algo similar, pero aún con efectos más marcados, se observó para el extracto no nitrogenado, el que de una digestibilidad del 77,9% en las dietas de la categoría Estándar, se incrementó a 89,3 y 86,9% en las dietas Premium y Súper Premium, respectivamente, no siendo diferente la digestibilidad en estas dos últimas categorías ( $p \geq 0,05$ ) Para el extracto etéreo, también se presentaron diferencias en digestibilidad entre las diferentes categorías comerciales, siendo mayor ( $p \leq 0,05$ ) su digestibilidad en las dietas Súper Premium y no entre las dietas Estándar y Premium. ( $p \geq 0,05$ ). La diferente digestibilidad de los nutrientes aportadores de energía dietaria, es un claro indicador de calidad de los ingredientes utilizados en la fabricación de las diferentes categorías comerciales de dietas, los que aumentan en la medida que mejora la categoría comercial de la dieta.

La comparación de los coeficientes de digestibilidad obtenidos experimentalmente para los diferentes nutrientes aportadores de energía, con los considerados en los factores de Atwater modificados, demuestra que estos, en general, se ajustan a las digestibilidades experimentales obtenidas para las dietas de la categoría Estándar, pero las digestibilidades obtenidas en las dietas de la categoría Premium y Súper Premium, tienden a ser mayores que los utilizados en los factores Atwater; como lo demuestran las digestibilidades aparentes de la proteína cruda fueron de 84,1 y 85,1% para las dietas Premium y Súper Premium, respectivamente. Algo similar ocurrió con la digestibilidad del extracto etéreo, la que fue ligeramente superior al 90%, que es el coeficiente de digestibilidad, utilizado en el cálculo de los factores Atwater modificados, siendo del 92 y 93% para las dietas Estándar y Premium, respectivamente. A diferencia, en las dietas Súper Premium, el coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo, fue cercano al 95% el que fue significativamente mayor ( $p \leq 0,05$ ) al de las restantes categorías de dietas.

Si analizamos el promedio de los coeficientes de digestibilidad aparente de los nutrientes aportadores de energía dietaria, sin considerar a las categorías comerciales, estos alcanzaron al 83,6; 93,1; y 86,6% para la proteína cruda, extracto etéreo y extracto no nitrogenado, respectivamente, los que cumplen con los mínimos establecidos por AAFCO 2003.

Para la energía metabolizable, se observó una clara y significativa tendencia ( $p \leq 0,05$ ) a incrementar sus contenidos en las dietas de mejor calidad comercial.

Las distintas fórmulas de predicción del contenido de EM de las dietas para perros, presentaron un diferente valor predictivo. Es así, que la fórmula predictora que utiliza sólo el

extracto etéreo de la dieta fue el que menos se ajusta a la determinación experimental y presentó el menor coeficiente de correlación ( $r = 0,3533$ ). La fórmula de los factores Atwater modificados, si bien es la más utilizada por lo simple de sus cálculos, obtuvo un coeficiente de correlación ( $r = 0,6182$ ) siendo inferior al de otras fórmulas estimadoras, como es la que utiliza el contenido de EB de la dieta ( $r = 0,8004$ ), luego la fórmula de los factores Atwater modificados, pero utilizando la digestibilidad real de los nutrientes ( $r = 0,9030$ ) y por último la fórmula que mejor se ajusta a la determinación experimental es la creada por Kienzle (2002), que utiliza múltiples indicadores como la EB, fibra cruda y proteína cruda dietarias, logrando ajustar más los resultados, ( $r = 0,9117$ )

## CONCLUSIONES

- 1.- La composición química proximal de las dietas evaluadas de las diferentes categorías comerciales, demostró que no existe una clara asociación entre la calidad comercial y el contenido nutritivo de las dietas para perros.
  
- 2.- La digestibilidad de las principales fracciones nutritivas aportadoras de energía dietaria, tendió a aumentar en las dietas de mayor calidad comercial
  
- 3.- Los valores de Energía Metabolizable determinados experimentalmente, mostraron una significativa tendencia ( $p \leq 0,05$ ) a aumentar en las dietas de mayor categoría comercial.
  
- 4.- La formula de los factores Atwater modificados utilizada para estimar el contenido de EM de las dietas para perros, tiende a subestimar los valores de energía metabolizable, especialmente en las dietas de mejor calidad, debido a la mayor digestibilidad que presentaron sus nutrientes aportadores de energía dietaria.
  
- 5.- De las formulas predictoras evaluadas del contenido de energía metabolizable de las dietas, la que tiene el mejor ajuste con la determinación experimental, es la que utiliza una mayor cantidad de indicadores químicos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **A.A.F.C.O. 2003.** Association of American Feed Control Officials. Oficial publication. Atlanta, USA. pp 135-154
- **ANÓN. 2003.** Alimentos para mascotas. El Mercurio, Santiago, Chile, 6 noviembre. B-3
- **A.O.A.C. 1995.** Method of Analysis for Nutrition Labeling. AOAC International. Arlington Virginia, USA. pp 69-105
- **ARGENZIO, R. 1999.** Funciones generales del conducto gastro intestinal y su control e integración. **In:** Swenson M.;\_Reece W. 1999. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. 2ª ed. Editorial Limusa SA. Distrito Federal, México. pp. 301 – 303.
- **BARTGES, J.; ANDERSON, W. 1997.** Dietary fiber. Vet. Clin. Nutr. 4: 25- 28. **In:** Case, L. P.; Carey, D. P.; Hirakawa, D. A.; Daristotle, L. 2001. Nutrición Canina y Felina. Guía para profesionales de los animales de compañía. 2ª ed. Ediciones Harcourt S.A. Madrid, España. 92p
- **BELO, P.; ROMSOS, D.; LEVEILLE, G. 1976.** Influence of diet on glucose tolerance, on the rate of glucose utilization and on gluconeogenic enzyme activities in the dog. J of Nutr. 106: 1465-1472.
- **BLAZA S. 1982.** Energy requirements of dogs in cold conditions. Can Pract. 9. 10 - 15
- **CASE, L.P.; CAREY, D.P.; HIRAKAWA, D.A.; DARISTOTLE, L. 2001.** Nutrición Canina y Felina. Guía para profesionales de los animales de compañía. 2ª ed. Ediciones Harcourt S.A. Madrid, España. pp 165 – 170

- **CORRUJEIRA, M. 2003.** Nutrición Canina y Felina. **In:** Curso Electivo Nutrición, Alimentación y su Reglamentación para Perros y Gatos. Santiago, Chile. 2° semestre 2003. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. pp. 75-81
  
- **DANFORTH, E.; LANDSBERG, L. 1983.** Energy expenditure and its regulation. In: obesity contemporary issues in clinical nutrition. M.R.C. Greenwood. New York. **In:** Case, L. P.; Carey, D. P.; Hirakawa, D. A.; Daristotle, L. 2001. Nutrición Canina y Felina. Guía para profesionales de los animales de compañía. 2ª ed. Ediciones Harcourt S.A. Madrid, España. 76p.
  
- **DE WILDE, R.; JANSEN, T. 1989.** The use of different sources of raw and heated starch in the ration of weaned kittens. In: Burger, I; River, J. Nutrition of the cat and dog. Cambridge University Press. New York . USA..
  
- **EGAÑA, J. 2003.** Clasificación y evaluación de dietas. **In:** Curso Electivo Nutrición, Alimentación y su Reglamentación para Perros y Gatos. Santiago, Chile. 2° semestre 2003. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias.
  
- **HAND, M. S.; THATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P. 2000.** nutrición Clínica en Pequeños Animales. 4ª ed. Inter-Médica S.A.I.C.I. Buenos Aires, Rep. Argentina. 127p.
  
- **HORTON E. 1983.** An overview of the assessment and regulation of energy balance in humans. Am J Clin Nutr. 38. 972 – 977.
  
- **HUBER, T.; WILSON, R.; Mc GARTY, S. 1985.** Variations in digestibility of dry dog foods with identical label guaranteed analysis. J of Am An Hosp. Association. 22: 571-575.
  
- **INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN CHILE. 2001.** Norma Chilena Oficial N° 2546.Of 2001 Alimentos completos para perros y gatos – Requisitos y rotulación. 10 julio 2001.

- **KALLFELZ , F.; DZANIS, D. 1989.** Overnutrition: an epidemia problem in pet animal practice?. Veterinary Clinical North American Small Animal Practice. 19: 433 – 446.
- **KETTLEHUT, I.; FOSS, M.; MIGLIORINI, R. 1978.** Glucose homeostasis in a carnivorous animal and in rats fed a high protein diet. Am J Phis. 239: 115-121.
- **KIENZLE, E. 2002.** Further Developments in the Prediction of Metabolizable Energy in Pet Food. J. Nutr. 132(1796-1798).
- **KRONFELD, D. 1994.** Health claims for pet foods: particulars. J Am Vet Medical Assoc. 205: 174-177
- **KUHLMAN, G.; LAFLAME, D. P.; BALLAM, J. M., 1993.** Fel. Pract. 21, 16. **In:** Laflame, D. P., 2001. Determining metabolizable energy content in commercial pet foods. J. Anim. Physiol. &. Anim. Nutr. 85(2001): 222-230.
- **LAFLAMME, D. P. 2001.** Determining metabolizable energy content in commercial pet foods. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 85(2001): 222-230.
- **LATIN PANEL. 2005.** Alimentos para mascotas, total país enero – diciembre 2004. Mercado mayorista. Las últimas noticias 25/03/2005. Santiago, Chile.
- **LAZAR, V. 1990.** Dog food history. Pet food industry. Sep/oct 1990 10-44. **In:** Case, L. P.; Carey, D. P.; Hirakawa, D. A.; Daristotle, L. 2001. Nutrición Canina y Felina. Guía para profesionales de los animales de compañía. 2ª ed. Ediciones Harcourt S.A. Madrid, España. 143p
- **NATIONAL RESEARCH COUNCIL U.S. 1985.** Nutrient Requirements of Domestic Animals, Nutrient Requirements of Dogs. National Academy Press. Washington DC USA. 2p.
- **ROMSOS D.; BELO P.; BENNINK M. 1976.** Effects of dietary carbohydrate, fat and protein on growth, body composition and blood metabolite levels in the dog. J. Nutr.106. 1452 – 1464.

- **SCHAEFFER M.; ROGERS Q.; MORRIS J. 1989.** Protein in the nutrition of dogs and cats. In: Burger H.; Rivers J. Nutrition of the dog and cat. Cambridge University Press. New York, USA. **In:** Case, L. P.; Carey, D. P.; Hirakawa, D. A.; Daristotle, L. 2001. Nutrición Canina y Felina. Guía para profesionales de los animales de compañía. 2ª ed. Ediciones Harcourt S.A. Madrid, España. 103p.
  
- **SHIELDS, R. G.; KIGIN, P. D.; IZQUIERDO, J. A., 1994.** Counting calories: caloric claims-measuring digestibility and metabolizable energy. Pet Food Ind, 4-10, enero 1994. **In:** Case, L. P.; Carey, D. P.; Hirakawa, D. A.; Daristotle, L. 2001. Nutrición Canina y Felina. Guía para profesionales de los animales de compañía. 2ª ed. Ediciones Harcourt S.A. Madrid, España. pp. 165 – 170.
  
- **SWENSON, M.; REECE, W. 1999.** Fisiología de los animales domésticos de Dukes. 2ª edición. Editorial Limusa SA. Distrito federal. México. pp. 301-303.

## ANEXOS

### Anexo 1

Pesos individuales de los perros en cada dieta evaluada

**Tabla 15** Pesos promedios iniciales y finales de los perros utilizados en los diferentes ensayos de digestibilidad (Kg).

| Dieta | Perro | Peso inicial<br>Kg. | Peso Final<br>Kg. | Diferencia<br>Kg. |
|-------|-------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 1     | 1     | 15,2                | 15,3              | 0,1               |
| 1     | 2     | 16                  | 15,7              | -0,3              |
| 1     | 3     | 9,2                 | 9,4               | 0,2               |
| 1     | 4     | 14,1                | 13,9              | -0,2              |
| 1     | 5     | 11,7                | 11,7              | 0                 |
| 1     | 6     | 12,5                | 12,4              | -0,1              |
| 1     | 7     | 14                  | 13,6              | -0,4              |
|       |       |                     |                   |                   |
| 2     | 1     | 14,3                | 14,8              | 0,5               |
| 2     | 2     | 31,9                | 32,5              | 0,6               |
| 2     | 3     | 25,5                | 25,9              | 0,4               |
| 2     | 4     | 13,1                | 12,5              | -0,6              |
| 2     | 5     | 8,1                 | 7,9               | -0,2              |
| 2     | 6     | 17,5                | 17,3              | -0,2              |
| 2     | 7     | 27,7                | 27,4              | -0,3              |
|       |       |                     |                   |                   |
| 3     | 1     | 15,3                | 15,3              | 0                 |
| 3     | 2     | 15,8                | 15,5              | -0,3              |
| 3     | 3     | 9,3                 | 9,4               | 0,1               |
| 3     | 4     | 13,9                | 13,6              | -0,3              |
| 3     | 5     | 11,8                | 11,7              | -0,1              |
| 3     | 6     | 12,5                | 12,4              | -0,1              |
| 3     | 7     | 14                  | 13,8              | -0,2              |

Tabla 15: Continuación

| Dieta | Perro | Peso inicial<br>Kg. | Peso Final<br>Kg. | Diferencia<br>Kg. |
|-------|-------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 4     | 1     | 13,7                | 13,9              | 0,2               |
| 4     | 2     | 30,3                | 30,9              | 0,6               |
| 4     | 3     | 25,6                | 26,5              | 0,9               |
| 4     | 4     | 8                   | 8,2               | 0,2               |
| 4     | 5     | 17,2                | 17,4              | 0,2               |
| 4     | 6     | 27,3                | 27                | -0,3              |
| 4     | 7     | 13,4                | 13,1              | -0,3              |
|       |       |                     |                   |                   |
| 5     | 1     | 15,2                | 15                | -0,2              |
| 5     | 2     | 15,7                | 15,2              | -0,5              |
| 5     | 3     | 9,4                 | 9,3               | -0,1              |
| 5     | 4     | 13,9                | 13,6              | -0,3              |
| 5     | 5     | 11,7                | 11,6              | -0,1              |
| 5     | 6     | 12,4                | 12                | -0,4              |
| 5     | 7     | 13,6                | 13,1              | -0,5              |
|       |       |                     |                   |                   |
| 6     | 1     | 15,5                | 15,4              | -0,1              |
| 6     | 2     | 15,5                | 15,3              | -0,2              |
| 6     | 3     | 9,5                 | 9,4               | -0,1              |
| 6     | 4     | 13,8                | 13,3              | -0,5              |
| 6     | 5     | 11,9                | 11,7              | -0,2              |
| 6     | 6     | 12,6                | 12,4              | -0,2              |
| 6     | 7     | 14                  | 13,9              | -0,1              |
|       |       |                     |                   |                   |
| 7     | 1     | 16,1                | 15,8              | -0,3              |
| 7     | 2     | 9,2                 | 9,2               | 0                 |
| 7     | 3     | 14,4                | 14,2              | -0,2              |
| 7     | 4     | 11,8                | 11,8              | 0                 |
| 7     | 5     | 12,9                | 12,9              | 0                 |
| 7     | 6     | 13,9                | 13,8              | -0,1              |
| 7     | 7     | 21,6                | 21                | -0,6              |

Tabla 15: Continuación

| Dieta | Perro | Peso inicial<br>Kg. | Peso Final<br>Kg. | Diferencia<br>Kg. |
|-------|-------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 8     | 1     | 32,3                | 31,9              | -0,4              |
| 8     | 2     | 27,6                | 28,2              | 0,6               |
| 8     | 3     | 29                  | 28,5              | -0,5              |
| 8     | 4     | 21,6                | 21                | -0,6              |
| 8     | 5     | 23,1                | 23,3              | 0,2               |
| 8     | 6     | 25,2                | 24,6              | -0,6              |
| 8     | 7     | 24,5                | 24,3              | -0,2              |
|       |       |                     |                   |                   |
| 9     | 1     | 13,8                | 13,5              | -0,3              |
| 9     | 2     | 30,7                | 30,5              | -0,2              |
| 9     | 3     | 26                  | 26,5              | 0,5               |
| 9     | 4     | 12,7                | 12,7              | 0                 |
| 9     | 5     | 7,7                 | 8,1               | 0,4               |
| 9     | 6     | 17,1                | 17,1              | 0                 |
| 9     | 7     | 26                  | 26,3              | 0,3               |
|       |       |                     |                   |                   |
| 10    | 1     | 15,4                | 15,1              | -0,3              |
| 10    | 2     | 16,5                | 15,9              | -0,6              |
| 10    | 3     | 15,7                | 15,5              | -0,2              |
| 10    | 4     | 9,6                 | 9,4               | -0,2              |
| 10    | 5     | 13,9                | 13,5              | -0,4              |
| 10    | 6     | 11,9                | 11,8              | -0,1              |
| 10    | 7     | 13,2                | 12,8              | -0,4              |

## Anexo 2

Consumo de materia seca individual por perro en cada dieta evaluada

**Tabla 16** Consumos individuales de las diferentes dietas evaluadas en los diferentes ensayos de digestibilidad tal como ofrecido (TCO), materia seca (g) y por unidad de peso metabólico (g./Kg<sup>0.75</sup>)

| Dieta | Perro | Consumo TCO | Consumo MS | Consumo por UPM (Kg <sup>0.75</sup> ) |
|-------|-------|-------------|------------|---------------------------------------|
| 1     | 1     | 1080        | 995,8      | 157,4                                 |
| 1     | 2     | 1080        | 995,8      | 150,2                                 |
| 1     | 3     | 1260        | 1161,7     | 146,2                                 |
| 1     | 4     | 1260        | 1161,7     | 160,5                                 |
| 1     | 5     | 1080        | 995,8      | 187,0                                 |
| 1     | 6     | 1260        | 1161,7     | 162,3                                 |
| 1     | 7     | 1260        | 1161,7     | 150,5                                 |
|       |       |             |            |                                       |
| 2     | 1     | 2100        | 1873,2     | 155,8                                 |
| 2     | 2     | 1200        | 1070,4     | 158,2                                 |
| 2     | 3     | 1500        | 1338,0     | 157,1                                 |
| 2     | 4     | 2100        | 1873,2     | 138,6                                 |
| 2     | 5     | 840         | 749,3      | 157,5                                 |
| 2     | 6     | 2100        | 1873,2     | 164,1                                 |
| 2     | 7     | 1200        | 1070,4     | 143,7                                 |
|       |       |             |            |                                       |
| 3     | 1     | 2086        | 1937,9     | 250,5                                 |
| 3     | 2     | 2340        | 2173,9     | 276,3                                 |
| 3     | 3     | 992         | 921,6      | 172,4                                 |
| 3     | 4     | 1970        | 1830,1     | 256,3                                 |
| 3     | 5     | 1080        | 1003,3     | 158,1                                 |
| 3     | 6     | 1160        | 1077,6     | 162,6                                 |
| 3     | 7     | 1200        | 1114,8     | 154,9                                 |

Tabla 16: continuación.

| Dieta | Perro | Consumo TCO | Consumo MS | Consumo por UPM (Kg <sup>0.75</sup> ) |
|-------|-------|-------------|------------|---------------------------------------|
| 4     | 1     | 1200        | 1110,0     | 155,0                                 |
| 4     | 2     | 2100        | 1942,5     | 163,3                                 |
| 4     | 3     | 1200        | 1110,0     | 159,8                                 |
| 4     | 4     | 2100        | 1942,5     | 168,5                                 |
| 4     | 5     | 900         | 832,5      | 173,4                                 |
| 4     | 6     | 2100        | 1942,5     | 149,3                                 |
| 4     | 7     | 1500        | 1387,5     | 163,6                                 |
|       |       |             |            |                                       |
| 5     | 1     | 1080        | 995,8      | 157,9                                 |
| 5     | 2     | 1080        | 995,8      | 152,5                                 |
| 5     | 3     | 1260        | 1161,7     | 149,1                                 |
| 5     | 4     | 1260        | 1161,7     | 162,7                                 |
| 5     | 5     | 1080        | 995,8      | 186,2                                 |
| 5     | 6     | 1260        | 1161,7     | 166,3                                 |
| 5     | 7     | 1260        | 1161,7     | 151,7                                 |
|       |       |             |            |                                       |
| 6     | 1     | 1020        | 955,7      | 150,1                                 |
| 6     | 2     | 1020        | 955,7      | 143,8                                 |
| 6     | 3     | 1260        | 1180,6     | 151,9                                 |
| 6     | 4     | 1260        | 1180,6     | 167,2                                 |
| 6     | 5     | 1020        | 955,7      | 177,3                                 |
| 6     | 6     | 1260        | 1180,6     | 163,6                                 |
| 6     | 7     | 1260        | 1180,6     | 151,5                                 |
|       |       |             |            |                                       |
| 7     | 1     | 1020        | 936,9      | 147,2                                 |
| 7     | 2     | 1080        | 992,0      | 145,7                                 |
| 7     | 3     | 1620        | 1488,0     | 150,1                                 |
| 7     | 4     | 1200        | 1102,2     | 149,9                                 |
| 7     | 5     | 900         | 826,7      | 156,5                                 |
| 7     | 6     | 1140        | 1047,1     | 145,8                                 |
| 7     | 7     | 1260        | 1157,3     | 145,0                                 |

Tabla 16: continuación.

| Dieta | Perro | Consumo TCO | Consumo MS | Consumo por UPM (Kg <sup>0.75</sup> ) |
|-------|-------|-------------|------------|---------------------------------------|
| 8     | 1     | 1980        | 1808,7     | 145,7                                 |
| 8     | 2     | 2100        | 1918,4     | 142,2                                 |
| 8     | 3     | 1980        | 1808,7     | 162,3                                 |
| 8     | 4     | 1920        | 1753,9     | 144,5                                 |
| 8     | 5     | 1550        | 1415,9     | 142,8                                 |
| 8     | 6     | 1980        | 1808,7     | 164,8                                 |
| 8     | 7     | 1860        | 1699,1     | 160,7                                 |
|       |       |             |            |                                       |
| 9     | 1     | 1680        | 1562,4     | 135,1                                 |
| 9     | 2     | 1020        | 948,6      | 141,0                                 |
| 9     | 3     | 1200        | 1116,0     | 132,7                                 |
| 9     | 4     | 1680        | 1562,4     | 120,1                                 |
| 9     | 5     | 600         | 558,0      | 118,4                                 |
| 9     | 6     | 1680        | 1562,4     | 134,7                                 |
| 9     | 7     | 1020        | 948,6      | 133,6                                 |
|       |       |             |            |                                       |
| 10    | 1     | 900         | 846,9      | 132,6                                 |
| 10    | 2     | 900         | 846,9      | 123,7                                 |
| 10    | 3     | 1080        | 1016,3     | 125,9                                 |
| 10    | 4     | 1080        | 1016,3     | 142,7                                 |
| 10    | 5     | 900         | 846,9      | 156,5                                 |
| 10    | 6     | 1080        | 1016,3     | 129,5                                 |
| 10    | 7     | 1080        | 1016,3     | 131,7                                 |

### Anexo 3

Producción individual de fecas durante todo el periodo en cada dieta evaluada

**Tabla 17** Producción individual en los diferentes ensayos de digestibilidad del total de materia fecal (g/perro) y materia seca fecal para cada tipo de dieta (g/MS/perro).

| Dieta | Perro | Fecas  | Materia seca fecal |
|-------|-------|--------|--------------------|
| 1     | 1     | 746,9  | 252,2              |
| 1     | 2     | 700,4  | 246,7              |
| 1     | 3     | 853,3  | 292,1              |
| 1     | 4     | 833,8  | 275,2              |
| 1     | 5     | 735,4  | 247,7              |
| 1     | 6     | 909,8  | 306,0              |
| 1     | 7     | 909,2  | 294,7              |
|       |       |        |                    |
| 2     | 1     | 1889,1 | 495,5              |
| 2     | 2     | 1380,3 | 429,6              |
| 2     | 3     | 1885,4 | 488,8              |
| 2     | 4     | 2649,8 | 745,7              |
| 2     | 5     | 731,3  | 204,8              |
| 2     | 6     | 1870,6 | 486,9              |
| 2     | 7     | 1454,9 | 427,1              |
|       |       |        |                    |
| 3     | 1     | 967,8  | 335,9              |
| 3     | 2     | 915,5  | 322,7              |
| 3     | 3     | 473,1  | 167,6              |
| 3     | 4     | 1067,7 | 364,9              |
| 3     | 5     | 438,4  | 178,8              |
| 3     | 6     | 430,3  | 173,1              |
| 3     | 7     | 485,5  | 172,4              |

Tabla 17. Continuación.

| Dieta | Perro | Fecas  | Materia seca fecal |
|-------|-------|--------|--------------------|
| 4     | 1     | 559,4  | 221,0              |
| 4     | 2     | 1049,0 | 343,1              |
| 4     | 3     | 584,8  | 222,6              |
| 4     | 4     | 1208,2 | 382,3              |
| 4     | 5     | 335,5  | 146,4              |
| 4     | 6     | 901,2  | 341,8              |
| 4     | 7     | 904,4  | 306,3              |
|       |       |        |                    |
| 5     | 1     | 693,9  | 237,4              |
| 5     | 2     | 669,3  | 245,2              |
| 5     | 3     | 760,0  | 258,2              |
| 5     | 4     | 844,0  | 273,0              |
| 5     | 5     | 719,7  | 245,3              |
| 5     | 6     | 820,3  | 284,7              |
| 5     | 7     | 869,9  | 295,5              |
|       |       |        |                    |
| 6     | 1     | 483,7  | 199,5              |
| 6     | 2     | 519,9  | 204,3              |
| 6     | 3     | 724,7  | 279,7              |
| 6     | 4     | 736,5  | 253,8              |
| 6     | 5     | 574,5  | 221,2              |
| 6     | 6     | 649,7  | 250,1              |
| 6     | 7     | 637,0  | 249,7              |
|       |       |        |                    |
| 7     | 1     | 562,7  | 228,3              |
| 7     | 2     | 444,5  | 192,0              |
| 7     | 3     | 795,8  | 307,6              |
| 7     | 4     | 652,3  | 252,6              |
| 7     | 5     | 469,9  | 192,4              |
| 7     | 6     | 693,3  | 277,5              |
| 7     | 7     | 597,3  | 225,1              |

Tabla 17. Continuación.

| Dieta | Perro | Fecas | Materia seca fecal |
|-------|-------|-------|--------------------|
| 8     | 1     | 670,3 | 264,3              |
| 8     | 2     | 675,5 | 279,9              |
| 8     | 3     | 602,5 | 239,3              |
| 8     | 4     | 594,0 | 237,2              |
| 8     | 5     | 613,0 | 219,2              |
| 8     | 6     | 636,9 | 238,5              |
| 8     | 7     | 586,2 | 234,2              |
|       |       |       |                    |
| 9     | 1     | 930,9 | 297,8              |
| 9     | 2     | 511,7 | 182,5              |
| 9     | 3     | 750,1 | 250,4              |
| 9     | 4     | 786,0 | 272,0              |
| 9     | 5     | 233,8 | 92,8               |
| 9     | 6     | 639,0 | 218,3              |
| 9     | 7     | 573,5 | 205,1              |
|       |       |       |                    |
| 10    | 1     | 385,0 | 153,9              |
| 10    | 2     | 564,1 | 207,3              |
| 10    | 3     | 402,1 | 168,8              |
| 10    | 4     | 622,4 | 224,1              |
| 10    | 5     | 463,4 | 169,5              |
| 10    | 6     | 531,5 | 185,4              |
| 10    | 7     | 655,6 | 249,0              |

#### Anexo 4

Coefficientes de digestibilidad aparente individual de cada dieta evaluada.,

**Tabla 18** Digestibilidad aparente para cada tipo de nutriente en las dietas evaluadas (%).

| Dieta | Perro | MS   | CEN  | PC   | EE   | FC   | ENN  |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 1     | 1     | 74,9 | 26,1 | 82,4 | 93,0 | 54,3 | 82,2 |
| 1     | 2     | 75,3 | 24,6 | 81,7 | 93,4 | 53,6 | 83,7 |
| 1     | 3     | 75,1 | 20,8 | 81,7 | 93,3 | 52,7 | 83,9 |
| 1     | 4     | 76,6 | 30,6 | 84,0 | 94,5 | 56,6 | 83,2 |
| 1     | 5     | 75,4 | 24,1 | 81,9 | 93,9 | 50,2 | 84,0 |
| 1     | 6     | 73,9 | 21,7 | 82,6 | 95,2 | 48,4 | 81,4 |
| 1     | 7     | 74,9 | 22,2 | 82,4 | 93,2 | 50,4 | 83,3 |
|       |       |      |      |      |      |      |      |
| 2     | 1     | 75,2 | 48,9 | 83,6 | 88,7 | 51,4 | 79,1 |
| 2     | 2     | 62,6 | 27,1 | 74,4 | 90,2 | 25,0 | 67,3 |
| 2     | 3     | 65,8 | 29,1 | 78,4 | 90,7 | 26,6 | 70,6 |
| 2     | 4     | 62,8 | 21,8 | 75,4 | 89,1 | 23,3 | 68,3 |
| 2     | 5     | 74,6 | 48,4 | 83,1 | 93,1 | 48,2 | 77,9 |
| 2     | 6     | 75,6 | 50,7 | 82,3 | 91,3 | 50,9 | 80,0 |
| 2     | 7     | 63,3 | 28,4 | 76,5 | 90,8 | 24,3 | 66,9 |
|       |       |      |      |      |      |      |      |
| 3     | 1     | 83,2 | 36,6 | 84,8 | 88,0 | 18,2 | 89,8 |
| 3     | 2     | 84,7 | 43,1 | 83,7 | 90,0 | 31,3 | 91,4 |
| 3     | 3     | 85,9 | 47,3 | 86,0 | 91,5 | 36,3 | 91,5 |
| 3     | 4     | 81,0 | 28,4 | 82,6 | 89,7 | 12,2 | 88,2 |
| 3     | 5     | 82,9 | 34,3 | 82,8 | 89,1 | 23,1 | 89,9 |
| 3     | 6     | 85,3 | 45,0 | 87,3 | 87,6 | 31,0 | 90,8 |
| 3     | 7     | 83,6 | 39,8 | 83,4 | 87,8 | 22,6 | 90,6 |

Tabla 18. Continuación.

| Dieta | Perro | MS   | CEN  | PC   | EE   | FC   | ENN  |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 4     | 1     | 82,9 | 33,7 | 87,3 | 95,6 | 34,7 | 90,6 |
| 4     | 2     | 80,5 | 24,8 | 83,8 | 95,0 | 28,6 | 89,6 |
| 4     | 3     | 78,4 | 17,9 | 81,9 | 94,8 | 21,5 | 88,6 |
| 4     | 4     | 82,7 | 32,5 | 86,3 | 95,8 | 34,5 | 91,1 |
| 4     | 5     | 83,0 | 32,4 | 87,5 | 95,9 | 30,4 | 91,0 |
| 4     | 6     | 80,7 | 26,8 | 83,7 | 95,1 | 29,8 | 89,9 |
| 4     | 7     | 80,6 | 26,6 | 83,2 | 93,6 | 27,5 | 90,3 |
|       |       |      |      |      |      |      |      |
| 5     | 1     | 77,0 | 33,3 | 79,4 | 89,6 | 17,7 | 84,6 |
| 5     | 2     | 76,2 | 27,1 | 78,1 | 86,4 | 13,3 | 85,0 |
| 5     | 3     | 78,5 | 29,9 | 81,0 | 87,7 | 23,3 | 86,4 |
| 5     | 4     | 77,2 | 32,4 | 80,8 | 90,1 | 19,7 | 84,3 |
| 5     | 5     | 76,3 | 26,0 | 77,9 | 88,8 | 13,5 | 85,0 |
| 5     | 6     | 76,2 | 29,2 | 79,8 | 89,2 | 14,1 | 83,9 |
| 5     | 7     | 75,4 | 23,5 | 78,0 | 88,5 | 9,3  | 84,2 |
|       |       |      |      |      |      |      |      |
| 6     | 1     | 80,6 | 31,8 | 85,4 | 95,4 | 39,4 | 88,5 |
| 6     | 2     | 80,0 | 28,2 | 84,2 | 95,1 | 33,4 | 89,2 |
| 6     | 3     | 78,0 | 20,0 | 81,3 | 93,0 | 34,5 | 88,7 |
| 6     | 4     | 79,9 | 30,7 | 86,0 | 96,1 | 35,5 | 87,2 |
| 6     | 5     | 78,3 | 22,5 | 82,0 | 94,2 | 29,8 | 88,7 |
| 6     | 6     | 80,4 | 31,4 | 86,6 | 95,3 | 39,7 | 87,4 |
| 6     | 7     | 80,3 | 27,1 | 84,7 | 95,3 | 33,1 | 89,7 |
|       |       |      |      |      |      |      |      |
| 7     | 1     | 77,4 | 18,1 | 83,1 | 96,7 | 16,0 | 85,2 |
| 7     | 2     | 82,0 | 34,1 | 86,3 | 97,1 | 36,6 | 88,5 |
| 7     | 3     | 78,9 | 11,6 | 83,3 | 95,9 | 23,4 | 89,3 |
| 7     | 4     | 78,9 | 23,7 | 83,8 | 96,2 | 17,1 | 86,7 |
| 7     | 5     | 78,5 | 21,6 | 82,2 | 95,4 | 14,6 | 87,6 |
| 7     | 6     | 75,6 | 12,8 | 81,8 | 95,2 | 10,0 | 83,9 |
| 7     | 7     | 82,0 | 34,9 | 85,3 | 96,2 | 41,6 | 89,0 |

Tabla 18. Continuación.

| Dieta | Perro | MS   | CEN  | PC   | EE   | FC   | ENN  |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 8     | 1     | 85,9 | 30,5 | 87,7 | 92,8 | 51,0 | 94,4 |
| 8     | 2     | 87,9 | 37,9 | 89,2 | 94,4 | 59,1 | 95,9 |
| 8     | 3     | 85,6 | 26,0 | 87,7 | 93,7 | 51,9 | 94,6 |
| 8     | 4     | 87,1 | 36,2 | 88,0 | 93,9 | 57,2 | 95,2 |
| 8     | 5     | 86,8 | 34,4 | 88,8 | 94,0 | 55,0 | 94,7 |
| 8     | 6     | 85,0 | 22,7 | 86,7 | 92,7 | 46,4 | 94,6 |
| 8     | 7     | 87,1 | 37,3 | 88,4 | 94,0 | 43,7 | 95,5 |
|       |       |      |      |      |      |      |      |
| 9     | 1     | 81,4 | 34,2 | 84,7 | 95,7 | 53,1 | 87,9 |
| 9     | 2     | 81,2 | 30,5 | 84,0 | 95,2 | 53,1 | 88,7 |
| 9     | 3     | 78,1 | 18,5 | 82,0 | 95,7 | 42,0 | 86,5 |
| 9     | 4     | 82,9 | 39,0 | 85,8 | 96,6 | 54,2 | 89,4 |
| 9     | 5     | 83,9 | 40,2 | 86,6 | 96,3 | 56,9 | 90,3 |
| 9     | 6     | 86,3 | 50,7 | 88,9 | 96,8 | 63,3 | 91,5 |
| 9     | 7     | 78,8 | 26,7 | 80,9 | 95,2 | 43,2 | 87,4 |
|       |       |      |      |      |      |      |      |
| 10    | 1     | 83,0 | 38,1 | 87,1 | 94,5 | 52,0 | 86,0 |
| 10    | 2     | 76,9 | 7,7  | 82,3 | 90,3 | 39,4 | 82,8 |
| 10    | 3     | 84,5 | 41,2 | 87,1 | 94,5 | 58,1 | 88,2 |
| 10    | 4     | 79,3 | 20,0 | 85,3 | 93,3 | 41,1 | 83,1 |
| 10    | 5     | 81,1 | 28,9 | 85,5 | 93,7 | 46,9 | 85,1 |
| 10    | 6     | 80,0 | 25,1 | 84,4 | 94,7 | 44,9 | 83,7 |
| 10    | 7     | 82,9 | 35,4 | 86,8 | 94,5 | 47,0 | 86,7 |