

EFFECTO DE LA EXTRUSION SOBRE LA ACEPTABILIDAD Y DIGESTIBILIDAD DE DIETAS PARA PERROS EN CRECIMIENTO

Juan I. Egaña M.¹, Alejandro López V.¹ y Quesner Quezada M.¹

**Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias
Universidad de Chile
Santiago. Chile**

RESUMEN

En ocho cachorros ovejeros alemanes de alrededor de 75 días de edad y con un peso inicial cercano a 11 kg se evaluó una dieta formulada según el NCR (1985) sometida a dos procesamientos diferentes: peletización (DP) y extrusión (DP). La evaluación se efectuó a través de un test de cafetería para determinar su aceptabilidad, así como mediante un ensayo de digestibilidad de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto no nitrogenado (ENN), energía (E) Ca y P.

Al inicio y finalización del ensayo de digestibilidad se tomó una muestra de sangre a los cachorros para efectuarles un perfil bioquímico. Los resultados del test de cafetería mostraron que la extrusión mejoró de manera significativa ($P < 0.01$) el consumo de la dieta, siendo para la DE de 512 g dieta/animal/día, en relación a la DP que fue de 253 g. La extrusión también mejoró la digestibilidad ($P < 0.01$) de la MS, PC, EE, ENN y E, las que alcanzaron al 82.6, 75.2, 83.9, 90.8 y 83.6% en la DE, y de 68.0, 64.6, 76.7, 73.5 y 69.7% en la DP. La digestibilidad de la FC, el Ca y el P no sufrió modificaciones debido al procesamiento ($P > 0.01$). Los parámetros bioquímicos evaluados sólo sufrieron modificaciones menores, considerándose los valores obtenidos como habituales.

Se concluye que el proceso de extrusión permite mejorar de manera significativa la aceptabilidad y utilización biológica de las dietas para perros.

Manuscrito modificado recibido: 30-4-90.

1 Miembros del Departamento de Fomento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. Casilla 2 Correo 15 La Granja, Santiago, Chile.

INTRODUCCION

Los alimentos secos para perros presentan una serie de ventajas, tales como su alta concentración de nutrientes y fácil conservación. Sin embargo, se describe que su aceptación es menor que la de alimentos de alta humedad o de humedad intermedia.

Los alimentos para perros, si bien tienen un contenido proteínico y lipídico elevado, los constituyentes mayoritarios corresponden a carbohidratos, específicamente almidones, los cuales constituyen la principal fuente energética de estas dietas.

Existe amplia información demostrativa de que el almidón proveniente de tubérculos y cereales es utilizado pobremente por el perro, cuando se suministra crudo en la dieta (1). No obstante, la adición de un tratamiento térmico, incrementa significativamente su digestibilidad.

Entre los diferentes procesamientos térmicos utilizados en los alimentos, destaca por su creciente utilización, la extrusión. Este proceso consiste en someter el alimento a altas temperaturas (hasta 250°C), por tiempos relativamente cortos (generalmente 1-2 minutos), a altas presiones (hasta 25 m Pa), bajo intensas fuerzas de fricción y, en la mayoría de los casos, a niveles de humedad relativamente bajos (inferiores al 30%) (2).

Entre los efectos más relevantes que produce la extrusión en la mezcla alimenticia cabe destacar la gelatinización de almidones; denaturalización proteínica; inactivación de enzimas, destrucción de factores tóxicos y disminución de la carga microbiana en el producto final (3). Como consecuencia de estos cambios fisicoquímicos se produce un mejoramiento significativo en las propiedades organolépticas y en la utilización biológica de los alimentos.

En aquellos países donde la industria elaboradora de alimentos para mascotas ha alcanzado un grado de adecuado desarrollo, la extrusión constituye el procesamiento más difundido para la elaboración de dietas destinadas a perros y gatos. A diferencia, en nuestro país es de uso reciente, y su aplicación aún es reducida.

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto de la extrusión sobre la aceptabilidad y utilización biológica de una dieta para perros.

MATERIAL Y METODOS

Animales

Se utilizaron ocho cachorros machos de la raza ovejero alemán, de aproximadamente 75 días de edad, los cuales fueron sometidos a estricto control sanitario, antes y durante el ensayo.

Dietas

Se formuló una dieta en base a los requerimientos nutritivos para perros establecidos por el NRC en 1985 (4) cuya composición y análisis químico se detalla en la Tabla 1. Esta dieta fue suministrada en dos formas diferentes: peletizada y extruida. Para el peletizado se utilizó una peletizadora Hyflo (California Mill. Co.) que procesa a 65°C de temperatura, la que se reguló para

TABLA 1
COMPOSICION Y APORTE NUTRITIVO DE LAS DIETAS
PELETIZADA Y EXTRUIDA

ingredientes	Porcentaje
Maíz grano	46.4
Trigo afrechillo	9.0
Carne y huesos harina	8.4
Soya afrecho	32.0
Sebo	3.0
Sal común	1.0
Vitaminas y minerales ^{1,2}	0.150
Etoxiquina	0.008

Aporte nutritivo de las dietas (g/100 g M. S.)

	Dieta	
	Peletizada	Extruida
Materia seca	92.8	93.6
Proteína cruda (N x 6.25)	26.9	26.2
Extracto etéreo	8.1	8.5
Fibra cruda	4.2	2.1
Extracto no nitrógeno	46.90	50.6
Calcio	0.94	1.00
Fósforo	0.96	0.88
Cenizas	6.7	6.3
Energía bruta (cal/g)	4.6	4.7

- (UI/kg alimento) 4.500 vitamina A; 495, vitamina D₃; 15, vitamina E, (mg/kg alimento) 1, menadiona; 4, riboflavina; 20, niacina; 17, ácido pantoténico; 0.3 ácido fólico; 1,400, colina; 5, manganeso; 100, hierro; 12, cobre; 1.5, yodo; 80, zinc; 9,000, potasio; 400, magnesio; 0.10, selenio: (µg/kg alimento) 10, cianocobalamina. Otros aditivos; (mg/kg alimento): 80, etoxiquina.
- Deficiencias en el aporte de vitaminas E (30 UI/kg alimento) y B₁₂ (10 µg/kg alimento) se cubrieron por la adición en el agua de bebida (8g) de suplemento (juvecan, Drah Pharma Invetec Ltda.).

entregar pellets de 10 x 6 mm.

La extrusión se efectuó en un extrusor monotornillo Anderson (Anderson International Corp.), que trabajó a una temperatura de 121° C por 8 segundos, que dio un expandido de 22 x 11 mm.

Jaulas

Durante todo el ensayo los animales se alojaron en jaulas metálicas individuales (55 x 60 x 50 cm) de doble fondo de malla, a fin de separar las heces de la orina.

Evaluaciones

Se efectuaron dos ensayos: uno de aceptabilidad de las dietas, y el otro de determinación de los coeficientes de digestibilidad de las principales fracciones nutritivas.

Para el ensayo de aceptación de las dietas, durante 12 días se hizo una prueba de cafetería, a lo largo de los cuales todos los sujetos experimentales disponían simultáneamente, dentro de una jaula, de las dos formas de presentación de la dieta: peletizada y extruida, pudiendo elegir la cantidad a ingerir de cada una de ellas. Durante todo el período se invirtió a diario la ubicación de los comederos dentro de la jaula, y la ingesta de alimento se calculó por diferencia de peso entre lo ofrecido y las sobras diarias, durante los últimos cuatro días del período.

En el ensayo de digestibilidad la cantidad de dieta ofrecida fue ajustada al 90% del consumo obtenido con la dieta de menor ingesta durante el ensayo de aceptación. Para esta evaluación se utilizó un diseño de secuencia con intercambio (5) asignando cuatro cachorros a cada dieta, siendo el período de acostumbamiento también de cuatro días. Estos fueron seguidos por un período de recolección de igual duración, y cambiándose posteriormente de dieta.

Se llevó a cabo una recolección diaria y completa de heces, las que fueron almacenadas a -20°C. Luego se homogeneizaron, obteniéndose una muestra de 10% para efectuar los análisis químicos.

En ambas dietas se determinó la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, extracto no nitrogenado, energía, calcio, y fósforo.

Determinaciones

Tanto las dietas como las heces se sometieron a análisis químico de materia seca, proteína cruda (N x 6.25) extracto etéreo, fibra cruda y cenizas, según métodos de la AOAC (6). La determinación de calcio se efectuó por espectrofotometría de absorción atómica (7), y la del P, por colorimetría de acuerdo al procedimiento de Fiske y Subbarow (8).

Para la determinación de la energía bruta de las dietas y heces se utilizó una bomba calorimétrica tipo adiabática (Gallenkamp).

Tanto al inicio como al final del ensayo de digestibilidad se tomaron muestras de sangre a cada cachorro y se realizó un perfil bioquímico que incluyó las siguientes determinaciones plasmáticas: nitrógeno úrico, hemo-

globina, glucosa, bilirrubina, proteína total, globulinas, albúminas, Ca, P y las enzimas gama glutamil transpeptidasa (GGT), transaminasa glutámico-pirúvica (GPT) y fosfatasa alcalina (AP). El propósito de estas determinaciones fue contar con índices químicos y metabólicos que avalaran el estado de salud de los sujetos experimentales.

Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos fueron descritos a través del promedio y desviación estándar, y los promedios comparados a través de la prueba de "t" de Student (9).

RESULTADOS

El consumo diario individual y promedio de la dieta extruida (Tabla 2) fue significativamente mayor, duplicando al obtenido con la dieta peletizada ($P < 0.01$). Salvo el animal No. 6 que ingirió una mayor cantidad de la dieta peletizada. Aun cuando el consumo de alimento se determinó sólo durante los últimos cuatro días del ensayo de aceptabilidad, los registros de reposición de dietas indican que la dieta extruida fue consumida en mayor cantidad, ya a partir del primer día de la prueba de cafetería. La variación observada en el consumo fue mayor en el caso de la dieta peletizada, la que alcanzó un coeficiente de 42.3% en relación al 13.4% obtenido con la dieta extruida.

Al expresar el consumo diario de materia seca por unidad de peso metabólico (kg 0.75) éste fue de 0.20 y 0.40 para las dietas peletizada y extruida, respectivamente ($P > 0.01$).

TABLA 2
CONSUMO PROMEDIO DIARIO DE LAS DIETAS PELETIZADAS Y EXTRUIDAS EN CACHORROS (g dieta/animal/día)

Animal	Dietas		Relación consumo P: E x 100
	Peletizada (P)	Extruida (E)	
1	117.4	423.9	41
2	342.8	525.7	65
3	316.2	581.2	54
4	152.3	532.2	28
5	207.9	577.2	36
6	430.3	398.3	107
7	179.4	545.8	33
8	276.3	514.8	53
	252.8 ^a ± 106.9	512.4 ^b ± 67.0	52

a, b: Las letras diferentes señalan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$).

TABLA 3

**PESO VIVO DE LOS CACHORROS AL INICIO Y FINAL
DEL ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD (kg)**

Animal	Peso vivo	
	Inicial	Final
1	11.0	12.1
2	13.8	15.1
3	14.1	14.5
4	11.7	13.2
5	12.0	13.5
6	11.7	12.6
7	12.8	14.4
8	13.9	15.8

Durante el ensayo de digestibilidad los animales presentaron una ganancia ponderal diaria adecuada (Tabla 3) aunque se mantuvieron levemente restringidos en el consumo de las dietas.

La digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, extracto no nitrógeno y energía, sufrieron un considerable incremento por efecto de la extrusión de la dieta, los valores cercanos al 20% en la digestibilidad de materia seca y de energía (Tabla 4).

La digestibilidad del Ca fue baja en ambas dietas, alcanzando 23.6% en la peletizada, y 30.6% en la extruida; estos valores, sin embargo, no fueron estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

TABLA 4

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LAS PRINCIPALES FRACCIONES NUTRITIVAS DE LAS DIETAS PELETIZADA Y EXTRUIDA (%)

Fracción	Coeficiente de digestibilidad de la dieta	
	Peletizada	Extruida
Materia seca	68.0 ± 4.0 ^b	82.6 ± 1.9 ^a
Proteína cruda	64.4 ± 5.0 ^b	75.2 ± 2.7 ^a
Extracto etéreo	76.7 ± 6.4 ^b	83.9 ± 4.1 ^a
Extracto no nitrogenado	73.5 ± 4.8 ^b	90.8 ± 2.2 ^a
Fibra cruda	12.6 ± 2.3	8.5 ± 5.9
Energía	69.7 ± 4.1 ^b	83.6 ± 2.0 ^a
Calcio	23.6 ± 3.0	30.6 ± 10.7
Fósforo	43.4 ± 8.4	47.6 ± 8.5

a, b: Las letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$).

Por el contrario, la digestibilidad de la fibra cruda, y el P no sufrieron modificaciones debido al tipo de procesamiento empleado, alcanzando, en ambas dietas, valores cercanos al 10% y 45% respectivamente.

Los indicadores bioquímicos plasmáticos analizados, si bien mostraron algunas diferencias menores entre los valores iniciales y finales obtenidos en el ensayo de digestibilidad, todos se mantuvieron dentro de los rangos considerados como normales para esta especie (Tabla 5).

TABLA 5

**INDICADORES BIOQUIMICOS PLASMATICOS DE LOS CACHORROS
AL INICIO Y FINAL DEL ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD**

	Concentración plasmática	
	Inicial	Final
Proteína g/dl	5.68 ± 0.23	6.08 ± 0.40
Albumina g/dl	2.60 ± 0.09	2.83 ± 0.14
Globulina g/dl	3.07 ± 0.20	3.25 ± 0.43
Nitrógeno uréico mg/dl	16.2 ± 2.08	19.8 ± 3.67
CPT U/L	16.1 ± 7.5	21.4 ± 3.5
CGT U/L	5.5 ± 1.8	9.0 ± 4.4
Fosfatasa alcalina U/L	78.2 ± 14.2	72.2 ± 9.2
Calcio mg/dl	12.5 ± 1.9	11.1 ± 1.5
Fósforo mg/dl	6.0 ± 1.3	6.7 ± 0.8
Filirrubina total mg/dl	0.16 ± 0.04	0.19 ± 0.04
Glucosa mg/dl	99.8 ± 5.4	102.9 ± 4.9

DISCUSION

La composición química de las dietas acusó diferencias menores en el contenido de proteína cruda, extracto etéreo y cenizas. En cambio, el contenido de fibra cruda de la dieta extruida fue sólo de 50% de la presente en la dieta peletizada, aún siendo ambos valores habituales en dietas para perros.

El mayor consumo observado con la dieta extruida se explica tanto por su mejor palatabilidad como por una mejor utilización biológica de los principales nutrientes.

En aquellos alimentos cuyos componentes mayoritarios son cereales, el almidón constituye la fuente mayoritaria de la energía dietaria, pero también es responsable de la textura, palatabilidad y estructura del alimento (3, 10).

El proceso de extrusión produce importantes cambios físicoquímicos en los almidones, los que se traducen en una mayor solubilidad en agua y liberación, parcial a completa, de la amilasa y amilopectina del gránulo de almidón en que se encuentran al estado nativo (11).

En el trabajo objeto del presente artículo, no se determinó directamente la digestibilidad del almidón, pero sí la del extracto no nitrógenado, que

constituye un buen estimador del contenido de almidón de la dieta. la extrusión produjo un importante incremento en la digestibilidad del extracto no nitrogenado, el que alcanzó el 24%, respecto al valor obtenido en la dieta peletizada.

La digestibilidad de la proteína aumentó en 16.7% por efecto de la extrusión. Esta mayor digestibilidad proteínica está bien estudiada, y se origina por la texturización que sufren las proteínas por efecto de la extrusión. Esta consiste en una denaturalización por efecto de las altas temperaturas del procesamiento, y la formación de nuevas uniones entre los aminoácidos que resultan en que la proteína tome una estructura fibrilar, la cual es más fácilmente degradable por las enzimas proteolíticas digestivas (2, 12).

El extracto etéreo también incrementó su digestibilidad en más o menos 11%. Esta mayor digestibilidad de la fracción lipídica por efecto de la extrusión no esta documentada en la literatura consultada.

La digestibilidad de la fibra cruda no sufrió modificaciones significativas por efecto del tipo de procesamiento a que se sometió, siendo en ambos casos bastante bajos. El NRC (4) señala que los perros presentan una superficie colónica-rectal bastante pequeña, lo que se traduce en bajas tasas de fermentación bacteriana de la fibra dietaria.

La digestibilidad aparente de la energía también experimentó un incremento del 20% por efecto de la extrusión. Si bien parte de este incremento se originó con la mayor digestibilidad de las proteínas y extracto etéreo, éste se debe mayoritariamente a la mayor digestibilidad de la fracción carbohidratada, específicamente los almidones.

Al comparar los coeficientes de digestibilidad del extracto no nitrogenado, proteína cruda y extracto etéreo obtenidos en este experimento en el caso de las dietas extruidas, con los recomendados por el NRC para el cálculo del contenido de energía metabolizable de las dietas para perros, que son de 85, 80 y 90%, respectivamente, estos últimos tienden a sobreestimar la digestibilidad de la proteína cruda y extracto etéreo, y lo inverso ocurre con el extracto no nitrogenado. En el caso de las dietas peletizadas, la estimación del contenido energético a través de los valores propuestos por el NRC en 1985 (4) produce una sobreestimación del contenido energético de las dietas.

Resultados similares a los obtenidos en el trabajo que nos ocupa, informan Huber *et al.* (13), quienes evaluaron la digestibilidad de las principales fracciones nutritivas de cuatro alimentos secos para perros.

La digestibilidad aparente del calcio en ambas dietas, resultó ser inferior a los valores notificados por otros autores (4), posiblemente asociado al hecho de que en las dietas utilizadas, la relación Ca:P no fue la óptima que oscila entre 1.2 y 1.4:1.

A pesar de la baja biodisponibilidad del Ca dietario, los niveles plasmáticos de este mineral se mantuvieron sin modificaciones significativas durante el ensayo.

En base a los hallazgos ya discutidos, se concluye que la extrusión de los alimentos secos permite una mejora sustancial de su valor nutritivo.

SUMMARY

EFFECTS OF EXTRUSION ON THE ACCEPTABILITY AND DIGESTIBILITY OF GROWING DOG DIETS

Eight German Shepherd pups, about 75 days old and a live weight of 11 kg at the beginning of the trial, were used to assay a diet formulated according to NRC, 1985 (*Nutrient Requirements of Dogs*). The diet was administered either pelletized (PD) or extruded (ED). Acceptability was evaluated through a cafeteria test, and diet utilization by a digestion trial, wherein dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), crude fiber (CF), nitrogen-free extract (NFE), energy (E), Ca and P were considered.

At the beginning and at the end of the digestibility trial, venous blood samples were obtained to run biochemical profiles. Results of the cafeteria test showed that extrusion-cooking improved significantly ($P > 0.01$) diet consumption, which for the ED was 512 and for the PD, 253 g/animal/day.

Extrusión also improved significantly ($P < 0.01$), the digestibility of DM, CP, EE, NFE and E, reaching values of 82.6, 75.2, 83.9, 90.8 and 83.6% for ED, and 68.0, 64.6, 76.7, 73.5 and 69.7 for PD, respectively. For CF, Ca and P, there was no effect ($P > 0.05$) of extrusion over digestibility. The biochemical profiles, only exhibited minor changes, all figures being considered within the normal range for puppies. It is concluded that extrusion - cooking significantly improves acceptability and biological utilization of normal diets for dogs.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración que tuvieron a bien proporcionarles los Dres. A. Albala B., y G. Montes O., así como la Dra. Lucía Mora V.

BIBLIOGRAFIA

1. Corbin, J. Feeding of dogs. In: *Livestock Feeds and Feeding*. D. C. Church, 1984, p. 260 - 271.
2. Cheftel, J. C. Nutritional effects of extrusion-cooking. *Food Chem.*, 20: 263 - 283, 1986.
3. Harper, J. M. *Extrusion of Foods*. Fort Collins, Colorado, CRC Press, 1979, v. 1, v.2.
4. National Research Council. *The Nutient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Dogs*. 9a. ed., Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1985.
5. Li, CH. CH. *Introducción a la Estadística Experimental*. Barcelona, Casanova, 1969, 227 p.
6. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*, 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980., 956 p.
7. Fick, K. R., S. Miller, J. Funk, L. MC Dowell, & R. Houser. *Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales*. Gainesville, Florida, Universidad de Florida, Instituto de Ciencias Alimentarias y Agropecuarias, 1976, 82 p.
8. Fiske, C. H. & Y. Subbarow. The Colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 66: 375, 1925.

9. Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. **Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biology Research**. San Francisco, Cal., 1969, Freeman, W. H., 776 p.
10. Bjorck, I., N.G. Asp, D. Birkhed & J. Lundqvist. Effects of processing on starch availability *in vitro* and *in vivo*. Extrusion-cooking of wheat flours and starch. *J. Cereal Sci.*, 2: 91 - 103, 1984.
11. Zoebel, H. Gelatinization of starch and mechanical properties of starch pastes. In: **Starch: Chemistry and Technology**. R. L. Whistler, J. N. McMiller and E. F. Paschall (Eds), New York, N. Y., Academic Press, 1984, 718, p.
12. Molina, M. R., J. E. Braham & R. Bressani. Some characteristics of whole corn; whole soybean (70:30) and rice; whole soybean (70:30) mixtures processed by simple extrusion-cooking. *J. Food Sci.*, 48: 434-437, 1983.
13. Huber, L. T., R. C. Wilson & S. A. McGarity. Variations in digestibility of dry dog foods with identical label-guaranteed analysis. *J. Am. An. Hosp. Assoc.*, 22: 571-575, 1985.