

Argos nº37. octubre 2001

Cómo valorar el contenido energético de los alimentos para perros y gatos

La valoración energética de los alimentos tiene por objeto cuantificar la cantidad de energía potencial que aportan, así como las distintas pérdidas que ocurren en el transcurso de los procesos de digestión y metabolismo. De esta forma se puede conocer de la forma más precisa posible la energía disponible para los procesos de mantenimiento y producción del animal. Este artículo explica cómo llevar a cabo dicha valoración energética.

Carlos Castrillo¹; Mariola Baucells²

¹ Laboratorio de Nutrición. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

² Grupo de Nutrición Animal. Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinària. U.A.B.

Imagen pág. 20: Antonio Martínez

Imagen pág. 22: archivo Asís Veterinaria

Algunos conceptos básicos

El contenido en hidratos de carbono, proteína y grasa de los alimentos se determina convencionalmente siguiendo el protocolo analítico puesto a punto a finales del siglo XIX por Henneberg y Stohman en la estación científica de Weende, de donde toma su nombre. Dicho método permite conocer el contenido en materia seca (MS) y materia orgánica (MO=MS-cenizas) del alimento, y separar esta última fracción en lo que generalmente se denominan principios inmediatos: proteína bruta (PB=Nitrogeno x 6,25); extracto etéreo (EE), sinónimo de grasa; fibra bruta (FB) y extractivos libres de nitrógeno (ELN). Los ELN no se determinan analíticamente sino por diferencia (ELN=MO-(PB+EE+FB)). La suma de estas dos últimas fracciones constituirían el total de carbohidratos (figura 1).

La energía potencial de los alimentos, o calor de combustión, se determina mediante su oxidación completa en bomba calorimétrica y se expresa en unidades de calor (kcal o Mcal) o en unidades de trabajo (kJ o MJ). La primera forma de expresión es la más utilizada en Estados Unidos, mientras que en Europa la forma más usual de expresión es la segunda. No obstante, el paso de una unidad a otra se puede hacer fácilmente, considerando que 1 Mcal = 4,184 MJ. A lo largo de este trabajo utilizaremos kJ o MJ como unidad de expresión.

¿Cuándo es necesario conocer el valor energético de los alimentos?

Cuando se elaboran dietas caseras para que éstas se preparen de forma que cubran los requerimientos diarios en energía.

En el caso de los alimentos comerciales -completos y equilibrados- para determinar la cantidad que es necesario suministrar a los animales en función de su concentración energética, entendida ésta como el

contenido en energía disponible por unidad de peso de alimento. Aunque los perros y gatos tienen mecanismos fisiológicos que les permiten regular el consumo de alimento en función de su concentración energética, dicha regulación no es exacta. Administrados a libre disposición, un alimento de muy baja concentración energética puede ser consumido en cantidades insuficientes para cubrir las necesidades del animal; mientras que, por el contrario, un alimento de elevada concentración energética puede ser ingerido en cantidades tales que provoquen un engrasamiento del animal (circunstancia ésta más habitual con los alimentos completos comercializados hoy en día).

Es necesario tener en cuenta que la normativa actual no exige ofrecer información en la etiqueta sobre el valor energético del producto, salvo en el caso de algunos alimentos dietéticos con elevado contenido en fibra. En consecuencia, el propietario del animal solo puede guiarse para planificar una correcta alimentación de su mascota por las pautas que se suelen indicar en los envases sobre las cantidades diarias recomendadas según el peso del animal. No obstante, esta indicación es sólo orientativa ya que, en función de los animales, su actividad, etc., se pueden presentar casos de subalimentación o sobrealimentación cuya corrección corresponde al veterinario especialista. Para ello debe estimar, de la forma más precisa posible, el valor energético de los alimentos disponibles con el fin de poder ajustar al máximo la dieta a los requerimientos energéticos del animal, establecer un programa preciso de recuperación de reservas o, lo que resulta más frecuente, de tratamiento de un animal obeso.

La normativa actual no exige ofrecer información en la etiqueta sobre el valor energético del producto, salvo en el caso de algunos alimentos dietéticos con elevado contenido en fibra.

Por otra parte, la formulación de alimentos completos y equilibrados exige conocer su concentración energética, ya que de ella depende el nivel de inclusión de proteína y aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales. La razón es que cuanto mayor es la concentración energética del alimento, menor es la cantidad que el animal debe consumir para cubrir sus necesidades en energía y mayor la concentración

en los componentes indicados para que no se incurra en un déficit.

Pérdidas energéticas en el transcurso de la digestión y metabolismo de los nutrientes. Categorías de energía

En la figura 2 se muestran las pérdidas de energía que acontecen durante los procesos de digestión y metabolismo, así como las categorías de energía resultantes a medida que se van considerando tales pérdidas.

Energía bruta (EB)

La energía bruta se refiere al calor de combustión de los alimentos y puede determinarse experimentalmente en bomba calorimétrica, o estimarse con bastante precisión a partir del contenido en hidratos de carbono, proteína y extracto etéreo, asumiendo unos valores de combustión constantes de 17,4; 23,6 y 39,3 MJ/kg, respectivamente.

Energía digestible (ED)

La energía digestible resulta de sustraer a la EB las pérdidas de energía por heces. Éstas son, junto a las pérdidas de calor por incremento térmico, a las cuales se hará referencia posteriormente, las más importantes cuantitativamente y también las más variables. En alimentos comerciales convencionales suele representar entre un 10 y un 25% de la EB.

La "digestibilidad de la energía" depende lógicamente de la de los nutrientes que la proporcionan y puede verse afectada por diferentes factores. Unos relacionados con el animal, como son la especie, la raza, la edad y el estado sanitario (Kienzle y Opitz, 1999), y otros con las características de la dieta.

El factor ligado a la dieta que en mayor medida afecta a la digestibilidad de la energía es el contenido en fibra, no sólo porque su digestibilidad es prácticamente nula sino también porque afecta negativamente a la digestibilidad del resto de la materia orgánica (Castrillo et al., 2001a). La figura 3 muestra la relación negativa existente entre digestibilidad de la energía y el contenido en fibra bruta de 38 piensos extrusionados comerciales para perros. Resultados similares han obtenido Kienzle et al. (1998) con piensos tanto para perros como para gatos. El segundo factor en importancia que puede afectar a la digestibilidad de la energía es el procesado del alimento. En concreto el extrusionado, proceso aplicado actualmente a la mayor parte de los alimentos comerciales secos



(Henneberg y Stohman, 1865)

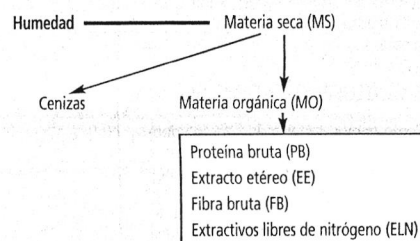


Figura 1. Análisis de Weende.

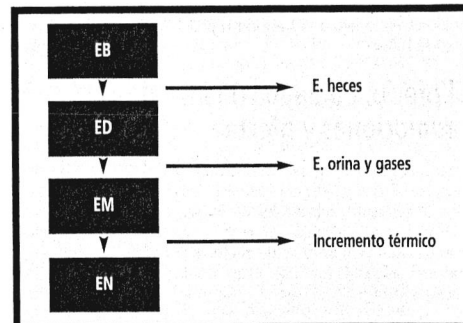


Figura 2. Pérdidas energéticas del alimento en el transcurso de la digestión y el metabolismo de los nutrientes. Categorías de energía.

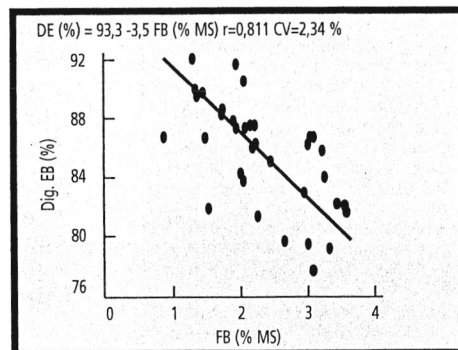


Figura 3. Relación entre la digestibilidad de la EB y el contenido en FB del alimento. Castrillo et al. (2001a)

ya que favorece la gelatinización del almidón aumentando su digestibilidad, y por consiguiente la de la energía.

El contenido en ED de los alimentos se calcula multiplicando su contenido en EB por la digestibilidad de la energía. La digestibilidad de la energía se refiere a la proporción de energía ingerida que no es excretada en heces y que por consiguiente es aparentemente absorbida. Se determina mediante pruebas *in vivo*, que consisten en la administración a un grupo de animales de una cantidad constante del alimento a evaluar durante un periodo de 14-21 días y cuantificando la cantidad de heces excretadas durante los últimos 5-7 días, es decir, una vez que los animales se han adaptado a la dieta.

Energía metabolizable (EM)

Para conocer la energía realmente disponible por el animal para las distintas funciones -una vez contabilizadas las pérdidas por heces- hay que tener en cuenta las pérdidas debidas a la producción de gases combustibles y orina. Las primeras, procedentes fundamentalmente de la fermentación microbiana de los hidratos de carbono, son mínimas tanto en perros como en gatos. Las segundas, se derivan fundamentalmente de la excreción de urea en orina y pueden representar entre un 4 y un 8 % de la energía ingerida, dependiendo de la cantidad de proteína absorbida y de la medida en que el nitrógeno absorbido es retenido o excretado en la orina en forma de urea. De hecho, existe una estrecha relación entre la cantidad de energía perdida por orina y el contenido PB del alimento (figura 4). El contenido en EM de los alimentos para perros y gatos se calcula por lo tanto sustrayendo al contenido en ED las pérdidas energéticas por orina.

Energía neta (EN)

La última etapa en la determinación de la energía del alimento que es realmente utilizada por el animal para atender a las distintas funciones exige conocer las pérdidas de calor que tienen lugar durante los procesos de digestión y absorción de los alimentos, y aquellas derivadas de la ineficiencia con que es utilizada la energía de los nutrientes durante su metabolismo. Dichas pérdidas han recibido varias denominaciones, como "termogénesis inducida por la dieta", "efecto dinámico específico del alimento" o "incremento térmico". Son muy pocos los trabajos realizados en perros y gatos en los que se ha tratado de cuantificar dichas pérdidas, debido a lo laborioso de su determinación y el equipamiento necesario para ello (calorímetros o cámaras de respiración). No obstante, resulta asumible que la eficiencia con que es utilizada la EM de la dieta venga afectada por la función a que es destinada, como ha sido demostrado experimentalmente en animales de granja. Por otra parte, dependería también del tipo de nutriente que aporte la energía, siendo las proteínas utilizadas menos eficientemente que los carbohidratos y las grasas. Nguyen et al. (2000) estiman que alimentos con un mismo contenido en EM podrían diferir en hasta un 12% en el contenido en EN debido a las diferencias en su contenido en proteína.

Predicción del valor energético de los alimentos para perros y gatos

Como se ha indicado previamente, la determinación del contenido en EN de los alimentos para perros y gatos tiene en cuenta todos y cada uno de los factores que afectan a la utilización de la energía, relacionando directamente el valor del alimento con las necesidades. No obstante, adolece de ciertos inconvenientes como es el hecho de que el valor en EN no sólo depende de las características del propio alimento sino también del estado fisiológico del animal al que se destina. Por otra parte la determinación del contenido en

EN es muy laboriosa y costosa. De hecho, en la actualidad no existen en la bibliografía valores de EN de los alimentos, y tanto el *National Research Council* (NRC), como la *Association of American Feed Control Officials* (AAFCO) y la *Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiars* (FEDIAF), establecen las necesidades en energía de perros y gatos y el valor energético de los alimentos en EM.

El método de referencia para la determinación del contenido en EM de los alimentos para perros y gatos es la realización de balances de energía con animales de cada una de las especies, en los que se contabilizan las pérdidas de energía por heces y orina. Este método, aunque sin demasiadas complicaciones técnicas, resulta laborioso y requiere un tiempo excesivo para ser adop-

tado como método de rutina. Por ello se han propuesto técnicas alternativas que permiten estimar el contenido en EM de los alimentos a partir de su análisis químico:

En perros

Los tres organismos citados recomiendan en sus últimas ediciones (NRC, 1985; AAFCO, 2000; FEDIAF, 2001) estimar el contenido en EM de los alimentos comerciales para perros en función de su contenido en ELN, EE y PB, siguiendo un enfoque similar al propuesto por Atwater para el cálculo de los valores fisiológicos de combustión de los alimentos aplicados en humana. La ecuación de predicción propuesta es la siguiente: (1) $EM = 14,6 \times ELN + 33,5 \times EE + 14,6 \times PB$, en la que la EM viene expresada en MJ/kg de alimento y la

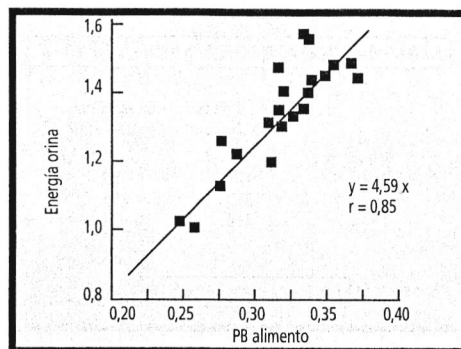


Figura 4. Relación entre las pérdidas de energía en orina (MJ/Kg MS) y el contenido en PB del alimento (kg/kg MS). Castrillo et al. (2001b)

Desde hace más de 30 años ofrecemos la máxima calidad y confianza en alimentos sanos para animales de compañía.

Hoy, con un renovado equipo de producción de alta tecnología, la utilización de ingredientes naturales y una investigación veterinaria permanente, conseguimos productos de nueva generación que cubren todas las necesidades nutricionales para la salud y el crecimiento de las mascotas.

Nuestro objetivo es continuar creando una permanente fuente de mejora, desarrollo y bienestar para los pequeños animales.

La confianza de nuestros clientes estimula nuestro esfuerzo.



Juntos Crecerán

visán

VISÁN INDUSTRIAS ZOOTÉCNICAS S.A.
ARGANDA 28500 MADRID

Tel: 91 871 49 12 - Fax: 91 871 51 75 www.visan-p.com e-mail: pet@visan-p.com

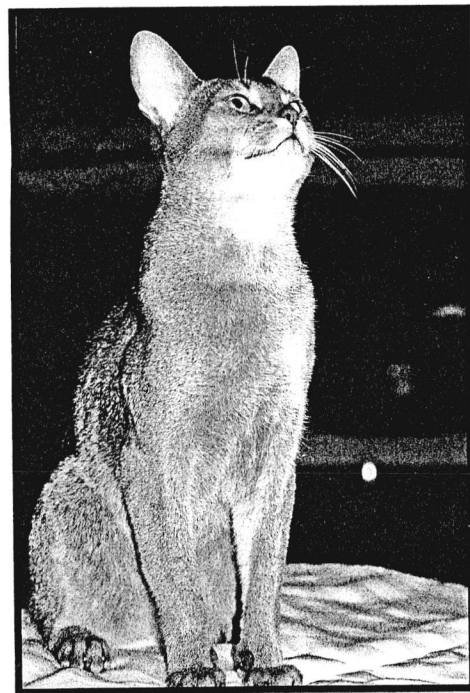
Visítenos en
SIZOO 2001
Palacio M1-P2
Stand 510

EM (MJ/kg) = ELN (%) x 0,146 + EE (%) x 0,356 + PB (%) x 0,146		
	Energía bruta (MJ/kg)	Digestibilidad Aparente (%)
ELN	17,4	85
EE	39,3	90
PB	23,6	80
Perdidas urinarias 5,23 kJ/g PBD		

Figura 5. Predicción del contenido en EM (MJ/kg) de los alimentos para perros a partir de sus contenidos en principios inmediatos (NRC, AAFCO, FEDIAF).

EM (MJ/kg) = EB (MJ/kg) x Dig.EB (%) / 100 - pérdidas urinarias (MJ)	
$EB (MJ/kg) = PB (\%) \times 0,24 + EE (\%) \times 0,39 + (FB+ELN) (\%) \times 0,17$	
PERROS	Dig. EB (%) = 91,2 - 1,42 x FB (%) Pérdidas urinarias (MJ) = (PB (g) x 4,34 kJ)/1000
GATOS	Dig. EB (%) = 87,9 - 0,88 x FB (%) Pérdidas urinarias (MJ) = (PB (g) x 3,10 kJ)/1000

Figura 6. Estimación del contenido en EM de los alimentos para perros y gatos según el método factorial. Propuesta de Kienzle et al. (1998b).



composición en kg de nutriente/kg de alimento. Estos coeficientes resultan de considerar un valor calórico de 17,4, 39,3 y 23,6 MJ/kg para los ELN, EE y PB, una digestibilidad media de estos principios inmediatos de 0,85, 0,90 y 0,80, respectivamente, y unas pérdidas de energía por orina de 5,23 kJ/g de proteína aparentemente digerida (figura 5).

Los tres organismos citados recomiendan en sus últimas ediciones (NRC, 1985; AAFCO, 2000; FEDIAF, 2001) estimar el contenido en EM de los alimentos comerciales para perros en función de su contenido en ELN, EE y PB.

Este enfoque presenta, no obstante, dos problemas. El primero, el considerar constante la digestibilidad de los principios inmediatos, independientemente del tipo de ingrediente que los aporta, del contenido en fibra de la ración y del procesado de ésta, factores todos ellos que como se ha indicado pueden hacer variar su digestibilidad. En segundo lugar, el aplicar unos coeficientes medios de digestibilidad de los principios inmediatos inferiores a los que actualmente se pueden esperar en gran parte de los alimentos comercializados de gama media y alta. Esto motiva, como reconoce el NRC (1985), que los valores de EM obtenidos empleando dicha ecuación subestimen el valor real de EM de la mayor parte de estos alimentos, en tanto que sobreestima el valor de los alimentos de baja calidad o elevado contenido en fibra (Kienzle et al., 1998b; Castillo et al., 1999, 2001a).

Estos autores proponen un nuevo método de estimación del contenido en EM de los alimentos para perros a partir de:

1- Su contenido en EB, determinado en bomba calorimétrica o estimado a partir del contenido en ELN, EE y PB, aplicando los mismos valores de calor de combustión señalados anteriormente.

2- La digestibilidad de la energía estimada a partir del contenido en FB del alimento.

3- Las pérdidas de energía en orina estimadas a partir del contenido en PB del alimento.

El contenido en EM sería calculado factorialmente aplicando la ecuación: $EM = EB \times \text{Digestibilidad de la EB} - \text{Pérdidas de energía por orina}$. En la figura 6 se especifican las ecuaciones propuestas por Kienzle et al., 1998b).

Este enfoque permite predecir con mayor precisión que el método anterior el contenido real en EM de los alimentos comerciales para perros, lo cual ha sido puesto en evidencia en un estudio comparativo llevado a cabo por la FEDIAF sobre una muestra de 74 alimentos. No obstante, todavía no ha sido adoptado como método de referencia por los organismos mencionados, entre otras razones porque es

preciso profundizar más sobre distintos factores que pueden afectar a la relación entre la digestibilidad de la energía y el contenido en fibra del alimento, con el fin de poder establecer ecuaciones más precisas, y tal vez diferentes según el tipo de alimento de que se trate.

En gatos

Tanto el NRC (1996), como AAFCO y FEDIAF proponen utilizar para la estimación del contenido en EM de los alimentos secos para gatos, la misma ecuación que para perros (1). De todas maneras, esta ecuación también adolece de los problemas indicados en el caso de los perros. A ello hay que añadir que el factor asociado a la PB (14,6 MJ/kg) subestimaría su valor energético para gatos, ya que éstos utilizan la proteína como fuente de energía más eficientemente que los perros. Los escasos datos actualmente existentes en la bibliografía sugieren que las pérdidas energéticas por orina en gatos serían del orden de 3,6-3,8 kJ/g de proteína aparentemente digestible en lugar de los 5,23 kJ/g considerados en perros. Laflamme et al. (2001), a partir de dos bases de datos de piensos secos para gatos, encuentra que la aplicación de la ecuación (1) subestima sistemáticamente la EM entre un 7,7 y un 15,5 % de media.

Para alimentos enlatados con contenidos en humedad superiores al 14%, el NRC (1986) y FEDIAF proponen el uso de la ecuación: (2) $EM = 16,3 \times PB + 32,2 \times EE + 12,6 \times ELN - 20,9$, en la que la EM y el contenido en nutrientes vienen expresados en las mismas unidades que en la ecuación (1).

Kienzle et al., (1998b) proponen como alternativa un enfoque factorial similar al de perros, calculando la EM a partir del contenido en EB, de la digestibilidad estimada a partir del contenido en fibra y de las pérdidas de energía en orina estimadas a partir del contenido en proteína del alimento (figura 6). Al igual que en perros, dicha ecuación, aplicada tanto a alimentos secos como húmedos permite una mayor precisión en la determinación de la EM que las ecuaciones (1) y (2).

Conclusión

La estimación del contenido en EM de los alimentos para perros y gatos a partir de su contenido en principios inmediatos, PB, EE y ELN, mediante las distintas ecuaciones propuestas por el NRC, AAFCO y FEDIAF, en las que se asume una digestibilidad constante tiende, tanto en perros como en gatos, a subestimar el valor real de EM de los alimentos de elevada calidad y bajo contenido en fibra, que constituyen la mayor parte de los alimentos preparados del mercado, mientras que tiende a sobreestimar la EM de los alimentos de baja calidad y concentración energética. Ello se debe en parte a que considera constante la digestibilidad de los nutrientes, independientemente del tipo de ingredientes que los aportan y de su contenido en fibra. Para tener en cuenta este últi-

mo aspecto, el enfoque factorial propuesto por Kienzle et al. (1998b) y Castillo et al. (1999, 2001a) parece más adecuado, y de hecho se obtienen valores que se ajustan más a los experimentales, aunque hay que continuar profundizando sobre la relación existente entre la digestibilidad y el contenido en fibra, que podía diferir según el tipo de alimento.

En cualquier caso, la estimación de las necesidades energéticas de los animales ofrece mucha menos precisión, habiéndose encontrado diferencias de hasta el 70% en el metabolismo basal entre individuos del mismo peso (Heusner, 1991), por lo que desde un punto de vista práctico cualquiera de las ecuaciones recomendadas permite estimar el contenido en EM de los alimentos comerciales con la suficiente precisión para poder ajustar la ingesta a las necesidades. ■

BIBLIOGRAFÍA

- AAFCO, 2000. Official Publication. Association of American Feed Control Officials, Inc.
- Castillo C., Vicente F., Soler M., 1999. Estimation of metabolizable energy in extruded dog foods from their proximate composition. Proc. of the 1999 Purina Nutrition Forum. Ralston Purina Company, St. Louis, USA p 173.
- Castillo C., Vicente F., Guada J.A., 2001a. The effect of crude fiber on apparent digestibility and digestible energy content of extruded dog foods. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., 85, 231-236.
- Castillo C., Vicente F., Guada J.A., 2001b. Urinary energy losses in dogs fed commercial extruded foods. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., 85, 237-241.
- FEDIAF, 2001. Guidelines for complete and complementary pet foods for cats and dogs. Bruxelles.
- Heusner A. A., 1991. Bodymass, maintenance, and basal metabolism in dogs. J. Nutr., 121, S8-S17.
- Kienzle E., Opitz B., Earle K.E., Smith P.M., Maskell I.E., 1998a. The influence of dietary fibre components on the apparent digestibility of organic matter and energy in prepared dog and cat foods. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., 79, 46-56.
- Kienzle E., Opitz B., 1999. Bioavailability of energy. Proc. of the 1999 Purina Nutrition Forum. Ralston Purina Company. St. Louis, USA pp-44-58.
- Kienzle E., Opitz B., Earle K.E., Smith P.M., Maskell I.E., 1998b. The development of a improved method of predicting the energy content in prepared dogs and cat foods. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., 79, 69-79.
- Nguyen P., Dumon H., Martin L., 2000. The energy value of cat foods. Proc. European Society of Veterinary and Comparative Nutrition. Amsterdam. The Netherlands. pp 9-11.
- NRC, 1986. Nutrient Requirements of Cats. National Academic Press, Washington, D.C.
- NRC, 1985. Nutrient Requirements of Dogs. National Academic Press, Washington, D.C.

LECTURAS RECOMENDADAS

- BSAVA, 1996. Manual of Companion Animal Nutrition and Feeding. Kelly N.C., Wille J.M. (eds). British Small Animal Veterinary Association, UK.
- 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 Edición. Ediciones Harcourt, S.A.

Doctor: ¿Controla Vd. la DIABETES?

Sistema
ptium®

El único sistema que determina la **glucemia** y los **cuerpos cetónicos** en sangre.

Rápido y seguro.

Resultados en menos de **1 minuto.**



Doctor, si desea Vd. más información acerca del **NUEVO**

Sistema ptium

rellene este cupón y envíelo a:
Abbott Científica - MediSense
Costa Brava, 13
28034 Madrid
Fax: 917 349 664

Nombre:

Domicilio:

C.P.:

Ciudad:

Provincia:

Teléfono:

MediSense®

ABBOTT