

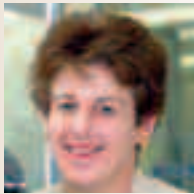
**Linda FLEEMAN**

BVSc, MACVSc



**Jacque RAND**

BVSc (hons), DVSc,  
Dipl ACVIM



# Diabetes Mellitus canina: Estrategia nutricional

<b>1 - La diabetes canina</b> .....	<b>205</b>
<b>2 - Cómo alimentar al perro diabético</b> .....	<b>214</b>
Preguntas frecuentes .....	223
Bibliografía .....	225
Ejemplos de comidas caseras adaptadas al tratamiento de la diabetes mellitus en el perro .....	228
Información nutricional de Royal Canin .....	230

# Diabetes Mellitus canina: Estrategia nutricional



## **Linda FLEEMAN**

BVSc, MACVSc

*Linda Fleeman se licenció con honores en la Universidad de Queensland y realizó los programas de formación de Residencia Clínica en Medicina de Pequeños Animales en la Universidad Murdoch y en la Universidad de Melbourne, en Australia. Actualmente participa en un proyecto de investigación clínica de doctorado, sobre el tratamiento y el manejo nutricional de la diabetes en los perros. Actualmente, es profesora de Nutrición Clínica de Pequeños Animales en la Universidad de Queensland. La Dra. Fleeman es la primera autora de numerosas publicaciones centradas en la diabetes canina y ha intervenido regularmente en conferencias nacionales e internacionales sobre este tema.*



## **Jacquie RAND**

BVSc (Hons), DVSc, Dipl ACVIM

*La Dra. Rand obtuvo su título en la Universidad de Melbourne (Australia) en 1975 y trabajó en clínica privada durante 8 años antes de terminar una residencia y un doctorado en la Universidad de Guelph (Canadá). Actualmente es Catedrática en Medicina de Animales de Compañía en la Universidad de Queensland y, además, Directora del Centro de Salud para Animales de Compañía. Jacquie Rand es reconocida a nivel internacional en materia de diabetes felina y en investigación sobre nutrición. Es autora de más de 100 artículos, 70 resúmenes y 6 capítulos de libro. Actualmente dirige un equipo de diez estudiantes de postgrado que trabajan en la investigación sobre la diabetes, la obesidad y la nutrición de los animales de compañía.*

**L**a diabetes mellitus es una enfermedad endocrina bastante común en los perros y requiere un tratamiento durante toda la vida. La dieta es una parte importante del tratamiento y es esencial que las recomendaciones nutricionales se basen en estudios clínicos fiables. La primera parte de este capítulo se dedica a la comprensión de la patogénesis de la diabetes canina, algo indispensable para el estudio de las diferentes aproximaciones nutricionales. El estudio del tratamiento del mismo tipo de diabetes en el hombre proporciona ciertas bases a las recomendaciones nutricionales. La segunda parte analiza con detalle los resultados de los estudios nutricionales realizados en el perro, con la intención de establecer las recomendaciones concernientes al aporte de fibras, carbohidratos, grasas, proteínas y micronutrientes para los perros diabéticos. El resumen final utiliza el sistema de graduación de la Asociación Americana de la Diabetes (ADA) basado en una clasificación científica de las recomendaciones nutricionales para la diabetes canina.

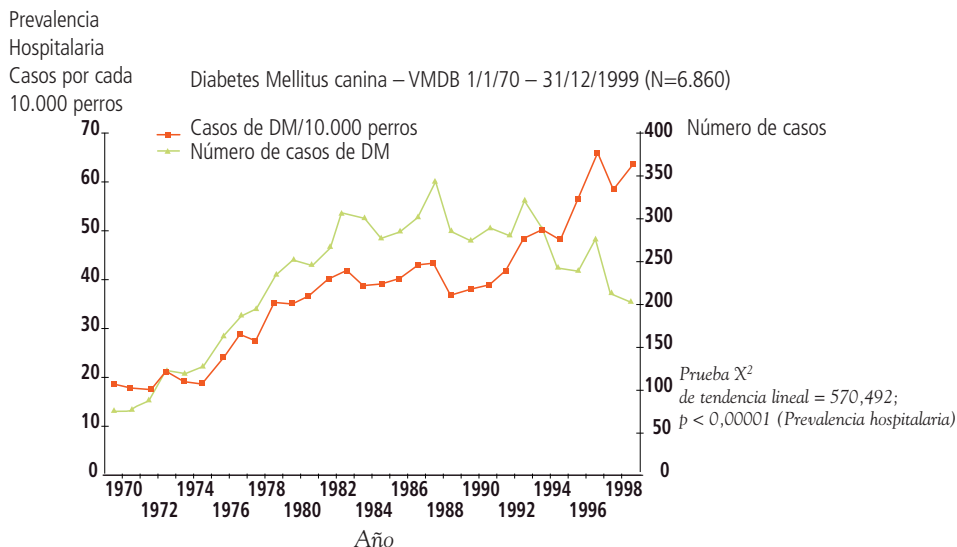
# 1 - La diabetes canina

## ► Prevalencia de la diabetes mellitus en los perros.

La diabetes mellitus es una de las alteraciones endocrinas más frecuentes, afecta a perros mayores o de mediana edad y su prevalencia está aumentando. Hace treinta años, se diagnosticaba diabetes a 19 de cada 10.000 perros que visitaban las clínicas veterinarias (Marmor *et al.*, 1982; Guptill *et al.*, 2003). En 1999, la prevalencia se había multiplicado por tres: la diabetes afectaba a 58 de cada 10.000 perros que acudían a las clínicas veterinarias (Figura 1) (Guptill *et al.*, 2003).

**FIGURA 1 - AUMENTO DE LA PREVALENCIA DE LA DIABETES MELLITUS CANINA**

Reimpresión de Guptill *et al.*, 2003, con la autorización de Elsevier.



Aumento de la prevalencia de DM durante el periodo de estudio. El número de instituciones en las que se recogieron datos fue menor entre 1995 y 1999 (16 instituciones en 1994, 13 en 1995, 12 tanto en 1996 como en 1997 y 11 tanto en 1998 como en 1999), por lo que el número de casos al año es menor en estos años.

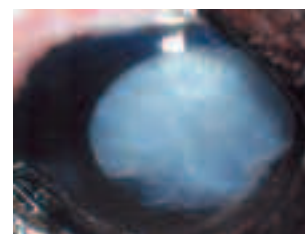
## ► Consecuencias clínicas de la diabetes en los perros

La deficiencia de insulina tiene como consecuencia una alteración del metabolismo de los carbohidratos, de las grasas y de las proteínas. El metabolismo glucídico anormal se traduce en una hiperglucemia y una glucosuria y es el responsable de la poliuria-polidipsia y de la formación de las cataratas que se observan en los perros diabéticos. La hiperlipidemia, la producción de cetonas y las alteraciones hepáticas observadas en estos perros son consecuencia de las alteraciones en el metabolismo de las grasas. La reducción de la utilización de la glucosa, los aminoácidos y los ácidos grasos tiene numerosas y variadas consecuencias: letargia, pérdida de peso, menor estimulación del centro de la saciedad, mala calidad del pelaje y disminución de las defensas, características, todas ellas, típicas de los perros diabéticos que no están en tratamiento.

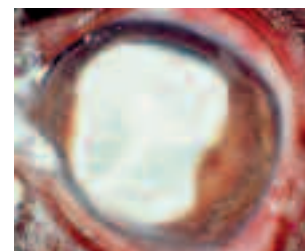
### > Formación de cataratas

La formación de cataratas es la complicación más frecuente, y una de las más importantes, asociada a la diabetes de los perros (Beam *et al.*, 1999) (Figura 2). Son irreversibles y pueden evolucionar con bastante rapidez (Figura 3). Aproximadamente, el 30% de los perros diabéticos presentan ya una disminución de la visión cuando se presentan en la consulta (Graham & Nash, 1997a). En la mayoría de los perros diabéticos, las cataratas se desarrollan en los 5 o 6 meses siguientes al establecimiento del diagnóstico y en 16 meses, aproximadamente el 80% de los perros presentan un grado significativo de cataratas (Beam *et al.*, 1999). El riesgo de desarrollar cataratas parece no tener relación con el nivel de

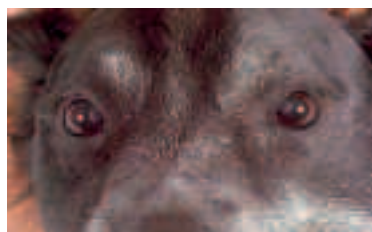
**FIGURA 2 - CATARATA DIABÉTICA ASOCIADA A UVEITIS EN UN PERRO**



a: Catarata avanzada en un perro mayor. Existe hiperemia a nivel de la esclerótica, indicando una leve uveítis.



b: Uveítis severa en un perro diabético. El ojo está enrojecido y doloroso con importante presencia de secreción ocular mucopurulenta y sinequias posteriores.

**FIGURA 3 - DESARROLLO DE CATARATAS DIABÉTICAS EN UN PERRO***(Según Fleeman & Rand, 2000)*

a: Perro mestizo, de 11 años de edad, fotografiado poco después del diagnóstico de diabetes mellitus.



b: El mismo perro, tres meses después. Las cataratas diabéticas se desarrollaron con rapidez y los propietarios del perro comunicaron que se había producido una repentina pérdida de visión.



c: El mismo perro tras efectuar una intervención quirúrgica mediante facoemulsificación para eliminar la catarata del ojo derecho.

hiperglucemia, sin embargo aumenta con la edad (Salgado *et al.*, 2000). Por lo tanto, no es probable que el manejo de la dieta influya en la proporción o la gravedad del desarrollo de las cataratas en los perros diabéticos.

**> Enfermedades concurrentes**

Los perros diabéticos que siguen un tratamiento tienen similares expectativas de supervivencia que los perros no diabéticos de la misma edad y sexo, aunque el riesgo de fallecimiento es más elevado durante los 6 primeros meses del tratamiento (Graham & Nash, 1997b). La mayoría de los perros diabéticos son perros mayores o de mediana edad, por lo que son propensos a sufrir las enfermedades que, normalmente, afectan a este grupo de edad. Por consiguiente, muchos de ellos sufren problemas concurrentes que necesitan ser tratados a la vez que la diabetes. Cuando la diabetes coincide con otra enfermedad, las necesidades nutricionales ligadas a dicha enfermedad serán prioritarias si el perro está siendo tratado con insulina. Cualquiera que sea la dieta suministrada, normalmente, se puede mantener el control de la glucemia gracias a la insulina exógena.

Si la enfermedad concomitante produce una pérdida de apetito temporal, generalmente se recomienda administrar la mitad de la dosis normal de insulina para disminuir el riesgo de hipoglucemia. Los perros diabéticos con falta de apetito comen más fácilmente si su propietario les ofrece en sus propias manos una comida muy apetitosa. Si una enfermedad concomitante más grave origina una anorexia prolongada, el perro diabético debe ser hospitalizado para estabilizar su glucemia, iniciar un tratamiento con insulina de acción rápida e instaurar una fluidoterapia con suero intravenoso enriquecido con glucosa y potasio (Feldman *et al.*, 2004; Church, 1997).

**► Hipoglucemia inducida por la insulina.**

Una hipoglucemia grave producida por una sobredosis de insulina puede causar daños irreversibles en el cerebro e incluso la muerte, por lo que uno de los objetivos más importantes del tratamiento de los perros diabéticos es evitar la hipoglucemia inducida por la insulina. La nutrición desempeña aquí un papel importante para prevenir este riesgo. Una hipoglucemia grave puede aparecer en un perro diabético alimentado ad libitum que recibe insulina a intervalos irregulares (Whitley *et al.*, 1997). Los alimentos comerciales para perros, con frecuencia, inducen un aumento postprandial de la glucosa en plasma en sólo 90 minutos tras su consumo (Nguyen *et al.*, 1998a) y se deben programar perfectamente las comidas para que la actividad máxima de la insulina exógena coincida con el periodo postprandial (Church, 1982). De este modo, el perro debe ser alimentado en las 2 horas siguientes a la administración de la insulina lenta o en las 6 horas siguientes a la administración de la insulina protamina zinc (Stenner *et al.*, 2004) (Figura 4). En la práctica es posible alimentar al perro inmediatamente después de ponerle la inyección de insulina. De este modo, a la mayoría de los dueños de perro les resulta bastante más fácil seguir el tratamiento en casa y al mismo tiempo se consigue en seguida un buen control glucémico. Además, muchos propietarios prefieren hacerlo así porque sienten que su perro recibe una recompensa por la inyección.

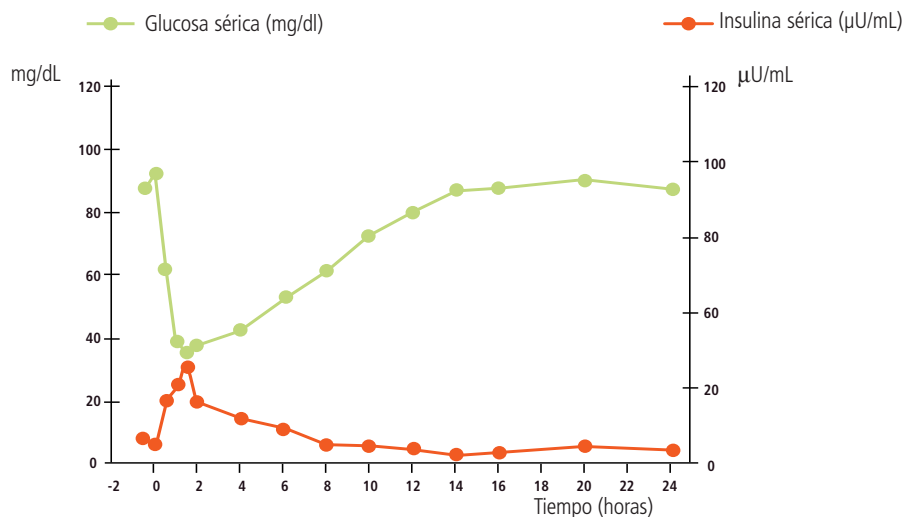
Debido a que el tratamiento diario con insulina tiende a ser fijo para los perros diabéticos, es importante poder predecir la respuesta glucémica después de cada comida. Lo ideal sería que cada comida tuviera los mismos ingredientes y la misma cantidad de calorías y que se le proporcionara al animal a las mismas horas cada día. Es fundamental que la dieta administrada resulte palatable para asegurarse

**FIGURA 4 - FARMACODINAMIA Y FARMACOCINÉTICA EN 9 PERROS SANOS, NO DIABÉTICOS, TRAS UNA INYECCIÓN SUBCUTÁNEA DE DOS PREPARADOS: UNO DE ACCIÓN LENTA (CANINSULIN®, INTERVET) Y OTRO DE INSULINA PROTAMINA ZINC (PZI VET®, IDEXX)**

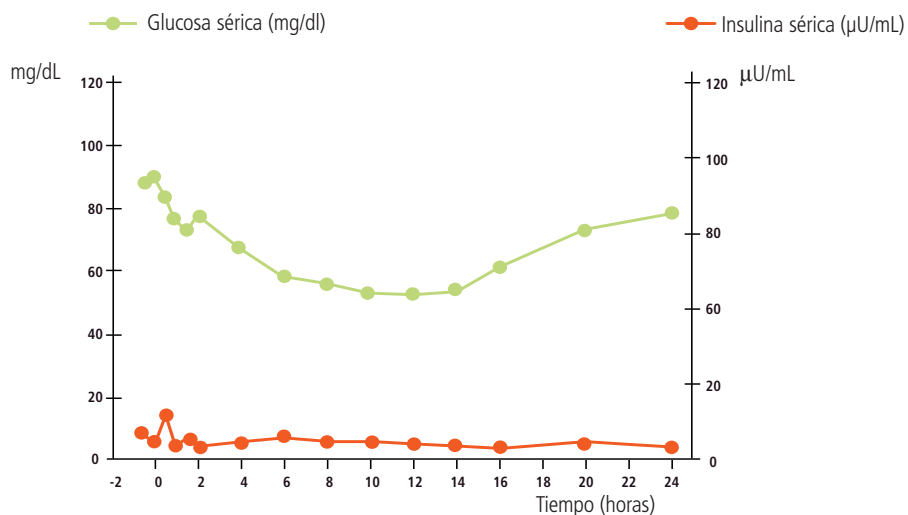
(CANINSULIN®, INTERVET) Y OTRO DE INSULINA PROTAMINA ZINC (PZI VET®, IDEXX)

(Stemmer et al., 2004)

Concentraciones séricas medias de Glucosa e Insulina en función del tiempo en los perros tratados con Insulina de acción lenta



Concentraciones séricas medias de Glucosa e Insulina en función del tiempo en los perros tratados con Insulina Protamina Zinc



En los perros diabéticos tratados con insulina, lo ideal sería programar las comidas de manera que la actividad máxima de la insulina exógena tenga lugar durante el periodo postprandial. La farmacodinamia y farmacocinética de dos preparados comerciales de insulina para veterinaria, una insulina de acción lenta (Caninsulin®, Intervet) y otra insulina protamina zinc (PZI VET®, IDEXX), indican que el máximo efecto hipoglicemiante se produce durante las 2 primeras horas tras la administración de la inyección subcutánea en el caso de la insulina lenta y en las 6 horas siguientes a la inyección subcutánea de insulina protamina zinc. Los alimentos comerciales para perros, normalmente, provocan un aumento postprandial de la glucosa plasmática en menos de 90 minutos tras el consumo, por lo que se puede proporcionar la comida a los perros en la media hora siguiente a la administración de la insulina lenta o en las cuatro horas y media siguientes, en el caso de la insulina protamina zinc. Una solución factible sería alimentar al perro justo después de la inyección de insulina. De este modo, se simplifica considerablemente el tratamiento en casa para la mayoría de los propietarios, permitiéndoles obtener fácil y rápidamente un buen control de la glucemia.

una ingesta suficiente de comida. El principal determinante de la respuesta glucémica postprandial en los perros es el contenido en almidón de la comida (Nguyen et al., 1998b) por lo que se debe tener un cuidado especial para asegurar que la fuente y el contenido de almidón en la dieta sean constantes.

El objetivo principal es evitar la sobredosis de insulina. Todas las personas que tienen un perro diabético deben ser conscientes del peligro potencialmente mortal, ya que puede convertirse rápidamente en una emergencia grave. Si se derrama un poco de insulina durante la inyección, nunca debe rellenarse la jeringuilla, aunque parezca que el perro no ha recibido su dosis completa. Si el propietario alguna vez no está seguro de si tiene que dar una dosis de insulina o no, la opción más segura es no hacerlo, pues las consecuencias de saltarse una sola dosis de insulina son insignificantes. Si aparecen ligeros signos de hipoglucemia, el propietario debe darle de comer al perro su alimento habitual. Si el perro no quiere o no puede comer, se puede administrar oralmente un jarabe concentrado en glucosa como los comercializados para personas diabéticas. Una vez que el perro se recupere, se le debe dar de comer lo antes posible y hablar con su veterinario antes de la siguiente inyección de insulina. En estas circunstancias, normalmente se reduce al 50% la dosis de insulina.

Un estudio demostró que el 94% de los perros diabéticos son tratados con éxito administrándoles dos dosis de insulina al día (Hess & Ward, 2000). Cuando los perros diabéticos recibían insulina una sola vez al día, las dosis de insulina eran más elevadas y los episodios de hipoglucemia más frecuentes (Hess & Ward, 2000). Aunque algunos consideran que los tratamientos con una sola inyección diaria de insulina son más simples y más prácticos, la mayoría de dichos tratamientos implican dos suministros de comida al día, uno poco antes de la inyección de insulina y el otro durante el pico de la actividad insulínica, aproximadamente unas 8 horas más tarde. Teniendo en cuenta la duración habitual de la jornada laboral, en realidad podría ser más cómodo para la gente proporcionar la segunda comida 12 horas después de la primera. Los propietarios con experiencia no suelen tener problemas con la administración de las inyecciones de insulina y si aceptan una pauta de dos comidas al día, no supone mucho más esfuerzo ponerle la inyección de insulina al mismo tiempo. Como consecuencia, muchos clínicos recomiendan las pautas de tratamiento que implican administrar una misma dosis de insulina a la vez que se les suministra una misma cantidad de comida cada 12 horas.

Los propietarios de perros diabéticos deben ser conscientes de que la rutina en el tratamiento con insulina y en la alimentación tiene que respetarse. Dos dosis fijas de insulina al día asociadas a un alimento palatable que proporcione siempre la misma fuente y la misma cantidad de almidón, administrado siempre a la misma hora puede reducir el riesgo de hipoglucemia en los perros diabéticos.

Cada vez hay más pruebas a favor de la existencia de una base genética en la diabetes canina: una asociación con los alelos del complejo mayor de histocompatibilidad que contiene el gen del antígeno del leucocito del perro sugiere en gran medida que la respuesta inmune desempeña un papel importante en la patogénesis de la diabetes mellitus (Kennedy et al., 2003; Davison et al., 2003a; Rand et al., 2004).

## ► Comprender la patogénesis de la diabetes canina

La clasificación actual de la diabetes mellitus humana se basa en la patogénesis de la enfermedad y proporciona, por lo tanto, una base racional para la comprensión del tratamiento. La adopción de estos criterios para la diabetes canina proporciona unos beneficios similares a los veterinarios. La diabetes humana se divide en: tipo 1, tipo 2, otros tipos específicos de diabetes y diabetes de gestación (*The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*, 1997). Actualmente no hay criterios internacionalmente aceptados para la clasificación de la diabetes canina. Si los criterios establecidos para la diabetes humana se aplicaran a los perros, al menos el 50% de los perros diabéticos serían clasificados dentro del grupo de la diabetes de tipo 1. El resto, probablemente, tienen “otros tipos específicos de diabetes” derivadas de una alteración pancreática, de una resistencia crónica a la insulina (diabetes tipo 2) o presentan una diabetes inducida por el diestro.

### > Diabetes tipo 1

La diabetes tipo 1 parece ser la forma más frecuente de diabetes en los perros y se caracteriza por una destrucción de las células  $\beta$  del páncreas que lleva a una deficiencia absoluta de insulina. En el hombre, esto se produce normalmente por mecanismos autoinmunes mediados por células y está asociado a múltiples predisposiciones genéticas y a factores ambientales poco definidos (*The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*, 1997). La mayoría de los perros diabéticos presentan una deficiencia absoluta de insulina (Besch et al., 1985; Fischer et al., 1985; Soon-Shiong et al., 1992; Montgomery et al., 1996). A menudo se desconoce la etiología de la destrucción de las células  $\beta$ , aunque ciertas pruebas permiten pensar que, en aproximadamente el 50% de los perros diabéticos, está causada por una respuesta inmunitaria mediada, parecida a la de la diabetes tipo 1 humana (Sai et al., 1984; Alejandro et al., 1988; Hoenig & Dawe, 1992; Elie & Hoenig, 1995; Davison et al., 2003a, 2003b).

Aunque la predisposición genética parece ser un requisito previo, existen varios factores ambientales que podrían actuar como factores desencadenantes de una respuesta autoinmune frente a las células  $\beta$ .

Una vez iniciado, el proceso sigue su curso por las vías patogénicas normales (Kukreja y Maclaren, 1999). En el perro como en el hombre, la incidencia de la diabetes tipo 1 sigue aumentando, (Onkamo et al., 1999), tendencia que se ha explicado a causa de un mayor contacto con los factores ambientales perjudiciales (Onkamo et al., 1999). Hay una incidencia estacional muy significativa en el diagnóstico de la diabetes tipo 1 humana (Gamble & Taylor, 1969; Fleegler et al., 1979) y de la diabetes canina (Gamble y Taylor, 1969; Fleegler et al., 1979), incidencia que presenta un pico en invierno que sugiere que las influencias ambientales también tienen gran importancia en la progresión de la enfermedad justo antes del diagnóstico.

La velocidad de progresión hacia la deficiencia absoluta de insulina es bastante variable en el hombre. Puede ser rápida en los niños pequeños y mucho más lenta en las personas de mediana edad o mayores. Este último grupo puede presentar la diabetes autoinmune latente del adulto (LADA), que es una forma particular de diabetes tipo 1 autoinmune, caracterizada por una destrucción progresiva de las células  $\beta$  durante meses o años y sin estar asociada a la obesidad (Zimmet et al., 1994). Se reconocen diferentes patrones de anticuerpos según la forma en que comience la enfermedad, de manera aguda o lentamente en las formas progresivas (diabetes autoinmune latente del adulto o LADA) de la diabetes humana tipo 1 (Zimmet et al., 1994; Seissler et al., 1998), lo que indica que estas dos formas de la enfermedad presentan una patogénesis distinta.

No se ha estudiado en los perros la velocidad de la progresión hacia la deficiencia absoluta de insulina, pero los factores epidemiológicos son muy parecidos a los de la forma LADA de la diabetes tipo 1 en el hombre: son personas normalmente no obesas y suelen ser mayores o de mediana edad. La mayoría de los perros afectados tienen más de 7 años de edad y la aparición de los signos clínicos es típicamente insidiosa, con una duración que puede ir desde unas semanas hasta varios meses (Ling et al., 1977). Las similitudes entre la diabetes canina y la LADA deben ser tenidas en consideración.

## > Otros tipos de diabetes canina

### • Relación entre la diabetes y la pancreatitis en los perros

En, aproximadamente, el 28% de los perros diabéticos, la diabetes se desarrolla por un daño pancreático importante, debido probablemente a una pancreatitis crónica, (Alejandro et al., 1988) por lo que este tipo es el más habitual de los “otros tipos específicos” de diabetes en los perros. Se está investigando la pérdida de células  $\beta$  en perros no diabéticos que padecen una pancreatitis crónica y los hallazgos preliminares sugieren que algunos presentan una reducción de la función de las células  $\beta$  y parecen ser prediabéticos (Watson y Herrtage, 2004). La prueba de la inmunoreactividad de la lipasa pancreática canina (cPLI) del suero es un buen indicador de la inflamación pancreática en los perros (Steiner, 2003). Se ha detectado un aumento de la cPLI en 5 de 30 perros (el 17%) con diabetes recientemente diagnosticada, sin embargo ninguno de estos animales tenía una concentración de cPLI que superara el valor diagnóstico de pancreatitis (Davison et al., 2003b).

En perros que padecían desde hace tiempo diabetes y que no mostraban signos clínicos de enfermedad pancreática exocrina, los niveles de cPLI fueron diagnósticos de pancreatitis en 2 de 12 perros (17%). Otros 4 perros (33%) registraron aumentos de cPLI sin alcanzar valores diagnósticos; y otros 2 perros más (17%), mostraron evidencias analíticas de insuficiencia pancreática exocrina (datos sin publicar). Esto indica que la insuficiencia pancreática exocrina subclínica es frecuente en los perros diabéticos.

El vínculo existente entre la diabetes canina y la pancreatitis merece una especial atención ya que la reacción autoinmune contra las células  $\beta$ , la inflamación pancreática y la regulación de la respuesta inmune gastrointestinal podrían estar ligadas a la patogénesis de la enfermedad. Es probable que el sistema inmunitario a nivel gastrointestinal desempeñe un papel fundamental en la patogénesis de la diabetes tipo 1 humana; de hecho, cada vez más datos sugieren que las personas afectadas tienen problemas inmunitarios a nivel intestinal. (Vaarala, 1999, Akerblom et al., 2002). El intestino delgado y el páncreas, probablemente, están unidos desde un punto de vista inmunológico, así como lo están anatómicamente, y están influenciados por factores ambientales como la microflora intestinal, las infecciones y los factores relacionados con la dieta (Vaarala, 1999).

Se ha propuesto que la hipertrigliceridemia, que es una alteración habitual en perros diabéticos (Ling et al., 1977), puede ser un factor favorecedor de la pancreatitis canina (Williams, 1994). La obesidad afecta a entre un cuarto y un tercio de los perros que se presentan en las consultas veterinarias (Edney



### Teckel adulto con un exceso de peso

Desde 1960 no existen datos epidemiológicos publicados (Krook et al.) que estudien la relación entre la diabetes canina y la obesidad, por lo que la relación entre ambas, actualmente, no está reconocida.

y Smith, 1986) y también está relacionada con un incremento del riesgo de pancreatitis (Hess et al., 1999). Otros factores como alimentos con alto contenido en grasas, lipemia y alteraciones en el metabolismo lipídico, están implicados como agentes etiológicos potenciales en los perros con pancreatitis asociada a la obesidad (Simpson, 1993) y, posiblemente, desempeñan un papel en el desarrollo de la pancreatitis en los perros diabéticos. Se puede encontrar información más detallada sobre la pancreatitis canina y la hiperlipidemia en los capítulos 5 y 7 de esta enciclopedia.

### • Papel de la resistencia a la insulina en la diabetes canina

La diabetes inducida por estados de resistencia a la insulina constituye el caso menos frecuente de los “otros tipos específicos” de diabetes canina.

Enfermedades como el hiperadrenocorticismo (Peterson, 1984) y la acromegalia (Selman et al., 1994) producen una resistencia a la insulina y pueden inducir la diabetes en los perros. Entre las causas iatrogénicas de la resistencia insulina que podrían conducir a una diabetes inducida se encuentran los tratamientos crónicos con corticosteroides (Campbell & Latimer, 1984). Sin embargo, como la mayoría de los perros no desarrollan diabetes por un tratamiento crónico con corticosteroides o por un hiperadrenocorticismo espontáneo, la aparición de diabetes podría ser el resultado de una reducción de la función de las células  $\beta$  como consecuencia de un proceso inmunológico o de pancreatitis crónica.

Aunque la obesidad produce resistencia a la insulina en perros, no existen datos publicados que indiquen claramente que la obesidad es un factor de riesgo para la diabetes canina.

Se ha demostrado claramente que la obesidad es un factor de riesgo para la diabetes tipo 2 en los gatos y en las personas. En cambio, no hay estudios bien documentados que demuestren de forma convincente que la diabetes tipo 2 tenga una entidad significativa como enfermedad en los perros. La obesidad origina resistencia a la insulina en los perros (Rocchini, 1999; Villa et al., 1999, Mittelman et al., 2002), la cual conduce a una hiperinsulinemia y a un deterioro de la tolerancia a la glucosa (Mathews et al., 1984, Henegar et al., 2001). Estos efectos son especialmente pronunciados cuando la obesidad está inducida por una alimentación con un contenido elevado en grasas saturadas (Truett et al., 1998). Los perros alimentados con una dieta con alto contenido en grasas desarrollan una resistencia a la insulina no compensada por el aumento de la secreción de insulina, lo cual tiene como consecuencia una intolerancia a la glucosa más grave (Kaiyala et al., 1999). A pesar de las pruebas de que la obesidad produce una intolerancia a la glucosa, parece que son muy pocos los perros que desarrollan una diabetes como consecuencia de la resistencia a la insulina inducida por la obesidad.



© Lamercau

Si se diagnostica diabetes a una perra ya sea durante la gestación o el diestro, probablemente se podría comparar a la diabetes de gestación humana. Si la diabetes persiste después del parto o una vez finalizado el diestro, deberá reclasificarse como diabetes tipo 1 u otro tipo específico de diabetes.

### Diabetes asociada al diestro y a la gestación

La diabetes de gestación es otra categoría de diabetes reconocida en las mujeres. Se define como una intolerancia a la glucosa que aparece o se reconoce por primera vez durante el embarazo (The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus, 1997). Si la diabetes persiste tras finalizar la gestación, entonces se la vuelve a clasificar ya sea dentro del tipo 1, del tipo 2 o de otro tipo específico de diabetes. Hacia el día 30-35 de gestación, las perras sanas presentan una menor sensibilidad a la insulina (McCann, 1983), y se agrava en la última etapa de la gestación (Concannon, 1986). La fase lútea del ciclo sexual de la perra, cuando no hay presencia embrionaria, tiene una duración similar a la de la gestación (9 semanas) y los perfiles hormonales durante el diestro y durante la gestación son básicamente los mismos (Johnston, 1980, Concannon, 1989, Feldma et al., 2004b). El aumento de la progesterona induce una intolerancia a la glucosa y una diabetes manifiesta durante el diestro de algunas perras (Eigenmann et al., 1983, Scaramal et al., 1997). La progesterona también estimula las glándulas mamarias de las perras para que produzcan hormona del crecimiento, que es un potente inductor de la resistencia a la insulina (Selman et al., 1994).

La influencia periódica de la resistencia a la insulina asociada al diestro puede contribuir al mayor riesgo de desarrollar diabetes que presentan las hembras en comparación con los machos, (Marmor et al., 1982; Gupta et al., 2003).

En la **Tabla 1** se resume una clasificación de la diabetes canina basada en los conocimientos actuales de su patogénesis.



**TABLA 1 - CLASIFICACIÓN DE LA DIABETES MELLITUS CANINA BASADA EN LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES DE SU PATOGÉNESIS**

Forma de diabetes mellitus canina	Forma análoga de diabetes mellitus humana	Proporción estimada de perros diabéticos	Patogénesis	Características clínicas
<b>Diabetes tipo 1</b>	Diabetes autoinmune latente del adulto (LADA), variedad de la diabetes tipo I	50 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción autoinmune de las células <math>\beta</math>, del páncreas</li> <li>• Predisposición genética relacionada con el Complejo Mayor de histocompatibilidad del perro a través del gen del antígeno del leucocito</li> <li>• Es muy posible que sean los factores medioambientales los que la desencadenan al interactuar con el sistema inmunitario intestinal de los individuos con predisposición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perros mayores o de mediana edad.</li> <li>• No está asociada a la obesidad.</li> <li>• Deficiencia absoluta y permanente de insulina</li> </ul>
<b>Daño extenso debido a una pancreatitis crónica</b>	Otros tipos específicos de diabetes	30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pancreatitis crónica que induce una destrucción masiva del tejido pancreático endocrino y exocrino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es característico que la diabetes aparezca muchos meses antes que la insuficiencia exocrina.</li> <li>• Deficiencia absoluta y permanente de insulina</li> </ul>
<b>Diabetes asociada a estados de resistencia a la insulina</b>	Otros tipos específicos de diabetes	20 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedad concurrente o tratamiento que produce una resistencia a la insulina.</li> <li>• Algunos perros que desarrollan una diabetes asociada con estados de resistencia a la insulina pueden tener una función reducida subyacente de las células <math>\beta</math> debido a una destrucción autoinmune o a una pancreatitis crónica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se produce en perros con resistencia a la insulina a causa, por ejemplo, de un hiperadrenocorticismismo o un tratamiento con corticosteroides.</li> <li>• Deficiencia absoluta o relativa de insulina.</li> </ul>
<b>Diabetes asociada a la fase de diestro</b>	Diabetes de gestación	La prevalencia depende de la proporción de perras enteras en la población.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La progesterona induce resistencia a la insulina</li> <li>• La progesterona también estimula la producción de hormona del crecimiento por la glándula mamaria, lo cual aumenta aún más la resistencia a la insulina</li> <li>• Es posible que haya una reducción subyacente de la función de las células <math>\beta</math>, debido a una destrucción autoinmune o a una pancreatitis crónica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se produce en perras enteras durante la fase de diestro o en la gestación.</li> <li>• Deficiencia absoluta o relativa de insulina.</li> <li>• La diabetes puede remitir cuando finaliza el diestro o la gestación.</li> </ul>
<b>No descrita en perros</b>	Diabetes tipo 2	0 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la secreción de insulina y resistencia a la insulina.</li> <li>• La obesidad es un factor de riesgo.</li> <li>• Aunque en los perros no se han descrito casos de diabetes tipo 2 pura, la resistencia a la insulina o la obesidad puede producir síntomas de diabetes pura en perros, con una destrucción de células <math>\beta</math>, asociada a otras formas de diabetes, tales como la pancreatitis crónica.</li> </ul>	-

## ► Perspectivas nutricionales basadas en la patogénesis de la diabetes canina

El hecho de conocer la patogénesis de la diabetes en el perro proporciona una base lógica para comprender los asuntos relativos al manejo nutricional de esta enfermedad. La Asociación Americana de la Diabetes (ADA) ha propuesto unas recomendaciones nutricionales para el tratamiento y la prevención de la diabetes humana basadas en los resultados de un amplio metaanálisis (*Franz et al., 2002a*). El hecho de tener en cuenta dichas recomendaciones para los pacientes humanos con tipos de diabetes comparables a la diabetes canina proporciona una perspectiva racional para establecer recomendaciones dietéticas para los perros diabéticos.

### > Los carbohidratos de la dieta y la diabetes tipo 1

Las recomendaciones con respecto al aporte de carbohidratos de la dieta para las personas diabéticas del tipo 1 proporcionan una perspectiva adecuada para los perros diabéticos, porque al menos el 50% de ellos, parece tener una enfermedad similar. Es particularmente interesante considerar la actual recomendación sobre el consumo de fibra en la dieta para las personas con diabetes de tipo 1. Tras décadas investigando los efectos de la fibra de la dieta sobre la respuesta glucémica y lipémica de los diabéticos, la recomendación actual es promover el consumo de fibra en todas las personas y que quienes padecen diabetes tipo 1 no necesitan más fibra que los no diabéticos (*Franz et al., 2002a*). Esto sugiere que podría no ser más beneficioso alimentar a un perro diabético con una dieta alta en fibra, en comparación con las dietas “típicas” formuladas para el mantenimiento de los adultos y con una cantidad de fibra moderada.

Con respecto a los efectos glucémicos de los carbohidratos en las personas diabéticas, existen pruebas sólidas de que la cantidad total de carbohidratos en las comidas y aperitivos es más importante que la fuente o el tipo de carbohidrato (*Franz et al., 2002a*). Además, existe una estrecha relación entre la dosis de insulina necesaria antes de comer y la respuesta glucémica postprandial al contenido glucídico de la comida, independientemente del índice glucémico, del contenido en fibras y grasas o de las calorías de la comida (*Franz et al., 2002a*). Puesto que los perros diabéticos son tratados, habitualmente, con dos dosis fijas de insulina al día, es lógico proporcionar una cantidad constante de carbohidratos en las comidas suministradas cada día.

### > Las grasas de la dieta y la diabetes tipo 1

En los pacientes humanos con diabetes se reduce la ingesta de grasas saturadas y de colesterol para disminuir el riesgo de enfermedad coronaria (*Franz et al., 2002a*). Puesto que no se reconoce la enfermedad coronaria como una entidad clínica significativa en los perros, las recomendaciones para los pacientes humanos sobre la grasa de la dieta, probablemente no se pueden extrapolar a los perros diabéticos. En la mayoría de las personas diabéticas del tipo 1, una insulino terapia eficaz hace que los niveles de lípidos en el suero vuelvan a la normalidad y, generalmente, que disminuyan las concentraciones de triglicéridos plasmáticos (*Franz et al., 2002a*). Por el contrario, en los individuos obesos con diabetes tipo 1, puede resultar beneficioso restringir las grasas saturadas, añadir a la dieta grasas monoinsaturadas, reducir ligeramente el peso y aumentar la actividad física (*Franz et al., 2002a*). Las mismas recomendaciones podrían ser beneficiosas para los perros diabéticos obesos.

### > Las proteínas de la dieta y la diabetes tipo 1

La composición proteica de la dieta recomendada para las personas con diabetes es la misma que la que se recomienda a la población no diabética (*Franz et al., 2002a*). No obstante, en caso de microalbuminuria o proteinuria persistente, la restricción de proteínas podría ayudar a ralentizar la progresión de la nefropatía diabética (*EASD, 1995*).

### > Diabetes e insuficiencia pancreática exocrina

Aproximadamente el 60% de las personas diabéticas del tipo 1 presentan la función pancreática exocrina disminuida y ahora se reconoce que la diabetes secundaria a una insuficiencia pancreática exocrina, podría ser más frecuente de lo que antes se creía (*Hardt et al., 2000*). A pesar de ello, la ADA

no proporciona ninguna recomendación dietética con respecto a los pacientes diabéticos con insuficiencia pancreática exocrina concomitante. Las personas diabéticas con hipertrigliceridemia tienen un mayor riesgo de pancreatitis aguda por lo que actualmente se recomienda restringir las grasas de su dieta (Athyros et al., 2002).

### > Recomendaciones dietéticas para la diabetes de gestación

El informe de la ADA con respecto a la diabetes de gestación (Franz et al., 2002b), indica que una restricción de los carbohidratos de la dieta disminuye los niveles maternos de glucosa postprandial (Major et al., 1998). De la misma manera, las perras con resistencia a la insulina asociada al diestro podrían beneficiarse de una dieta restringida en carbohidratos. Esto, posiblemente, reduciría los picos de glucemia postprandial y ayudaría a atenuar la hiperinsulinemia asociada al diestro, de modo que preservaría la función de las células, y disminuiría el riesgo de diabetes manifiesta. Existen evidencias en personas, de que al reducir la ingesta total de grasas, especialmente grasas saturadas, se puede mejorar la sensibilidad a la insulina y disminuir así el riesgo de diabetes asociada a la resistencia a la insulina (Franz et al., 2002a). El hecho de proporcionar una dieta con restricción de grasas a perras con resistencia a la insulina asociada al diestro, podría mejorar la sensibilidad a la insulina y disminuir el riesgo de diabetes manifiesta. Puesto que se recomienda una restricción de grasas y carbohidratos al mismo tiempo para estos animales, una dieta con un alto contenido en proteínas parece ser la mejor elección.

Es importante señalar que nunca se debe aconsejar una dieta con restricción de nutrientes para la hembra gestante, a menos que existan pruebas científicas sólidas de que representa un beneficio tanto para la madre como para el feto.

### > Recomendaciones dietéticas para diabéticos de edad avanzada

No existen recomendaciones nutricionales particulares para las personas diabéticas mayores, por lo que deben extrapolarse de los conocimientos de la población general (Franz et al., 2002a). Aunque las necesidades energéticas son menos importantes para las personas mayores que para los adultos más jóvenes, conviene señalar que en los ancianos, la desnutrición es más probable que la sobrealimentación, y que por lo tanto, se debe ser prudente al prescribir dietas de adelgazamiento (Franz et al., 2002a).



*No existen recomendaciones nutricionales basadas en estudios para los perros diabéticos mayores. Y debiera tenerse precaución a la hora de prescribir dietas bajas en calorías a los perros mayores porque pueden provocar un exceso de pérdida de condición corporal.*

<b>TABLA 2 - CÓMO ALIMENTAR AL PERRO DIABÉTICO:</b> <i>Sistema de clasificación basado en las evidencias científicas</i>	
<b>Sistema empleado para clasificar las evidencias científicas sobre las recomendaciones nutricionales para los perros diabéticos</b>	
↑	1. Nivel de clasificación más elevado
	Ensayos clínicos realizados de forma aleatoria y controlada en perros diabéticos
	Otros ensayos clínicos realizados en perros diabéticos
	Ensayos clínicos realizados de forma aleatoria y controlada en perros no diabéticos
↓	4. Menor nivel de clasificación
	Opinión de expertos, experiencia clínica y conceptos fisiopatológicos

## 2 - Cómo alimentar al perro diabético

### ► Un enfoque basado en pruebas

Lo ideal sería que las recomendaciones sobre cómo alimentar a los perros diabéticos estuvieran basadas en los datos obtenidos a partir de los resultados de ensayos clínicos, realizados de forma aleatoria y controlada, que documenten claramente el valor clínico significativo de la dieta probada. Puesto que se carece de ello, los clínicos deben evaluar los datos disponibles e interpretarlos en base a la amplia experiencia clínica y al conocimiento de los conceptos fisiopatológicos actuales. Como ayuda, en la siguiente revisión los datos se han clasificado en varias categorías (Tabla 2):

1. Ensayos clínicos realizados de forma aleatoria y controlada en perros diabéticos;
2. Otros ensayos clínicos realizados en perros diabéticos;
3. Ensayos clínicos realizados de forma aleatoria y controlada en perros no diabéticos;
4. Opinión de expertos, experiencia clínica y conceptos fisiopatológicos.

### ► Objetivos generales del tratamiento nutricional para perros diabéticos

- *Datos basados en la opinión de expertos, en la experiencia clínica y en los conceptos fisiopatológicos*

El alimento suministrado a los perros diabéticos debe proporcionar la suficiente energía para alcanzar y mantener una condición corporal óptima. Los perros cuya diabetes está mal controlada tienen disminuida la capacidad para metabolizar los nutrientes absorbidos en el tracto gastrointestinal y eliminan glucosa por la orina, por lo que necesitan más calorías para su mantenimiento que los perros sanos. La dieta debería ser equilibrada en nutrientes y suficientemente palatable para que se consuma toda la ración. Las comidas deben distribuirse de tal manera que la actividad máxima de la insulina exógena se corresponda con el periodo postprandial (Church, 1982). Puesto que las inyecciones de insulina siguen generalmente un protocolo diario fijo, es importante poder predecir la respuesta glucémica tras cada comida. Por consiguiente, cada comida debería tener, aproximadamente, los mismos ingredientes y contenido calórico y debería administrarse a las mismas horas todos los días. **Los propietarios de perros diabéticos deben estar informados de que la rutina en la administración de la dosis de insulina y en el suministro de comida es muy importante para estabilizar la diabetes.**

### ► La fibra alimentaria y la diabetes canina

#### > Fibra alimentaria total

- *Datos basados en pruebas clínicas realizadas con perros diabéticos*

Algunos estudios sobre perros diabéticos indican que las dietas con alto contenido en fibra pueden estar asociadas a un mejor control de la glucemia. Sin embargo, estos estudios han comparado dietas con alto contenido en fibra (56-73 g/1000 kcal y 15% MS) con dietas de bajo contenido en fibra (16-27 g/1000 kcal) sin incluir una comparación con una dieta control formulada para el mantenimiento de perros adultos. Por lo que no ha quedado demostrado claramente el beneficio clínico de proporcionar a los perros diabéticos un alimento con alto contenido en fibra en comparación con otro de mantenimiento para animales adultos.

Por otra parte, las dietas con bajo contenido de fibra, generalmente, contienen una mayor cantidad de almidón, lo cual puede dar lugar a error al comparar las respuestas glucémicas de los perros diabéticos con las dietas con alto y bajo aporte de fibra. Independientemente de la composición de la dieta alta en fibra o de la duración del periodo controlado, no se han encontrado diferencias significativas, en

cuanto a las necesidades diarias de insulina (Nelson et al., 1991; Graham et al., 1994; Nelson et al., 1998; Nelson et al., 2000; Kimmel et al., 2000; Graham et al., 2002) o en cuanto al nivel de triglicéridos en ayunas (Nelson et al., 1991; Graham et al., 1994; Nelson et al., 1998; Nelson et al., 2000; Kimmel et al., 2000; Graham et al., 2002), entre el grupo de perros diabéticos alimentados con una dieta con bajo contenido en fibra y el grupo cuyo alimento tenía un alto contenido en fibras.

**Lo más destacado es que parece existir una importante variación individual en las respuestas de los perros diabéticos a la fibra de la dieta.** En un estudio (Nelson et al., 1998) en que se utilizaba una dieta con alto contenido en fibra (64,4 g/1000 kcal) se observó una mejora significativa de todos los índices del control glucémico, incluida una reducción de las necesidades diarias en 9 de los 11 perros que participaron. Los otros 2 perros, tuvieron un mejor control de la glucemia con la dieta de bajo contenido en fibra (27,0 g/1000 kcal equivalente a un 11% en un alimento de 4000 kcal/kg).

En otro estudio llevado a cabo con 12 perros diabéticos (Nelson et al., 2000), el mejor control glucémico se “produjo” en 6 perros con una dieta, a base de soja, con una cantidad moderada de fibra (8% de fibra total sobre MS); en cuatro perros, con una dieta, basada en celulosa, con un alto contenido en fibra (16% de fibra total sobre MS); en un perro, con una dieta, basada en celulosa, con una cantidad moderada de fibra (8% de fibra total sobre MS); y no se pudo clasificar la respuesta glucémica del perro restante. En las personas se produce una situación similar porque las dietas con alto contenido en fibras no tienen el mismo efecto en todos los diabéticos (EASD, 1988). Además, las dietas con un alto contenido en fibra, a veces se pueden asociar a efectos secundarios indeseables: poco sabor, dificultad para mantener el peso, pelo apagado y sin brillo, vómitos, heces voluminosas, flatulencias, diarrea o estreñimiento. La tolerancia individual a la fibra de la dieta depende de un gran número de factores, entre los que se encuentra la calidad de la fibra.

- **Datos basados en un ensayo realizado de forma aleatoria y controlada en perros diabéticos**

Se estudió de forma aleatoria y controlada la influencia de los alimentos enlatados, altos en fibra y con moderada cantidad de almidón, sobre las necesidades de insulina y en el control glucémico de los perros con diabetes estabilizada (Fleeman & Rand, 2003). Las dos dietas del ensayo tenían una cantidad elevada de fibra (50 g/1000 kcal) y moderada de almidón (26% de EM), pero diferían en su contenido graso (31% y 48% EM). La dieta control era un alimento comercial para el mantenimiento de los perros adultos que tenía una cantidad moderada de fibra (35 g/1000 kcal), baja de almidón (2,3% EM) y alta de grasa (61% EM).

El control diabético se realizó cada dos semanas e incluía una revisión del historial, un examen físico y la medición del nivel glucosa en sangre cada 2 horas durante 12 horas. Se ajustó la dosis de insulina siguiendo criterios estandarizados para controlar la glucemia. Al final de cada periodo de alimentación de dos meses, se evaluó el control glucémico mediante los niveles plasmáticos de fructosamina, de hemoglobina glicosilada, así como a través de medidas seriadas de la glucosa en sangre durante 48 h. No se encontró ninguna diferencia significativa entre las dietas en cuanto a las necesidades de insulina o a la respuesta glucémica. Por lo que se concluyó que para perros diabéticos estabilizados, las dietas ricas en fibra y moderadas en almidón no ofrecen ninguna ventaja significativa en cuanto a las necesidades de insulina o al control glucémico frente a los alimentos comerciales formulados para el mantenimiento de perros adultos con una cantidad moderada de fibra y baja de almidón.

## > Distintos tipos de fibra alimentaria

- **Datos basados en conceptos fisiopatológicos**

**Fibra soluble:** Las fibras alimentarias pueden clasificarse por su grado de solubilidad, el cual es un reflejo de sus propiedades en un medio acuoso. Las fibras solubles (goma de guar y psyllium) tienen una gran capacidad de retener agua y en el intestino forman una solución viscosa en forma de gel.

Los perros alimentados con dietas muy viscosas, pueden tener una absorción más rápida de la glucosa postprandial, resultando una mayor absorción de glucosa postprandial y son más susceptibles de padecer una diarrea de tipo secretora que los perros alimentados con dietas menos viscosas (Nelson & Sunvold, 1998).



© Laboratorio de Royal Canin

### Granos de Psyllium

La cáscara es rica en mucilago no fermentable y soluble en agua.

Los alimentos de viscosidad (solubilidad) intermedia contribuyen a ralentizar el tránsito gastro-intestinal y favorecen el mantenimiento de la homeostasis de la glucosa en el perro. **Las fibras solubles, a excepción del Psyllium, generalmente son también fermentables.**

Las fibras alimentarias también se caracterizan por su grado de fermentabilidad, así como de su solubilidad. Las fibras fermentables son fácilmente degradadas en el perro por la microflora intestinal para producir ácidos grasos de cadena corta que son absorbidos a través de la mucosa intestinal.

Las fibras alimentarias fermentables están asociadas con el aumento de la capacidad del intestino para transportar la glucosa, de la síntesis del péptido análogo al glucagón de tipo 1 (GLP-1) y de la secreción de insulina en los perros no diabéticos (Massimino *et al.*, 1998). **El efecto general es una reducción significativa del área bajo la curva de la concentración de glucosa en sangre frente al tiempo, durante la prueba de tolerancia a la glucosa oral.** Como el perro diabético carece de la capacidad de incrementar la secreción de insulina y aumenta el transporte de la glucosa a nivel intestinal, se hace necesario investigar si sería beneficioso una dieta con altos niveles de fibra fermentable o si por el contrario, este tipo de dieta contribuiría a la intolerancia a la glucosa.

**Fibra insoluble y no fermentable:** Los perros no pueden digerir las fibras insolubles que forman parte de su alimento y las excretan en las heces. **Al contrario que las fibras solubles, las fibras insolubles como la celulosa purificada tienen poco efecto fisiológico sobre el intestino de los perros y pueden tolerar niveles relativamente altos en el alimento (Bauer & Maskell, 1995).**

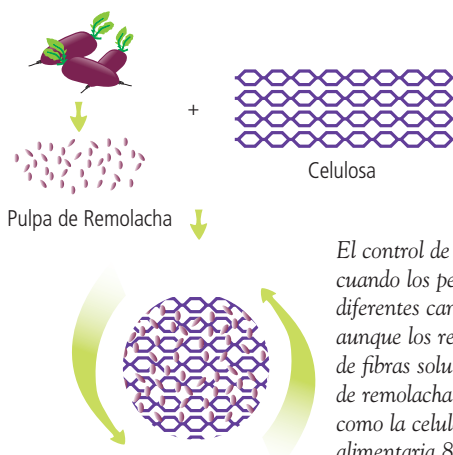
- **Datos basados en un ensayo realizado de forma aleatoria y controlada en perros no diabéticos.**

Un estudio realizado de forma aleatoria y controlada en perros no diabéticos sobre los efectos de alimentos que contenían distintos tipos de fibras (goma de guar muy soluble y muy fermentable, celulosa poco soluble y poco fermentable y fibra de remolacha mixta soluble-insoluble moderadamente fermentable) en tres concentraciones diferentes, ha ayudado a esclarecer alguno de los aspectos relativos al efecto glucorregulador de la fibra alimentaria en el perro (Hoenig *et al.*, 2001) (Figura 5). Las diferentes dietas probadas fueron obtenidas sustituyendo un 3,5% (sobre MS) de almidón de maíz de la dieta control, por las fuentes de fibra anteriormente citadas. Los niveles de fibra alimentaria total variaban entre un 4,9% y un 17,2% sobre MS. (Hoenig *et al.*, 2001).

En comparación con las dietas control (cantidad total de fibra alimentaria 3,5% y 4,4% sobre MS), no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes dietas probadas, en los resultados físicos, ni en las concentraciones de glucosa e insulina en sangre durante la prueba de tolerancia a la glucosa oral; ni tampoco en las concentraciones séricas de triglicéridos o en el contenido en colesterol

**FIGURA 5 - UNA MEZCLA DE PULPA DE REMOLACHA Y CELULOSA**

La fibra fermentable alimentaria estimula la secreción de insulina en los perros no diabéticos. Sin embargo, un exceso de fibra fermentable puede producir una alteración osmótica que incrementa la humedad fecal.



La fibra insoluble y no fermentable es muy bien tolerada, incluso a elevados niveles en el alimento.

El control de la glucemia es estadísticamente similar cuando los perros diabéticos son alimentados con diferentes cantidades de fibra de diferentes fuentes, aunque los resultados sugieren que una combinación de fibras solubles e insolubles, como la soja o la pulpa de remolacha, puede ser preferible a fibra insoluble, como la celulosa, en las dietas bajas en fibra (fibra total alimentaria 8% sobre MS) (Nelson *et al.*, 2000)

HDL, LDL y VLDL. Las únicas observaciones significativas en comparación con la dieta control fueron la disminución de la concentración sérica de colesterol en los perros que recibían pulpa de remolacha y la elevación de dichos niveles en los que recibían fibra de celulosa. Aunque no fue valorado objetivamente, se apreció que el pelo de los perros se volvía más opaco y sin brillo cuando consumían las dietas modificadas en fibra. Los autores creen que este hecho puede ser debido al efecto inhibitorio de la fibra sobre la absorción de vitaminas y minerales.

• **Datos basados en varios ensayos clínicos realizados en perros diabéticos**

Cuando se suministraba a los perros una sola comida a la que se le había añadido fibras solubles o fibras insolubles, se observaba una reducción más marcada del pico de la hiperglucemia postprandial con la dieta que contenía fibra soluble (Blaxter *et al.*, 1990) aunque la composición de la fibra de la dieta no se describió y probablemente no eran comparables (Davis, 1990).

En otros estudios con perros alimentados durante 1 o 2 meses con dietas ricas en fibra soluble o en fibra insoluble [34 g/1000 kcal de fibra soluble frente a 60 g/1000 kcal de fibra insoluble (Nelson *et al.*, 1991); 10 g/1000 kcal de fibra soluble frente a 73 g/1000 kcal de fibra insoluble (Kimmel *et al.*, 2000)], la tendencia hacia un mejor control glucémico y menos efectos secundarios se obtenía con las dietas que tenían más cantidad de fibra insoluble. En concreto, se registraron unos niveles de hemoglobina glicosilada (Nelson *et al.*, 1991) y de fructosamina (Kimmel *et al.*, 2000) significativamente más bajos. En la **Tabla 3** se resumen los datos actuales con respecto a la fibra alimentaria y la diabetes mellitus canina.

**TABLA 3 - RESUMEN DE LAS PRUEBAS ACTUALES RELATIVAS A LAS FIBRAS ALIMENTARIAS Y A LA DIABETES MELLITUS CANINA**

<p><b>Perspectiva obtenida de las recomendaciones actuales y basadas en datos clínicos sobre la fibra alimentaria para la diabetes de tipo 1 humana</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El meta análisis de todos los datos disponibles muestra que las personas con diabetes tipo 1 no necesitan más fibras alimentarias que las personas no diabéticas.</li> </ul>
<p><b>Recomendaciones basadas en datos clínicos con respecto a la diabetes canina y a la fibra alimentaria total</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aumento neto de los niveles de fibra alimentaria en comparación con un alimento estándar de mantenimiento para un perro adulto, no aporta ningún beneficio clínico evidente al perro diabético.</li> <li>• Al margen de la composición de la dieta alta en fibra o de la duración del control de los perros diabéticos, no se ha encontrado una diferencia significativa en las necesidades diarias de insulina entre los grupos de perros diabéticos alimentados con dietas pobres en fibra.</li> <li>• En algunos perros diabéticos la glucemia es más fácil de controlar cuando consumen un alimento con un nivel elevado de fibras, sin embargo existe una importante variación individual en las respuestas a la fibra alimentaria.</li> </ul>
<p><b>Recomendaciones basadas en datos clínicos con respecto al tipo de fibras alimentarias proporcionadas a los perros diabéticos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el perro no diabético, la administración de alimentos con diferentes tipos y cantidades de fibras no está asociada a variaciones significativas en la exploración física, las concentraciones séricas de glucosa y de insulina durante la prueba de la tolerancia a la glucosa oral, las concentraciones séricas de triglicéridos o los contenidos en colesterol HDL, LDL y VLDL.</li> <li>• En el caso de los perros diabéticos alimentados con dietas altas en fibra, se observa una tendencia a mejorar el control glucémico y a disminuir los efectos secundarios cuando dicho alimento está enriquecido con una mayor cantidad de fibra insoluble que de fibra soluble.</li> <li>• En los perros diabéticos alimentados con dietas con un contenido moderado en fibra, es preferible una mezcla de fibras solubles e insolubles como la soja o la pulpa de remolacha a emplear fibras insolubles solas (como la celulosa).</li> </ul>
<p><b>Resumen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La recomendación de fibra alimentaria más adecuada para los perros diabéticos, sería una dieta formulada con un contenido moderado en fibra (p. ej., 35 g/1.000 kcal) aportando una mezcla de fibras solubles e insolubles, como la soja o la pulpa de remolacha.</li> <li>• Es necesario seguir investigando para demostrar los beneficios clínicos de este tipo de formulación para los perros diabéticos en comparación con los alimentos formulados para el mantenimiento de los perros adultos.</li> </ul>

**FIGURA 6 - ¿QUÉ ES EL ÍNDICE GLUCÉMICO?**

Cantidad de comida equivalente a 50 gr de carbohidratos ingeridos en 13 minutos.

Los niveles de glucosa en sangre se miden en las siguientes 2 y 3 horas: medida del Área Bajo la Curva (ABC)

Prueba realizada en 8-10 individuos

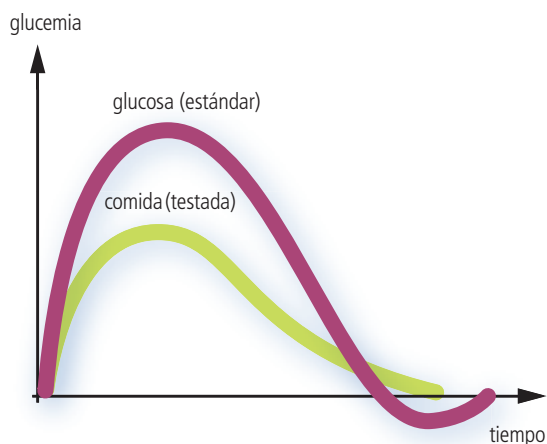
Índice glucémico (IG) = relación entre la integral de la curva y el control (100% de glucosa)

Clasificación:

< 55: IG bajo

55-70: IG medio

> 70: IG alto



En el hombre el IG no representa necesariamente una guía práctica para la evaluación de la comida, ya que los resultados pueden ser conflictivos en función de la composición del alimento, el método de procesamiento, la cocción, etc. Las respuestas también pueden variar entre individuos. En los animales los resultados son más fiables porque la dieta puede ser mejor controlada.



La digestibilidad de los granos de los cereales enteros (en este caso arroz) es menor que la del mismo cereal molido.

## ► Los carbohidratos alimentarios y la diabetes canina

### > Cantidad total de carbohidratos alimentarios

- **Datos basados en ensayos realizados de forma aleatoria en perros no diabéticos**

En los perros no diabéticos, se ha observado que la cantidad de almidón de la dieta es el principal determinante de la respuesta glucémica postprandial, sin importar la fuente o el tipo de carbohidrato, ni el perfil de composición de otros macronutrientes. Esto se demostró con 15 alimentos comerciales distintos, cuyo contenido en almidón variaba desde 0,4% a 52,7% sobre MS (Nguyen et al., 1998b). Aunque no se han realizado estudios similares en perros diabéticos, existen datos fiables de que, en personas diabéticas, existe una fuerte relación entre las necesidades de insulina y el contenido en carbohidratos de la comida, independientemente del índice glucémico (Figura 6), de la fuente o el tipo de carbohidratos o del perfil de la composición de otros macronutrientes (Franz et al., 2002a). Lo mismo podría ocurrir en los perros diabéticos.

### > Distintos tipos de carbohidratos alimentarios

- **Datos basados en conceptos fisiológicos**

La respuesta glucémica postprandial a los carbohidratos de la dieta puede estar influenciada por el tipo de carbohidrato y por la manera en que ha sido procesado. La digestión de los carbohidratos del alimento se produce en el intestino delgado de los perros y tiene como resultado la descomposición del almidón en glucosa, fructosa y galactosa. La respuesta glucémica postprandial depende directamente de la absorción de la glucosa, puesto que tanto la fructosa como la galactosa son metabolizadas por el hígado para convertirse en glucosa. De este modo, el tipo de almidón contenido en los carbohidratos del alimento podría influir en la respuesta glucémica postprandial. Las fuentes de carbohidratos que, al descomponerse durante la digestión, produzcan predominantemente glucosa podrían originar una mayor respuesta glucémica postprandial.

En los estudios efectuados en perros para valorar la digestibilidad de distintas fuentes de glúcidos de la dieta (Murray et al., 1999; Bednar et al., 2000; Twomey et al., 2002), se ha demostrado que el modo de procesamiento, así como la fuente de carbohidratos, influyen de manera significativa en la digestibilidad (Bednar et al., 2000). Por ejemplo, la harina de cebada resulta unas cinco veces más digestible en los perros que el grano de cebada, mientras que la harina de arroz es casi diez veces más digestible que el grano de arroz blanco (Bednar et al., 2000). El almidón contenido en el alimento de los perros, generalmente, está sometido a múltiples tratamientos sucesivos: molienda del grano en harina, tamizado y cocción al vapor (Murray et al., 1999). El proceso de extrusión gelatiniza el almidón y lo hace aún más digestible (Camire, 1998), de modo que la digestibilidad del almidón puede alcanzar el 100% para la mayoría de las fuentes glucídicas incluidas en los alimentos secos que se comercializan para perros (Murray et al., 1999; Twomey et al., 2002). Hay algunas evidencias de que los agentes gelificadores empleados en los alimentos comerciales enlatados para perros podrían aumentar también la digestibilidad de forma similar (Karr-Lilienthal et al., 2002). **Por lo tanto, en la mayoría de los alimentos comerciales para perros, la tecnología de la fabricación tiene, probablemente, una influencia mínima sobre la respuesta glucémica postprandial. La principal influencia potencial sobre la respuesta glucémica postprandial procede probablemente de la fuente de carbohidratos de la dieta.**



- **Datos basados en un ensayo realizado de forma aleatoria en perros no diabéticos**

Se sabe poco sobre las respuestas glucémicas de los perros diabéticos a las diferentes fuentes de carbohidratos de la dieta. No obstante, un estudio llevado a cabo en perros no diabéticos para examinar los efectos postpandriales de cinco dietas con un contenido en almidón equivalente (30% sobre MS) procedente de distintas fuentes de cereales, demostró marcadas diferencias en la respuesta de la glucosa y de la insulina (Sunvold & Bouchard, 1998; Bouchard & Sunvold, 2001). **La dieta basada en arroz produjo un pico postpandrial significativamente mayor de glucosa y de insulina en sangre. El sorgo, generalmente, daba lugar a la menor glucemia postpandrial, mientras que la cebada producía la menor respuesta de insulina.** Estos resultados constituyen una base interesante para futuros estudios sobre los efectos de los cereales en los perros diabéticos. Pero se necesitan más estudios antes de poder extrapolar los resultados y de dar recomendaciones específicas. Hay que ser precavidos cuando los resultados de los estudios realizados en perros no diabéticos sirven como base para realizar recomendaciones clínicas a los perros diabéticos. El tratamiento con insulina exógena, generalmente aconsejado para los perros diabéticos, tiene un efecto considerable sobre el metabolismo glucídico y sobre la respuesta glucémica postpandrial. También merece la pena señalar que los estudios realizados en las personas han demostrado una notoria variabilidad en la respuesta glucémica a distintos tipos de cebada (Liljeberg et al., 1996) y de arroz (Jarvi et al., 1995). Es posible que en los perros suceda lo mismo.

En la **Tabla 4** se resumen los datos actuales con respecto a los carbohidratos de la dieta y la diabetes mellitus canina.

**TABLA 4 - RESUMEN DE LAS PRUEBAS ACTUALES SOBRE LOS CARBOHIDRATOS ALIMENTARIOS Y LA DIABETES MELLITUS CANINA**

<p><b>Perspectivas alcanzadas a partir de las recomendaciones actuales (basadas en pruebas) sobre los carbohidratos de la dieta para la diabetes de tipo 1 humana.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El meta análisis de todas las pruebas disponibles revela una gran asociación entre las necesidades de insulina y el contenido en carbohidratos del alimento, sin importar el índice glucémico, la fuente o el tipo de carbohidrato o el perfil de la composición de otros macronutrientes.</li> </ul>
<p><b>Recomendaciones, basadas en pruebas, con respecto a la diabetes canina y los carbohidratos alimentarios totales</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los perros no diabéticos, la cantidad de almidón presente en la dieta es el principal determinante de la respuesta glucémica postpandrial sin importar la fuente o el tipo de carbohidrato ni el perfil de la composición de otros macronutrientes. Existe un gran número de alimentos comerciales para perros con contenidos de almidón entre un 0,4 y un 52,7% MS</li> </ul>
<p><b>Recomendaciones, basadas en pruebas con respecto al tipo de carbohidratos proporcionados en la dieta de los perros diabéticos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la mayoría de los alimentos comerciales para perros, los efectos del procesado tienen una mínima influencia sobre la respuesta glucémica postpandrial y la mayor influencia potencial es la de la fuente de carbohidratos utilizada.</li> <li>• En los perros no diabéticos, con una dieta basada en el sorgo se obtuvo la respuesta más baja en la glucosa postpandrial.</li> <li>• En los perros no diabéticos, una dieta basada en la cebada produjo la menor respuesta postpandrial de insulina.</li> <li>• En los perros no diabéticos, con una dieta basada en el arroz se obtuvieron respuestas postpandriales significativamente mayores de glucosa y de insulina.</li> </ul>
<p><b>Resumen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puesto que los perros diabéticos son habitualmente tratados con dosis diarias fijas de insulina, es importante proporcionar una cantidad más regular de carbohidratos en las comidas que se les proporciona cada día.</li> <li>• Se debe evitar el arroz en las dietas de los perros diabéticos; el sorgo y la cebada parecen ser fuentes de carbohidratos más idóneas.</li> <li>• Es preciso seguir investigando para demostrar los beneficios clínicos de estas formulaciones para los perros diabéticos y para las perras diabéticas en fase de diestro en comparación con los alimentos comerciales formulados para el mantenimiento de los perros adultos.</li> </ul>

## ► La grasa alimentaria y la diabetes canina

### > Datos basados en la opinión de expertos, en la experiencia clínica y en los conceptos fisiopatológicos

A pesar de que el metabolismo lipídico se encuentra alterado cuando hay una carencia de insulina en los perros, son pocos los datos publicados sobre la influencia de la grasa alimentaria en los perros diabéticos. En los pacientes humanos, la diabetes se asocia a desórdenes lipídicos aterogénicos que predisponen a padecer enfermedades coronarias (Stamler *et al.*, 1993). Las dietas con un contenido graso restringido disminuyen la morbilidad y la mortalidad de las enfermedades cardiovasculares en las personas diabéticas. Aunque la aterosclerosis y la enfermedad coronaria no constituyen normalmente un problema clínico en los perros diabéticos, la aterosclerosis sí aparece asociada con la diabetes canina espontánea (Sottiaux, 1999; Hess *et al.*, 2003). Tal vez tenga mayor importancia clínica la diabetes secundaria a una insuficiencia pancreática exocrina que parece ser más habitual en los perros, mientras que el estado diabético podría ser un factor de riesgo para la pancreatitis.

Como causas de la pancreatitis canina se han propuesto las dietas con un alto contenido graso y la hipertrigliceridemia (Simpson, 1993; Williams, 1994) y se recomiendan las dietas con un bajo contenido en grasa (< 20% de la EM) para los perros con pancreatitis crónica. Puesto que es difícil diagnosticar una pancreatitis subclínica a los perros diabéticos (Wiberg *et al.*, 1999), **sería prudente considerar la posibilidad de limitar el contenido graso (p. ej., < 30% de la EM) a todos los perros diabéticos**. Esto podría tener el **beneficio** añadido de mejorar la sensibilidad a la insulina en los animales que presentan resistencia a la insulina asociada a la diabetes y de disminuir el riesgo de diabetes durante la fase de diestro de las perras. Sin embargo unos niveles importantes de restricción energética pueden llevar a una pérdida de peso no deseada.

### > Datos basados en un ensayo realizado de forma aleatoria y controlada en perros diabéticos

El citado ensayo, realizado de forma aleatoria y controlada para evaluar la influencia de las dietas enlatadas con alto contenido en fibra y moderada cantidad de almidón, sobre las necesidades de insulina y el control glucémico de los perros con diabetes estabilizada, también valoraba la influencia de las grasas de la dieta (Fleeman & Rand, 2003). Las distintas cantidades de grasa en las dietas con alto contenido en fibra (50 g/1000 kcal) y moderado contenido en almidón (26% de la EM) no influyen de forma significativa en las necesidades de insulina o en el control glucémico de los perros. Un menor contenido graso (el 31% de la EM frente al 48% de la EM) estaba asociado a una mejora significativa de los perfiles lipídicos. La dieta con bajo contenido en grasas, rica en fibra y moderado contenido en almidón hizo que la concentración total media de colesterol fuera significativamente más baja en comparación con cualquiera de las otras dietas y que las cantidades medias de glicerol total y de ácidos grasos libres fueran significativamente más bajas que las de la dieta control. Estas mejoras en el perfil lipídico no son obligatoriamente sinónimo de beneficio para la salud de los perros. Cuando se alimentaba a los perros con la dieta baja en grasas, rica en fibra y con moderado contenido de almidón, se producía una pérdida de peso significativa, mientras que con las otras dietas se conseguía mantener el peso. **Las dietas con un contenido en grasa más bajo pueden mejorar los perfiles lipídicos de los perros diabéticos pero también pueden contribuir a una pérdida de peso indeseable**. Por lo tanto, no se deben recomendar de forma rutinaria las dietas con restricción grasa a los perros diabéticos de condición corporal delgada.

En la **Tabla 5** se resumen los datos actuales con respecto a las grasas de la dieta y la diabetes mellitus canina.

## ► La proteína alimentaria y la diabetes canina

### > Datos basados en conceptos fisiopatológicos

No se ha determinado el contenido proteico óptimo de la dieta para los perros diabéticos. Las recomendaciones no serían distintas de las de los perros no diabéticos. Puesto que una restricción de los carbohidratos de la dieta puede disminuir la hiperglucemia postprandial en los perros diabéticos y que

la restricción de grasas de la dieta puede resultar beneficiosa si hay una pancreatitis concomitante, la dieta más adecuada tendrá unos niveles proteicos más altos (> 30% EM).

Microalbuminuria y proteinuria ocurren en los perros diabéticos (Struble *et al.*, 1998) y una cierta restricción del aporte proteico podría estar indicada en los perros diabéticos con microalbuminuria.

**TABLA 5 - RESUMEN DE LAS PRUEBAS ACTUALES SOBRE LA GRASA ALIMENTARIA Y LA DIABETES MELLITUS CANINA**

<p><b>Perspectivas alcanzadas a partir de las recomendaciones actuales y basadas en pruebas, sobre las grasas de la dieta para la diabetes tipo 1 humana.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El principal objetivo de la restricción de grasas en la dieta en la diabetes humana es disminuir el riesgo de enfermedad coronaria.</li> <li>• La importancia de ésta afección apenas es significativa en el perro, por lo que este tipo de recomendación no sería aplicable al perro diabético.</li> </ul>
<p><b>Recomendaciones, basadas en pruebas con respecto a la diabetes canina y al nivel de grasas de la dieta.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La diabetes secundaria a una insuficiencia del páncreas exocrino es frecuente en el perro, y un estado diabético podría ser un factor de riesgo para la pancreatitis. Las dietas bajas en grasas (&lt; del 20% de la energía metabolizable o EM) se recomiendan cuando existe pancreatitis crónica, puesto que es difícil identificar a los perros con pancreatitis subclínica, sería prudente no sobrepasar el 30% de las calorías en forma lipídica en todos los perros diabéticos.</li> <li>• Sin embargo, los resultados de un ensayo clínico realizado de forma aleatoria y controlada en perros diabéticos demostraron que una restricción de las grasas (un 31% de la EM en comparación con el 48% de la EM) puede mejorar el perfil de lípidos pero podría contribuir a una pérdida de peso indeseable.</li> </ul>
<p><b>Resumen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aunque faltan elementos clínicos a favor de la restricción de grasas en el alimento de los perros diabéticos (&lt; del 30% de la EM), éste tipo de dieta puede estar aconsejada cuando existe un riesgo de pancreatitis crónica.</li> <li>• Para evitar una pérdida de peso indeseable, no se deben recomendar de forma rutinaria las dietas con un contenido graso restringido (&lt; del 30% de la EM) a los perros diabéticos con deficiente condición corporal.</li> </ul>

## ► La L-carnitina alimentaria y la diabetes canina

### > Datos basados en conceptos fisiopatológicos

La L-carnitina es un nutriente similar a las vitaminas, condicionalmente esencial, que desempeña una función clave en el metabolismo de los ácidos grasos. La adición de L-carnitina suprime la acidosis y cetogénesis durante los periodos de inanición de los perros (Rodríguez *et al.*, 1986). Un suplemento de 50 ppm de L-carnitina en las dietas suministradas a los perros estimula la producción de energía mediante la oxidación de los ácidos grasos y protege a los músculos del catabolismo que tiene lugar durante la pérdida de peso (Gross *et al.*, 1998; Sunvold *et al.*, 1999; Center, 2001). Los perros con diabetes mal controlada experimentan una pérdida de peso, ya que tienen alterado el metabolismo de las grasas, presentan cetogénesis y alteraciones hepáticas; por lo tanto, es posible que se beneficien del aporte de un suplemento alimentario de L-carnitina. La mayoría de los perros diabéticos son de mediana o avanzada edad y es probable que tengan reducida la masa magra corporal (Kealy *et al.*, 2002) antes de que se produzca la pérdida de peso asociada a la diabetes. Es importante considerar cualquier intervención dietética, como el aporte de suplementos de L-carnitina, que favorezca el mantenimiento de la masa magra en estos animales.

## ► El cromo alimentario y la diabetes canina

### > Datos basados en conceptos fisiopatológicos y en un ensayo realizado de forma controlada en perros diabéticos

El tripicolinato de cromo es un suplemento dietético mineral que permite aumentar la tasa de aclaramiento de la glucosa de la sangre en, aproximadamente, un 10% de los perros sanos (Spears *et al.*, 1998). Sin embargo, este beneficio potencial sólo es posible si existe una deficiencia en cromo, ya que el cromo es un nutriente esencial, no un fármaco. Por lo tanto, puede que el suplemento sólo resulte beneficioso si el individuo tiene deficiencia en cromo o si está en el límite de la deficiencia.

Hoy en día los niveles de cromo alimentario de la mayoría de la población de los países industrializados están por debajo del nivel óptimo (Anderson, 1998). No se dispone de este tipo de información sobre los perros y por ello son necesarios estudios complementarios para intentar establecer el consumo mínimo de cromo recomendado en la dieta para los perros sanos. Se piensa que el cromo puede

potenciar la capacidad de la insulina para almacenar glucosa y que, teóricamente, podría resultar útil en los perros con resistencia a la insulina o como coadyuvante al tratamiento con insulina exógena. También es posible que la ingesta insuficiente de cromo pueda aumentar el riesgo de aparición de diabetes en perros. Algunas personas diabéticas insulino dependientes serían incapaces de transformar el cromo inorgánico en la forma biológicamente activa, y de hecho, podrían necesitar alimentos que contengan dichas formas activas (Anderson, 1992). Llegados a este punto, se dispone de poca información sobre los efectos del aporte de suplementos de cromo a los pacientes humanos insulino dependientes (Ravina et al., 1995; Fox et al., 1998). Se ha demostrado que los suplementos mediante cápsulas de picolinato de cromo no mejoran el control glucémico de los perros tratados con insulina (Schachter et al., 2001). Se desconoce la influencia de los suplementos de cromo en perras con resistencia a la insulina inducida por el diestro.

Los suplementos dietéticos de cromo habitualmente contienen sales de cromo de bajo peso molecular como el cromo trivalente [Cr(III)] que tiene un amplio margen de seguridad pero que puede ser tóxico en dosis muy altas (Jeejeebhoy, 1999). En contraste, el cromo hexavalente [Cr(VI)] oral parece ser de 10 a 100 veces más tóxico que los compuestos de cromo trivalente y es un suplemento dietético inadecuado (Kart & Salam, 1993).

## RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES DIETÉTICAS PARA LA DIABETES CANINA

La Asociación Americana de la Diabetes (ADA) utiliza un sistema de clasificación para catalogar los principios científicos de sus recomendaciones nutricionales.

- El nivel más alto, A, se asigna cuando los principios de sus recomendaciones se apoyan en los resultados obtenidos de numerosos estudios correctamente realizados
- B equivale a un nivel de confianza intermedio
- C es un nivel más bajo
- El nivel E se basa en las recomendaciones establecidas por consenso de los expertos.

Este sistema puede utilizarse para clasificar los datos científicos actuales que sirven de base para la elaboración de las recomendaciones nutricionales para la diabetes canina.

### Nivel B

- Una valoración realizada de manera controlada en perros no diabéticos de las dietas con distintas cantidades y tipos de fibra, indica que el aumento del consumo de fibra no influye de forma significativa en la homeostasis de la glucosa, en comparación con las dietas típicas formuladas para el mantenimiento de los perros adultos.
- Varios estudios efectuados en perros diabéticos indican que las dietas ricas en fibra, podrían mejorar el control de la glucemia en comparación con las dietas con un bajo contenido en fibra. No obstante, una comparación realizada de manera aleatoria y controlada no identificó ningún beneficio cuantificable en cuanto a las necesidades de insulina o el control glucémico de los perros diabéticos, en comparación con una dieta convencional para el mantenimiento de perros adultos con un moderado contenido en fibra (datos de la categoría C).
- Parece existir una importante variación individual en los perros diabéticos con respecto a la influencia del nivel de fibra alimentaria.
- Las dietas ricas en fibra no disminuyen significativamente la hipertrigliceridemia de los perros diabéticos, pero pueden ayudar a disminuir las concentraciones séricas de colesterol.
- Los suplementos mediante cápsulas de cromo no mejoran el control de la glucemia de los perros tratados con insulina.

### Nivel C

- En los alimentos bajos en fibra destinados a perros diabéticos, sería interesante emplear una mezcla de fibras solubles e insolubles (como la fibra de soja o la pulpa de la remolacha) en vez de sólo fibra insoluble.
- Una comparativa realizada con perros no diabéticos permitió constatar que una dieta basada en el arroz producía una elevación postprandial significativamente mayor de la glucemia y la insulinemia, mientras que una dieta basada en el sorgo disminuía el pico hiperglucémico y una basada en cebada producía una respuesta menor de insulina.
- Los perros diabéticos podrían beneficiarse del aporte de suplementos dietéticos de L-carnitina.
- Las dietas con un contenido más bajo en grasa podrían producir una mejora en los perfiles lipídicos de los perros diabéticos, pero también podrían contribuir a una pérdida de peso indeseable.

### Nivel E

- La dieta proporcionada a los perros diabéticos debe ser palatable para garantizar un consumo espontáneo suficiente.
- La dieta suministrada a los perros diabéticos debería ser equilibrada desde el punto de vista nutricional.
- Las necesidades nutricionales de cualquier enfermedad concurrente son prioritarias al tratamiento nutricional de la diabetes.
- Puesto que el tratamiento de los perros diabéticos, normalmente, conlleva la administración diaria de dos dosis fijas de insulina, la comida diaria debiera proporcionar una cantidad constante de carbohidratos.
- No se ha determinado el aporte proteico óptimo para los perros diabéticos. Una cierta restricción de proteína en la dieta podría estar indicada sólo en los perros diabéticos con microalbuminuria o proteinuria.

## Preguntas frecuentes

P	R
<p>¿ Tienen los perros diabéticos una hiperglucemia postpandrial significativa? En caso afirmativo, ¿cuánto dura?</p>	<p>Sí. En los perros que no son diabéticos, los alimentos de mantenimiento estándar normalmente producen un aumento de la concentración de glucosa en sangre en menos de 90 minutos después de la comida. La deficiente secreción de insulina endógena en los perros diabéticos se traduce en la incapacidad de controlar el aumento fisiológico de glucosa en la sangre. Por consiguiente, <b>en los perros diabéticos, la hiperglucemia postpandrial es más importante y de mayor duración que en los perros no diabéticos.</b></p>
<p>¿Cuándo se debe alimentar a los perros diabéticos con respecto a la administración de las inyecciones de insulina?</p>	<p>El tratamiento con insulina exógena tiene un marcado efecto sobre la hiperglucemia postpandrial. Se debe programar perfectamente la administración de la insulina y el suministro de alimento de tal manera que la actividad máxima de la insulina exógena tenga lugar durante el periodo postpandrial. De este modo, se debe alimentar a los perros en las 2 horas siguientes a la administración subcutánea de insulina lenta o en las 6 horas siguientes a la de insulina protamina zinc (Figura 4). <b>Una solución factible sería alimentar al perro justo después de ponerle la inyección de insulina.</b> Esto simplifica de manera significativa el tratamiento en el domicilio por parte de los propietarios y, a la vez, se conseguiría en seguida un buen control glucémico. Además, muchos propietarios prefieren hacerlo así como recompensa por la inyección.</p>
<p>¿Qué se debe hacer si un perro diabético no quiere comer?</p>	<p>Es fundamental que el alimento proporcionado a los perros diabéticos sea muy palatable para garantizar un consumo espontáneo suficiente. Si la dieta no es suficientemente palatable, debe cambiarse a otra que el perro acepte mejor. Un perro diabético que no coma bien su ración de alimento debe recibir las inyecciones de insulina inmediatamente después de comer. Si el perro ingiere toda la comida, se puede administrar la dosis completa de insulina. Si el animal se niega a comer, se aconseja la administración de la mitad de la dosis habitual de insulina para disminuir el riesgo de hipoglucemia. Si un perro diabético se niega a tomar un alimento que normalmente comía bien, se debe considerar la posibilidad de que exista una enfermedad concurrente y se recomienda acudir al veterinario.</p>
<p>¿Se puede alimentar ad libitum a los perros diabéticos o hay que proporcionarles el alimento en momentos concretos?</p>	<p>Lo ideal es que <b>los perros diabéticos reciban un número determinado de comidas al día.</b> El tratamiento con dosis diarias de insulina tiende a ser algo fijo para los perros diabéticos y la programación de las comidas debe corresponderse con la administración de insulina para que el pico glucémico se produzca en el momento de máxima actividad de la insulina exógena. De este modo, se debe proporcionar la misma comida cada día a la misma hora. Se ha visto un caso de hipoglucemia grave en un perro diabético alimentado ad libitum que recibía insulina en intervalos absolutamente irregulares (Whitley et al., 1997). La mayoría de los perros diabéticos toman fácilmente dos comidas al día, si los alimentos son muy palatables. Para aquellos que sean delicados a la hora de comer, se debe suministrar el alimento en el mismo momento de la administración de insulina y hay que dejar el alimento a su disposición hasta el momento en que se espera que termine el periodo de máxima actividad de la insulina exógena.</p>
<p>¿Se puede cambiar de un día para otro las comidas a un perro diabético?</p>	<p>Lo ideal es que <b>todas las comidas contengan los mismos ingredientes y la misma cantidad de calorías.</b> Este es un aspecto importante para el control de la diabetes en los perros y hay que animar al dueño para que sea consciente. Sin embargo, cada caso debe ser considerado individualmente. Pueden permitirse algunos cambios en el régimen de alimentación sin que se vea comprometida la respuesta clínica del perro.</p>

P	R
<p>¿Qué contenido en fibra se recomienda para las dietas destinadas a los perros diabéticos?</p>	<p>Un alimento con alto contenido en fibra no parece aportar beneficio clínico a los perros diabéticos comparado con otro de mantenimiento para animales adultos. Existe una importante variación individual en los perros diabéticos con respecto a la respuesta de la fibra alimentaria. Algunos perros diabéticos presentan un mejor control de la glucemia cuando se les alimenta con dietas que tienen una mayor cantidad de fibra alimentaria, mientras que en otros no. La respuesta a la fibra alimentaria debe ser valorada individualmente. No se recomienda un aumento del consumo de fibra alimentaria en los perros diabéticos delgados o en los perros en los que el alto nivel de fibra provoque inapetencia o efectos gastrointestinales indeseables. <b>La recomendación general es que los perros diabéticos deben recibir alimentos con un contenido en fibra moderado</b> (p. ej., 35 g/1000 kcal), aunque es necesario seguir investigando para demostrar el beneficio clínico de este tipo de alimentos para los perros diabéticos en comparación con los alimentos formulados para el mantenimiento de los perros adultos.</p>
<p>¿Se recomienda para los perros diabéticos una dieta pobre en carbohidratos y rica en proteínas similar a la que se recomienda actualmente para los gatos diabéticos?</p>	<p>Los perros y los gatos son propensos a dos tipos distintos de diabetes y sus necesidades básicas nutricionales también son distintas. Los perros diabéticos presentan una forma de diabetes análoga a la diabetes tipo 1 humana y fases finales de la pancreatitis, mientras que los gatos diabéticos tienen un tipo análogo a la diabetes tipo 2 humana. No hay pruebas que demuestren que la diabetes tipo 2 sea frecuente en los perros, por lo que no sería válido extrapolar información de esta enfermedad o de la diabetes felina a los perros. Al contrario que en los perros, una gran parte de los gatos diabéticos tienen suficientes células <math>\beta</math> para permitir la remisión de la diabetes si se puede revertir la toxicidad de la glucosa y la resistencia a la insulina asociada. En el gato, los índices de remisión son más altos cuando se les proporciona una dieta pobre en carbohidratos, pero en el perro no sucede lo mismo. Los perros diabéticos tienen, generalmente, una deficiencia absoluta de insulina y necesitan un tratamiento con insulina exógena durante toda su vida. <b>Puesto que el protocolo habitual de tratamiento para los perros diabéticos supone la administración de dosis diarias fijas de insulina, es lógico proporcionar una cantidad regular de almidón en las comidas cada día.</b></p>
<p>¿Cuál es el mejor método para conseguir que un perro diabético delgado gane peso y que un perro diabético con sobrepeso lo pierda?</p>	<p>En los perros diabéticos hay que ajustar el aporte calórico para conseguir mantener una condición corporal ideal. Los perros cuya diabetes está mal controlada tienen disminuida la capacidad para metabolizar los nutrientes absorbidos en el tracto gastrointestinal y eliminan glucosa por la orina, por lo que necesitan más calorías que los perros sanos para mantenerse. La mayoría de los perros ya han sufrido una pérdida de peso en el momento en que se les diagnostica la diabetes, incluso aunque sigan pareciendo obesos. La insulino terapia pone fin a este estado catabólico y la pérdida de peso se detiene rápidamente. En este momento se puede iniciar un programa de control del peso. <b>El peso y la condición corporal de los perros diabéticos se debe controlar con regularidad y hay que ajustar el aporte calórico en cada revisión hasta que se obtenga el peso deseado.</b> Si un perro diabético no consigue ganar peso cuando hay un buen control glucémico y una ingesta calórica adecuada, hay que considerar la posibilidad de que exista una enfermedad concurrente como una insuficiencia pancreática exocrina. A la inversa, una dosis excesiva de insulina es una posible causa de obesidad en los perros diabéticos, ya que la insulina tiene una acción anabólica sobre el tejido adiposo.</p>
<p>¿Qué dieta se recomienda para los perros diabéticos que padezcan una pancreatitis recurrente o una insuficiencia pancreática exocrina?</p>	<p><b>El tratamiento dietético para la pancreatitis recurrente o para la insuficiencia pancreática exocrina tiene prioridad sobre el tratamiento dietético para la diabetes.</b> Se puede mejorar el pronóstico si se identifican tempranamente estas condiciones concomitantes en los perros diabéticos y se instaura un tratamiento médico y nutricional específico. En el <b>Capítulo 5</b> de esta enciclopedia se encuentran las recomendaciones dietéticas para las enfermedades pancreáticas.</p>

## Bibliografía

- Akerblom HK, Vaarala O, Hyoty H et al. - Environmental factors in the etiology of type 1 diabetes. *Am J Med Genet* 2002; 115: 18-29.
- Alejandro R, Feldman E, Shienwold FL et al. - Advances in canine diabetes mellitus research: Etiopathology and results of islet transplantation. *J Am Vet Med Assoc* 1988; 193: 1050-1055.
- Anderson RA - Chromium, glucose tolerance, and diabetes. *Biol Trace Elem Res* 1992; 32: 19-24.
- Anderson RA - Chromium, glucose intolerance and diabetes. *J Am Coll Nutr* 1998; 17: 548-555.
- Athyros VG, Giouleme OI, Nikolaidis NL et al. - Long-term follow-up of patients with acute hypertriglyceridemia-induced pancreatitis. *J Clin Gastroenterol* 2002; 34: 472-475.
- Atkins CE, MacDonald MJ - Canine diabetes mellitus has a seasonal incidence: Implications relevant to human diabetes. *Diabetes Res* 1987; 5: 83-87.
- Bauer JE, Maskell IE - Dietary fibre: Perspectives in clinical management. In: Wills JM, Simpson KW (eds). *The Waltham book of clinical nutrition of the dog and cat*. Pergamon; Oxford, New York, Tokio, 1995; 87-104.
- Beam S, Correa MT, Davidson MG - A retrospective cohort study on the development of cataracts in dogs with diabetes mellitus: 200 cases. *Vet Ophthalmol* 1999; 2: 169-172.
- Bednar GE, Patil AR, Murray SM et al. - Starch and fiber fractions in selected food and feed ingredients affect their small intestinal digestibility and fermentability and their large bowel fermentability in vitro in a canine model. *J Nutr* 2000; 131: 276-286.
- Blaxter AC, Cripps PJ, Gruffydd-Jones TJ - Dietary fibre and post prandial hyperglycaemia in normal and diabetic dogs. *J Small Anim Pract* 1990; 31: 229-233.
- Bouchard GF, Sunvold GD - Implications for starch in the management of glucose metabolism. In: *Current perspectives in weight management. Proceedings of the 19th Annual Veterinary Medical Forum of the American College of Veterinary Internal Medicine*; 2001: 16-20.
- Camire ME - Chemical changes during extrusion cooking. *Recent Advances. Adv Exp Med Biol* 1998; 434: 109-121.
- Campbell KL, Latimer KS - Transient diabetes mellitus associated with prednisone therapy in a dog. *J Am Vet Med Assoc* 1984; 185: 299-301.
- Center SA - Carnitine in weight loss. In: *Current perspectives in weight management. Proceedings of the 19th Annual Veterinary Medical Forum of the American College of Veterinary Internal Medicine* 2001: 36-44.
- Church DB - Canine diabetes mellitus: Some therapeutic considerations. In: *Veterinary Annual. 22nd edition*; Scientifica, Bristol, 1982: 235-240.
- Concannon PW - Canine pregnancy and parturition. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1986; 16: 453-475.
- Concannon PW, McCann JP, Temple M - Biology and endocrinology of ovulation, pregnancy and parturition in the dog. *J Reprod Fertil Suppl* 1989; 39: 3-25.
- Davis M - Dietary fibre and postprandial hyperglycaemia. *J Small Anim Pract* 1990; 31: 461.
- Davison LJ, Fleeman LM - Pathogenesis of canine diabetes mellitus: Current research directions (abstract). In: *Proceedings. Annual meeting of the Society for Comparative Endocrinology* 2003a.
- Davison LJ, Herrtage ME, Steiner JM et al. - Evidence of anti-insulin autoreactivity and pancreatic inflammation in newly diagnosed diabetic dogs (abstract). *J Vet Intern Med* 2003b; 17: 395.
- EASD (Diabetes and Nutrition Study Group of the EASD) - Nutritional recommendations for individuals with diabetes mellitus. *Diab Nutr Metab* 1988; 1: 145-149.
- EASD (Diabetes and Nutrition Study Group of the EASD) - Recommendations for the nutritional management of patients with diabetes mellitus. *Diab Nutr Metab* 1995; 8: 1-4.
- Edney ATB, Smith PM - Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom. *Vet Rec* 1986; 118: 391-396.
- Eigenmann JE, Eigenmann RY, Rijmberk A et al. - Progesterone-controlled growth hormone overproduction and naturally occurring canine diabetes and acromegaly. *Acta Endocrinol* 1983; 104: 167-176.
- Feldman EC, Nelson RW - Diabetic ketoacidosis. In: *Canine and feline endocrinology and reproduction. 3rd edition. Saunders, St.Louis, 2004a*; 580-615.
- Feldman EC, Nelson RW - Ovarian cycle and vaginal cytology. In: *Canine and feline endocrinology and reproduction. 3rd edition. Saunders, St. Louis, 2004b*: 752-774.
- Fleegler FM, Rogers KD, Drash A et al. - Age, sex, and season of onset of juvenile diabetes in different geographic areas. *Pediatrics* 1979; 63: 374-379.
- Fleeman LM, Rand JS - Long-term management of the diabetic dog. *Waltham Focus* 2000; 10: 16-23.
- Fleeman LM, Rand JS - Diets with high fiber and moderate starch are not advantageous for dogs with stabilized diabetes compared to a commercial diet with moderate fiber and low starch (abstract). *J Vet Intern Med* 2003; 17: 433.
- Fox GN, Sabovic Z - Chromium picolinate supplementation for diabetes mellitus. *J Fam Pract* 1998; 46: 83-86.
- Franz MJ, Bantle JP, Beebe CA et al. - Evidence-based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications (technical review). *Diabetes Care* 2002a; 25: 148-198.
- Franz MJ, Bantle JP, Beebe CA et al. - Gestational diabetes mellitus (position statement). *Diabetes Care* 2002b; 25: S94-S96.
- Gamble DR, Taylor KW - Seasonal incidence of diabetes mellitus. *BMJ* 1969; 3: 631-633.
- Graham PA, Maskell IE, Nash AS - Canned high fiber diet and postprandial glycemia in dogs with naturally occurring diabetes mellitus. *J Nutr* 1994; 124: 2712S-2715S.
- Graham PA, Maskell IE, Rawlings JM et al. - Influence of a high fibre diet on glycaemic control and quality of life in dogs with diabetes mellitus. *J Small Anim Pract* 2002; 43: 67-73.
- Graham PA, Nash AS - Rates of blindness and other complications in diabetic dogs (abstract). *J Vet Intern Med* 1997a; 11: 124.
- Graham PA, Nash AS - Survival data analysis applied to canine diabetes mellitus (abstract). *J Vet Intern Med* 1997b; 11: 142.
- Gross KL, Wedekind K, Kirk CA et al. - Effect of dietary carnitine or chromium on weight loss and body composition of obese dogs (abstract). *J Anim Sci* 1998; 76: 175.

- Guptill L, Glickman L, Glickman N - Time trends and risk factors for diabetes mellitus in dogs: Analysis of veterinary medical data base records (1970-1999). *Vet J* 2003; 165: 240-247.
- Hardt PD, Krauss A, Bretz L et al. - Pancreatic exocrine function in patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus. *Acta Diabetol* 2000; 37: 105-110.
- Henegar JR, Bigler SA, Henegar LK et al. - Functional and structural changes in the kidney in the early stages of obesity. *J Am Soc Nephrol* 2001; 12: 1211-1217.
- Hess RS, Kass PH, Shofer FS et al. - Evaluation of risk factors for fatal acute pancreatitis in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1999; 214: 46-51.
- Hess RS, Ward CR - Effect of insulin dosage on glycemic response in dogs with diabetes mellitus: 221 cases (1993-1998). *J Am Vet Med Assoc* 2000; 216: 217-221.
- Hess RS, Kass PH, van Winkle TJ - Association between diabetes mellitus, hypothyroidism or hyperadrenocorticism, and atherosclerosis in dogs. *J Vet Intern Med* 2003; 17: 489-494.
- Hoening M, Dawe DL - A qualitative assay for beta cell antibodies. Preliminary results in dogs with diabetes mellitus. *Vet Immunol Immunopathol* 1992; 32: 195-203.
- Hoening M, Laflamme DP, Klaser DA et al. - Glucose tolerance and lipid profiles in dogs fed different fiber diets. *Vet Ther* 2001; 2: 160-169.
- Jarvi AE, Karlstrom BE, Granfeldt YE et al. - The influence of food structure on postprandial metabolism in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 837-842.
- Jeejeebhoy KN - The role of chromium in nutrition and therapeutics and as a potential toxin. *Nutr Rev* 1999; 57: 329-335.
- Kaiyala KJ, Prigeon RL, Kahn SE et al. - Reduced beta-cell function contributes to impaired glucose tolerance in dogs made obese by high-fat feeding. *Am J Physiol* 1999; 277: E659-E667.
- Karr-Lilienthal LK, Merchen NR, Grieshop CM et al. - Selected gelling agents in canned dog food affect nutrient digestibilities and fecal characteristics of ileal cannulated dogs. *J Nutr* 2002; 132: 1714S-1716S.
- Katz SA, Salem H - The toxicology of chromium with respect to its chemical speciation: a review. *J Appl Toxicol* 1993; 13: 217-224.
- Kealy RD, Lawler DF, Ballam JM et al. - Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2002; 220: 1315-1320.
- Kennedy LJ, Davison LJ, Barnes A et al. - Susceptibility to canine diabetes mellitus is associated with MHC class II polymorphism (abstract). In: *Proceedings. 46th Annual Congress of the British Small Animal Veterinary Association* 2003: 563.
- Kimmel SE, Michel KE, Hess RS et al. - Effects of insoluble and soluble dietary fiber on glycemic control in dogs with naturally occurring insulin-dependent diabetes mellitus. *J Am Vet Med Assoc* 2000; 216: 1076-1081.
- Krook L, Larsson S, Rooney JR - The interrelationship of diabetes mellitus, obesity, and pyometra in the dog. *Am J Vet Res* 1960; 21: 121-124.
- Kukreja A, Maclaren NK - Autoimmunity and diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84: 4371-4378.
- Liljeberg HG, Granfeldt YE, Bjorck IM - Products based on a high fiber barley genotype, but not on common barley and oats, lower postprandial glucose and insulin responses in healthy humans. *J Nutr* 1996; 126: 458-466.
- Ling GV, Lowenstine LJ, Pullett T et al. - Diabetes mellitus in dogs: A review of initial evaluation, immediate and long-term management, and outcome. *J Am Vet Med Assoc* 1977; 170: 521-530.
- Major CA, Henry MJ, De Veciana M et al. - The effects of carbohydrate restriction in patients with diet-controlled gestational diabetes. *Obstet Gynecol* 1998; 91: 600-604.
- Marmor M, Willeberg P, Glickman LT et al. - Epizootiologic patterns of diabetes mellitus in dogs. *Am J Vet Res* 1982; 43: 465-470.
- Massimino SP, McBurney MI, Field CJ et al. - Fermentable dietary fiber increases GLP-1 secretion and improves glucose homeostasis despite increased gastrointestinal glucose transport capacity in healthy dogs. *J Nutr* 1998; 128: 1786-1793.
- Mattheeuws D, Rottiers R, Kaneko JJ et al. - Diabetes mellitus in dogs: Relationship of obesity to glucose tolerance and insulin response. *Am J Vet Res* 1984; 45: 98-103.
- McCann JP, Concannon PW - Effects of sex, ovarian cycles, pregnancy and lactation on insulin and glucose response to exogenous glucose and glucagon in dogs (abstract). *Biol Reprod* 1983; 28: 41.
- Mittelman SD, Van-Citters GW, Kirkman EL et al. - Extreme insulin resistance of the central adipose depot in vivo. *Diabetes* 2002; 51: 755-761.
- Montgomery TM, Nelson RW, Feldman EC et al. - Basal and glucagon-stimulated plasma c-peptide concentrations in healthy dogs, dogs with diabetes mellitus, and dogs with hyperadrenocorticism. *J Vet Intern Med* 1996; 10: 116-122.
- Murray SM, Fahey GCJr, Merchen NR et al. - Evaluation of selected high-starch flours as ingredients in canine diets. *J Anim Sci* 1999; 77: 2180-2186.
- Nelson R, Briggs C, Scott-Moncrieff JC et al. - Effect of dietary fiber type and quantity on control of glycemia in diabetic dogs (abstract). *J Vet Intern Med* 2000; 14: 376.
- Nelson RW, Duesberg CA, Ford SL et al. - Effect of dietary insoluble fiber on control of glycaemia in dogs with naturally acquired diabetes mellitus. *J Am Vet Med Assoc* 1998; 212: 380-386.
- Nelson RW, Ihle SL, Lewis LD et al. - Effects of dietary fiber supplementation on glycemic control in dogs with alloxan-induced diabetes mellitus. *Am J Vet Res* 1991; 52: 2060-2066.
- Nelson RW, Sunvold GD - Effect of carboxymethylcellulose on postprandial glycaemic response in healthy dogs. In: Reinhart GA, Carey DP (eds). *Recent advances in canine and feline nutrition. Vol II.* Orange Frazer Press, Wilmington, USA, 1998: 97-102.
- Nguyen P, Dumon H, Biourge V et al. - Measurement of postprandial incremental glucose and insulin changes in healthy dogs: Influence of food adaptation and length of time of blood sampling. *J Nutr* 1998a; 128: 2659S-2662S.
- Nguyen P, Dumon H, Biourge V et al. - Glycemic and insulinemic responses after ingestion of commercial foods in healthy dogs: Influence of food composition. *J Nutr* 1998b; 128: 2654S-2658S.
- Onkamo P, Vaananen S, Karvonen M et al. - Worldwide increase in incidence of type 1 diabetes - the analysis of the data on published incidence trends. *Diabetologia* 1999; 42: 1395-1403.



- Peterson ME - Decreased insulin sensitivity and glucose tolerance in spontaneous canine hyperadrenocorticism. *Res Vet Sci* 1984; 36: 177-182.
- Rand JS, Fleeman LM, Farrow HA et al. - Canine and feline diabetes: Nature or nurture? *J Nutr* 2004; 134: 2072S-2080S.
- Ravina A, Slezak L, Rubal A et al. - Clinical use of the trace element chromium (III) in the treatment of diabetes mellitus. *J Trace Elem Exp Med* 1995; 8: 183-190.
- Rocchini AP, Mao HZ, Babu K et al. - Clonidine prevents insulin resistance and hypertension in obese dogs. *Hypertension* 1999; 33: 548-553.
- Rodriguez J, Bruyns J, Askanazi J et al. - Carnitine metabolism during fasting in dogs. *Surgery* 1986; 99: 684-687.
- Salgado D, Reusch C, Spiess B - Diabetic cataracts: Different incidence between dogs and cats. *Schweiz Arch Tierheilkd* 2000; 142: 349-353.
- Scaramal JD, Renauld A, Gomez NV et al. - Natural estrous cycle in normal and diabetic bitches in relation to glucose and insulin tests. *Medicina (Buenos Aires)* 1997; 57: 169-180.
- Schachter S, Nelson RW, Kirk CA - Oral chromium picolinate and control of glycemia in insulin-treated diabetic dogs. *J Vet Intern Med* 2001; 15: 379-384.
- Seissler J, de Sonnaville JJ, Morgenthaler NG et al. - Immunological heterogeneity in type 1 diabetes: Presence of distinct autoantibody patterns in patients with acute onset and slowly progressive disease. *Diabetologia* 1998; 41: 891-897.
- Selman PJ, Mol JA, Rutteman GR et al. - Progestin treatment in the dog 1. Effects on growth hormone, insulin-like growth factor 1 and glucose homeostasis. *Eur J Endocrinol* 1994; 131: 413-421.
- Simpson KW - Current concepts of the pathogenesis and pathophysiology of acute pancreatitis in the dog and cat. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1993; 15: 247-253.
- Sottiaux J - Atherosclerosis in a dog with diabetes mellitus. *J Small Anim Pract* 1999; 40: 581-584.
- Spears JW, Brown TT, Sunvold GD et al. - Influence of chromium on glucose metabolism and insulin sensitivity. In: Reinhart GA, Carey DP (eds). *Recent advances in canine and feline nutrition, volume II*. 1998 Iams nutrition symposium proceedings. Orange Frazer Press, Wilmington, USA, 1998: 103-113.
- Stamler J, Vaccaro O, Neaton JD et al. - Diabetes, other risk factors, and 12-yr cardiovascular mortality for men screened in the multiple risk factor intervention trial. *Diabetes Care* 1993; 16: 434-444.
- Steiner JM, Williams DA - Development and validation of a radioimmunoassay for the measurement of canine pancreatic lipase immunoreactivity in serum of dogs. *Am J Vet Res* 2003; 64: 1237-1241.
- Stenner VJ, Fleeman LM, Rand JS - Comparison of the pharmacodynamics and pharmacokinetics of subcutaneous glargine, protamine zinc, and lente insulin preparations in healthy dogs (abstract). *J Vet Intern Med* 2004; 18: 444-445.
- Struble AL, Feldman EC, Nelson RW et al. - Systemic hypertension and proteinuria in dogs with diabetes mellitus. *J Am Vet Med Assoc* 1998; 213: 822-825.
- Sunvold GD, Bouchard GF - The glycaemic response to dietary starch. In: Reinhart GA, Carey DP (eds). *Recent advances in canine and feline nutrition. Vol II*. Orange Frazer Press, Wilmington, USA, 1998: 123-131.
- Sunvold GD, Vickers RJ, Kelley RL et al. - Effect of dietary carnitine during energy restriction in the canine (abstract). *FASEB J* 1999; 13: A268.
- The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus - Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1997; 20: 1183-1197.
- Truett AA, Borne AT, Monteiro MP et al. - Composition of dietary fat affects blood pressure and insulin responses to dietary obesity in the dog. *Obes Res* 1998; 6: 137-146.
- Twomey LN, Pethick DW, Rowe JB et al. - The use of sorghum and corn as alternatives to rice in dog foods. *J Nutr* 2002; 132: 1704S-1705S.
- Vaarala O - Gut and the induction of immune tolerance in type 1 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev* 1999; 15: 353-361.
- Villa E, Gonzalez-Albarran O, Rabano A et al. - Effects of hyperinsulinemia on vascular blood flows in experimental obesity. *J Steroid Biochem Mol Biol* 1999; 69: 273-279.
- Watson PJ, Herrtage ME - Use of glucagon stimulation tests to assess beta-cell function in dogs with chronic pancreatitis. *J Nutr* 2004; 134: 2081S-2083S.
- Whitley NT, Drobatz KJ, Panciera DL - Insulin overdose in dogs and cats: 28 cases (1986-1993). *J Am Vet Med Assoc* 1997; 211: 326-30.
- Wiberg ME, Nurmi AK, Westermarck E - Serum trypsin-like immunoreactivity measurement for the diagnosis of subclinical exocrine pancreatic insufficiency. *J Vet Intern Med* 1999; 13: 426-432.
- Williams DA - Diagnosis and management of pancreatitis. *J Small Anim Pract* 1994; 35: 445-454.
- Zimmet PZ, Tuomi T, Mackay IR et al. - Latent autoimmune diabetes mellitus in adults (LADA): The role of antibodies to glutamic acid decarboxylase in diagnosis and prediction of insulin dependency. *Diabet Med* 1994; 11: 299-303.

# EJEMPLOS DE COMIDAS CASERAS DE LA DIABETES

## Ejemplo 1

### COMPOSICIÓN (para 1000 g de ración)

Salmonete .....	500 g
Pasta (integral) .....	270 g
Zanahorias (cocidas) .....	155 g
Salvado de trigo .....	50 g
Goma de guar/pectina .....	10 g
Aceite vegetal .....	15 g

Añadir un suplemento vitamínico-mineral bien equilibrado

ANÁLISIS		
La ración así preparada contiene un 46% de materia seca y un 54% de agua		
	% de materia seca	g/1000 kcal
Proteínas	33	88
Materia grasa	10	27
Carbohidratos disponibles	41	109
Fibras	12	32

RACIONAMIENTO INDICATIVO			
Valor energético (energía metabolizable) 1.710 kcal/1.000 g de ración preparada (es decir, 3.750 kcal/1.000 g de materia seca)			
Peso del perro (kg)	Cantidad diaria (en g)*	Peso del perro (kg)	Cantidad diaria (en g)*
2	130	45	1320
4	220	50	1430
6	290	55	1540
10	430	60	1640
15	580	65	1740
20	720	70	1840
25	850	75	1940
30	970	80	2030
35	1090	85	2130
40	1210	90	2220

### Puntos clave

- **Incorporación de cereales con un índice glucémico bajo:**  
para suavizar el pico hiperglucémico postprandial
- **Aporte de fibras solubles e insolubles:**  
para ayudar a regular la glucemia
- **Limitación del nivel de materias grasas:**  
debido al riesgo de una posible pancreatitis subclínica

\* El número de comidas debe adaptarse al protocolo de las inyecciones de insulina: lo ideal es suministrar cada comida de manera que el periodo postprandial corresponda con el periodo de máxima actividad de la insulina.

# ADAPTADAS AL TRATAMIENTO MELLITUS EN EL PERRO

## Ejemplo 2

### COMPOSICIÓN (para 1000 g de ración)

Pechuga de pavo sin piel	280 g
Queso blanco*	330 g
Copos de avena	250 g
Zanahorias (cocidas)	60 g
Salvado de trigo	60 g
Goma de guar/pectina	10 g
Aceite vegetal	10 g

\* Con el 35% de grasa sobre materia seca

Añadir un suplemento vitamínico-mineral bien equilibrado

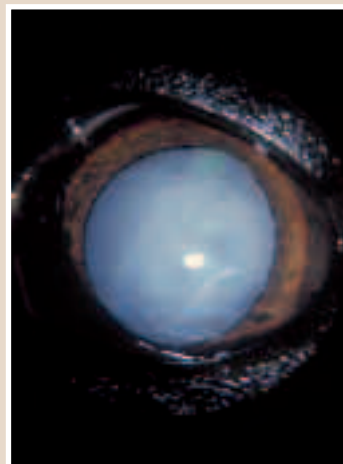
RACIONAMIENTO INDICATIVO			
Valor energético (energía metabolizable) 1.675 kcal/1.000 g de ración preparada (es decir, 3.730 kcal/1.000 g de MS)			
Peso del perro (kg)	Cantidad diaria (en g)*	Peso del perro (kg)	Cantidad diaria (en g)*
2	130	45	1350
4	220	50	1460
6	300	55	1570
10	440	60	1670
15	590	65	1780
20	730	70	1880
25	870	75	1980
30	990	80	2080
35	1120	85	2170
40	1230	90	2270

ANÁLISIS		
La ración así preparada contiene un 45% de materia seca y un 55% de agua		
	% de materia seca	g/1000 kcal
Proteínas	34	91
Materia grasa	11	28
Carbohidratos disponibles	38	102
Fibras	14	38

### Contraindicaciones de esta dieta

Gestación  
Lactancia  
Crecimiento

Ejemplos de comidas caseras propuestas por el Profesor Patrick Nguyen  
(Unidad de Nutrición y Endocrinología, Departamento de Patología y Biología de la Escuela Nacional Veterinaria de Nantes)



© Didier Schmidt-Morand

La catarata es la complicación que aparece con más frecuencia en el perro diabético. El riesgo aumenta en perros mayores. La palabra “catarata” proviene del término griego kataraktès (ruptura): el cristalino pierde su transparencia y se produce una opacidad gris azulada en el ojo.

### Puntos clave en relación con:

## El papel de la nutrición en el tratamiento de la diabetes mellitus canina

En comparación con una dieta de mantenimiento clásica para un perro adulto, la dieta recomendada para los perros diabéticos y para las perras con resistencia a la insulina, asociada al diestro, debe responder a los siguientes criterios:

- Un **alto nivel de palatabilidad** para garantizar un consumo alimentario espontáneo y regular.
- Un **nivel limitado de almidón** en el alimento (< del 50% de calorías glucídicas) ya que, en efecto, existe una correlación entre el contenido de almidón y la respuesta glucémica del perro (Nguyen et al., 1998). Incluso en un alimento seco, des-
- ciende fácilmente por debajo del 30% de almidón. Cuando el páncreas deja de funcionar correctamente (algo muy frecuente en el perro), hay que ajustar bien la dosis de insulina al aporte de almidón cada vez que se realice un cambio de dieta. Si el nivel de almidón de la dieta disminuye, la dosis de insulina también debe reducirse.
- Las fuentes de almidón con un índice glucémico elevado, como el arroz y el pan deben evitarse. Es mejor **utilizar cereales cuyo almidón se digiera más lentamente**, lo que permite ralentizar la absorción de la glucosa. Entre ellos, se encuentran: el maíz, el trigo, la cebada y el sorgo.
- Una dieta altamente enriquecida en fibra comparada con una dieta estándar para el mantenimiento de un perro adulto, no presenta ningún interés especial para un perro diabético. **El nivel óptimo de fibra depende de la condición corporal del perro**, del nivel y origen del almidón, así como del tipo de fibra utilizada.
- Cada tipo de fibra presenta unas propiedades específicas, por lo que es importante aportar fibras de diferentes fuentes:

- Las fibras insolubles y no fermentables (p. ej., la celulosa) se toleran bien, incluso en grandes cantidades. Variando la proporción de este tipo de fibra, se puede adaptar la densidad energética del alimento a la condición corporal del perro.
- Las fibras solubles y fermentables (p. ej., los fructo-oligosacáridos) mejoran la tolerancia a la glucosa.
- Las fibras solubles y no fermentables (p. ej., el psyllium) influyen en la velocidad del tránsito intestinal y, por lo tanto, en la cinética de liberación de la glucosa.

Nota -La pulpa de remolacha contiene tanto fibras insolubles y no fermentables como fibras solubles y fermentables.

- El nivel ideal de materia grasa depende de la condición corporal del perro, pero no cabe duda de que deben evitarse los niveles

elevados en perros diabéticos, debido al riesgo de pancreatitis asociada. Un aporte de entre el 20 y el 35% de las calorías en forma de lípidos parece suficiente, salvo si el perro presenta una baja condición corporal. En caso contrario, existe una correlación inversa entre el nivel de materia grasa y las respuestas glucémica e insulinémica postprandiales (*Prudhomme et al., 1999*). Este efecto se debe, probablemente, a que el vaciado gástrico se ralentiza cuando el alimento es rico en materia grasa.

- Cuando el alimento contiene niveles moderados de almidón, fibra y materia grasa, las proteínas se convierten en la principal fuente de energía. No hay ningún inconveniente en que estas proporcionen al menos entre un 30 y un 45% de las calorías totales del alimento. **Un aporte importante de proteínas contribuye a compensar el catabolismo proteico y aumenta la**

**gluconeogénesis en el perro diabético**, sobre todo si la diabetes está mal estabilizada.

- Un suplemento de L-carnitina ayuda a conservar la masa magra.
- Un alimento para perros diabéticos debe contener unos niveles de minerales y oligoelementos similares a los que tiene el alimento de mantenimiento de un perro. **Debe prestarse una atención especial al potasio** para evitar carencias.
- **Los niveles de vitaminas hidrosolubles deben incrementarse** para compensar las pérdidas ocasionadas por la poliuria y la polidipsia.
- El estrés oxidativo está implicado en la fisiopatología de la diabetes: por lo tanto, se recomienda un **suplemento de antioxidantes**.

**ASPECTOS QUE DEBE CONTROLAR EL PROPIETARIO DE UN PERRO DIABÉTICO**

<b>Las cantidades de agua y alimento que consume el perro</b>	La polidipsia (acompañada de poliuria), anorexia o, por el contrario, la polifagia pueden representar signos de un tratamiento mal equilibrado.
<b>El peso del perro</b>	Una variación del peso puede implicar una modificación de la dosis de la insulina que se debe inyectar. Un exceso de peso es un factor de riesgo con respecto a la resistencia a la insulina.
<b>Los niveles de actividad del perro</b>	El ejercicio físico regular puede formar parte de las medidas preventivas para evitar el desarrollo de la diabetes en el perro ( <i>Hedhammar et al., 2005</i> ).
<b>El ritmo de administración de las comidas</b>	Representa un punto esencial para el éxito del tratamiento. Repartir la ración en dos comidas al día permite minimizar los picos de hiperglucemia, sea cual sea el tipo de diabetes. Cuando existe un tratamiento con insulina, lo ideal es dar las comidas justo antes de los picos de insulinemia, que varían dependiendo del individuo y del tipo de insulina que se inyecta.
<b>La composición de las comidas</b>	Cuando se ha elegido el alimento adecuado, no debe cambiarse por otro, ya que la cantidad y el tipo de carbohidratos que se ingieren influyen directamente en las respuestas glucémica e insulinémica postprandiales. Se deben eliminar los suplementos, sobre todo si se trata de golosinas dulces o de alimentos ricos en carbohidratos.

**Respetando estas sencillas reglas, se puede prevenir un buen número de complicaciones asociadas a la diabetes mellitus canina.**

Centrando nuestra atención sobre:  
**EL EFECTO DE LA FIBRA ALIMENTARIA EN EL TRÁNSITO GASTROINTESTINAL**

La fibra alimentaria desempeña un importante papel en el tránsito gastrointestinal. Sin embargo, su acción es diferente en función de si son fibras solubles o insolubles.

**Fibras solubles**

En contacto con el agua, las fibras solubles (pectinas, gomas, oligosacáridos...) forman geles o soluciones más o menos viscosas. La viscosidad de estas fibras tiende a ralentizar el

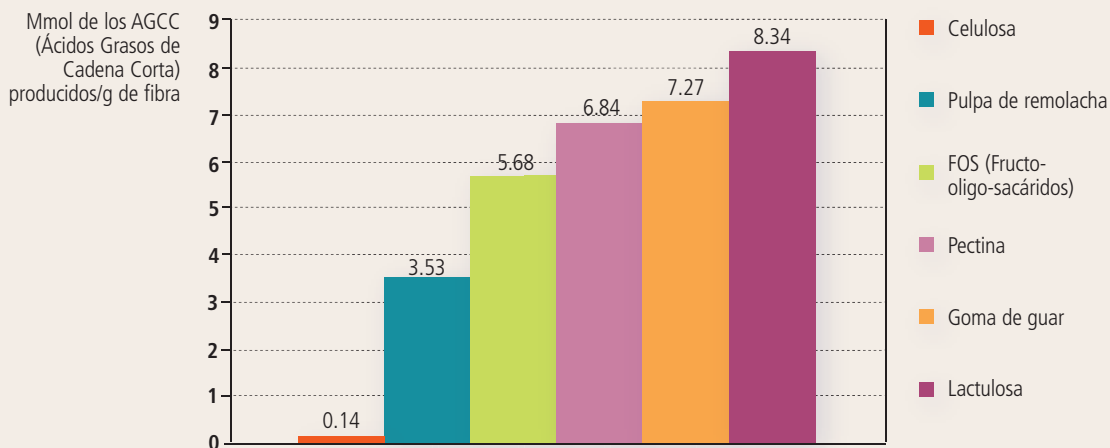
tránsito gastrointestinal por simple resistencia a la hora de que el alimento fluya (Guilford, 1996).

El efecto de la fibra en la calidad de las heces varía principalmente en función de su susceptibilidad a las fermentaciones bacterianas cólicas (noción de fermentabilidad). La mayoría de las fibras solubles son fuertemente degradadas por la microflora del intestino grueso (exceptuando la fibra del psyllium).

Estas fibras fermentables sirven de sustrato a la flora intestinal que extrae de ellas la energía necesaria para su crecimiento. Además, dicha actividad de fermentación genera ciertos productos (ácidos grasos de cadena corta y ácido láctico) que desempeñan un papel trófico extremadamente importante en la mucosa del colon.

**CAPACIDAD DE FERMENTACIÓN IN VITRO DE ALGUNAS FIBRAS ALIMENTARIAS**

(Según Sunvold et al., 1994)



La proporción que existe entre fibras fermentables y no fermentables (F/nF) en el alimento, influye en la cantidad de subproductos de putrefacción en las heces. Pasar de 0,15 a 0,48 de F/nF, por ejemplo, hace disminuir a la mitad la concentración fecal en aminas, para una contenido de fibra total del 7,7% y 9,2% respectivamente.

Sin embargo, una cantidad demasiado importante de fibras fermentables en el alimento es perjudicial para una buena tolerancia digestiva. En efecto, una dieta enriquecida con fibras fermentables (pectinas, goma de guar) aumenta la humedad y el volumen fecal (Wiernusz, 1995; Silvio et al., 2000). Además, los productos de fermentación pueden inducir una diarrea osmótica al atraer el agua libre hacia la luz intestinal. Estos

efectos se explican principalmente por la gran proliferación de la biomasa bacteriana que se produce.

### Fibras insolubles

Las fibras insolubles regulan el tránsito acelerándolo cuando hay estreñimiento y ralentizándolo cuando existe diarrea (Guilford, 1996).

Por lo general, las fibras insolubles son poco degradadas por la micro-

flora del colon y, por lo tanto, se vuelven a encontrar casi intactas en las heces. Su capacidad para incrementar el residuo indigestible de las heces contribuye a mejorar la consistencia fecal, pero también a aumentar el volumen de las mismas (Silvio et al., 2000). Una gran cantidad de fibras insolubles en un alimento disminuye su buena digestibilidad.

## Bibliografía

Guilford WG - Nutritional management of gastrointestinal diseases. In: Strombeck's Small Animal Gastroenterology. 3rd Ed WB Saunders Co, Philadelphia 1996: 889-910.

Hedhammar A, Sallander M, Klinkenberg H - Diabetes in dogs: feeding, exercise and weight as possible predisposing factors. Proceedings of Waltham International Nutritional Sciences Symposium, Washington 2005; Innovations in Companion Animal Nutrition: 30.

Hernot D, Biourge V, Dumon H et al. - Effect of dietary fermentable to non fermentable fiber ratio on fecal putrefactive products in dogs varying in body size. Proceedings of Waltham

International Nutritional Sciences Symposium, Washington 2005; Innovations in Companion Animal Nutrition: 53.

Nguyen P, Dumon H, Biourge V et al. - Glycemic and insulimemic responses after ingestion of commercial foods in healthy dogs: Influence of food composition. J Nutr 1998; 128: 2654S-2658S.

Prudhomme O, Martin L, Dumon H et al. - Effects of dietary intake level and composition on glucose and insulin responses to diet in dogs. Proceedings 3rd ESVCN Congress; Lyon 24-25 Sept 1999: 81.

Silvio J, Harmon DL, Gross KL et al. - Influence of fiber fermentability on nutrient digestion in the dog. Nutrition 2000; 16: 289-295.

Sunvold GD, Fahey GC Jr, Merchen NR et al. - Fermentability of selected fibrous substrates by dog fecal microflora as influenced by diet. J Nutr 1994; 124: 2719S-2720S

Wiernusz CJ, Shields Jr RG, Van Vlierbergen DJ et al. - Canine nutrient digestibility and stool quality evaluation of canned diets containing various soy protein supplements. Vet Clin Nutr 1995; 2: 49-56.