

## ALIMENTACION

El conejo, como animal monogástrico y herbívoro posee una fisiología digestiva adaptada a la ingestión de cantidades elevadas de fibras, de las que hace una utilización digestiva modesta. Sin embargo, el conejo utiliza bastante eficazmente los alimentos poco fibrosos «ricos» en cereales, en los que su valor en energía digestible es más elevada. Pero la reducción en el nivel de fibra, asociada normalmente con un mayor aporte de almidón puede provocar trastornos digestivos graves: alteración de las fermentaciones a nivel del ciego, modificaciones de la motilidad digestiva y diarrea.

- El antagonismo entre los
- resultados de crecimiento
- deseados y el buen
- estado sanitario
- constituyen el problema
- más importante de la
- nutrición cunícola

Un aporte alimentario mínimo de fibra es, pues, indispensable para asegurar un funcionamiento digestivo normal y evitar la aparición de enteritis frecuentemente mortales. Estas necesidades específicas en fibra limitan las posibilidades de incrementar la concentración energética del alimento y, en consecuencia, mejorar su eficacia alimentaria. Este antagonismo entre los resultados de crecimiento deseados y el buen estado sanitario del animal constituyen el mayor problema dentro de la nutrición cunícola.

# Aportes de fibra y almidón para los gazapos del engorde

- T. Gidenne
- Cuniculture, 23 (1): 18-22, 1996
- 
- 

*“Los trastornos digestivos son frecuentes en los gazapos después del destete. Una alimentación equilibrada que permita a la vez un buen crecimiento, limitando la aparición de problemas digestivos, presenta sus dificultades.*

*El autor nos presenta aquí y mediante una revisión bibliográfica aquello que puede hacer variar el «nivel de seguridad digestiva» de un alimento. Este debe definirse bajo una norma mínima en fibra, pero también bajo una norma máxima en almidón”.*

Fibras alimentarias totales	Polisacáridos no amiláceos	Ligninas (1) (3)	Fibras insolubles en el agua
		Celulosa (1)	
		Hemicelulosas (1)	
	Sustancias pécticas (1)	Fibras solubles en el agua	
Polisacáridos solubles (2) (galactósidos, glucanos)			

- (1) Constituyentes de la pared vegetal.
- (2) No pertenecientes a la pared vegetal.
- (3) Polifenol (no son glúcidos).

Fig. 1. Principales clases de fibra.

Por este motivo han sido realizados multitud de trabajos con el intento de analizar los efectos de la naturaleza y/o de la cantidad de fibra alimentaria sobre el funcionamiento digestivo del conejo. En estos estudios, el aporte de fibra suele estar en equilibrio con el aporte en almidones (las fibras y el almidón constituían las dos terceras partes de la dieta). Sin embargo, las consecuencias digestivas de la

ingestión de almidón (naturaleza y/o cantidad), así como las interacciones con respecto a las cantidades de fibra han sido poco estudiadas.

En este artículo revisaremos las consecuencias de la ingestión de fibra y almidón sobre la digestión en el conejo, tratando sucesivamente los efectos específicos de la fibra y sus interacciones con los aportes de almidón. Antes, sin embar-

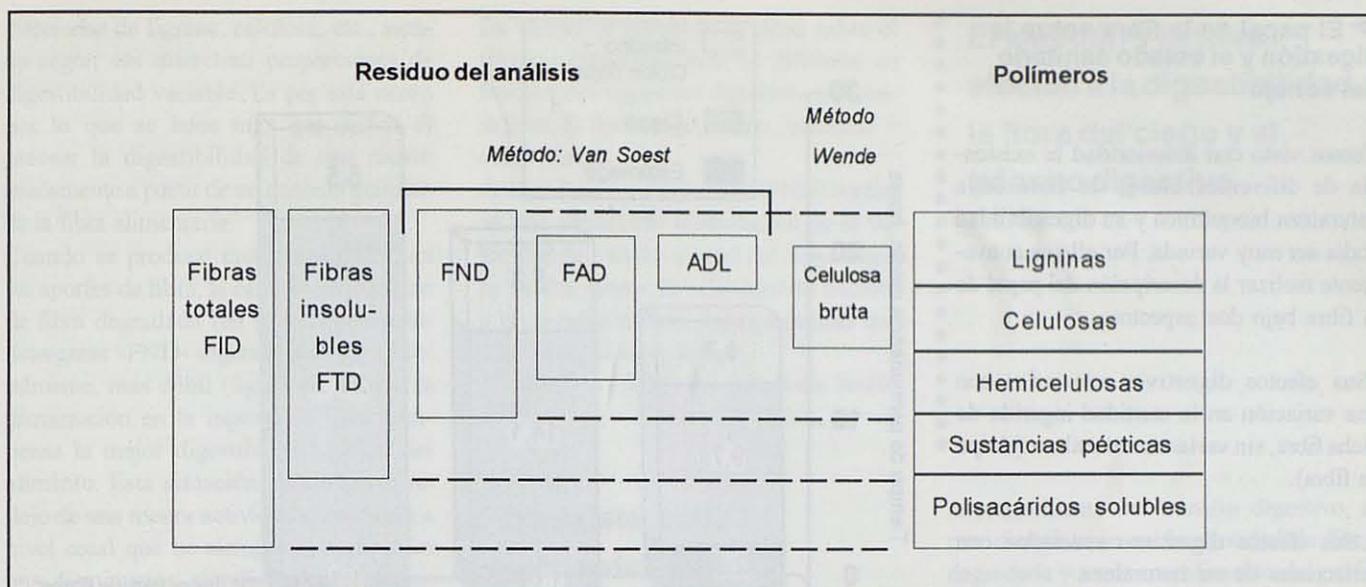


Fig. 2. Métodos gravimétricos para la determinación de la fibra y naturaleza del residuo analizado.

go, presentaremos un breve recordatorio de las características bioquímicas del almidón y de la fibra.

### ► El almidón

Se trata de un polímero de glucosa en el que su estructura puede variar según el vegetal de donde se extraiga.

El almidón es degradado por las enzimas segregadas a nivel de la saliva, páncreas y de la mucosa del intestino delgado.

Si en el curso de su paso por el intestino delgado el almidón no es enteramente degradado, entonces es atacado por las enzimas bacterianas del ciego y del intestino grueso.

La digestibilidad del almidón contenido en las materias primas depende, de hecho, de la estructura bioquímica y física del grano de almidón (es decir, de su mayor o menor facilidad de ser digerido según su forma).

De hecho, en el conejo adulto o al final de su periodo de crecimiento, la digestibilidad del almidón es casi total (95-100%).

### ► La fibra

Según su estructura bioquímica existen numerosas clases de fibra, siendo la mayoría de ellas constituyentes de la pared de las células vegetales.

A grandes rasgos es posible clasificarlas en 5 tipos (figura 1), que son: ligninas,

celulosa, hemicelulosas, sustancias pécticas y una última clase formada por diversos polisacáridos solubles en el agua.

Podemos definir la fibra alimentaria como la suma de las ligninas y de los polisacáridos no amiláceos. Esta fibra es degradada sólo por las enzimas de la flora bacteriana del ciego y del colon proximal a sustancias más simples (azúcares), los cuales son a su vez fermentados, convirtiéndose en ácidos grasos volátiles y gases (anhidrido carbónico y metano).

La estructura detallada de estas diferentes clases de fibra es compleja. Podemos resumirla diciendo que la pared vegetal se encuentra constituida por fibrillas de celulosa (el esqueleto) integradas en una matriz compuesta por ligninas, hemicelulosas, pectinas y proteínas.

Teniendo en cuenta la diversidad de las moléculas que componen el concepto de fibra alimentaria, no existe en la actualidad ningún método de análisis que permita un fraccionamiento preciso de las diferentes clases de fibra. En alimentación animal existen, sin embargo, métodos más o menos precisos para aislar ciertas clases de fibras (figura 2).

El análisis de la fibra en los alimentos y materias primas destinadas a los animales depende, pues, del método utilizado, aunque el resultado obtenido pocas veces corresponde a una entidad bioquímica concreta. Pongamos por caso el método de *Weende*, utilizado de forma rutinaria en la alimentación cunícola, para definir las

recomendaciones en fibra. Mediante esta técnica de análisis es posible aislar un residuo fibroso, la «celulosa bruta», la cual corresponde solamente a una porción de la celulosa y las ligninas, no incluyendo ni a las hemicelulosas ni a las pectinas. Además, la naturaleza del resi-

- La fibra es degradada por
- la flora del ciego a
- azúcares, y éstos a
- ácidos grasos volátiles y
- gases (CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>)



duo «celulosa bruta» depende mucho de la naturaleza de las fibras presentes en el alimento. Por esta razón, los valores de digestibilidad de los constituyentes de la pared celular vegetal que se dan en la literatura son, muy a menudo, variables, por lo que conviene ser prudentes en su aceptación.

Es importante destacar a este respecto que la naturaleza de esta fibra influye enormemente en su digestión.

### ► El papel de la fibra sobre la digestión y el estado sanitario del conejo

Hemos visto con anterioridad la existencia de diferentes clases de fibra cuya naturaleza bioquímica y su digestibilidad podía ser muy variada. Por ello es conveniente realizar la descripción del papel de la fibra bajo dos aspectos:

\*Sus efectos digestivos asociados con una variación en la cantidad ingerida de dicha fibra, sin variar su naturaleza (el tipo de fibra).

\*Sus efectos digestivos asociados con variaciones de su naturaleza.

Para cada uno de estos dos aspectos examinaremos sucesivamente los efectos de esta fibra sobre las tres principales funciones digestivas: digestión de nutrientes, actividad microbiana cecal y motilidad digestiva. También, y en función de la disponibilidad de resultados, repasaremos las consecuencias sobre el estado sanitario del animal.

- Un bajo aporte en fibra
- disminuye la velocidad de tránsito en el ciego e íleon
- y la aumenta en el estómago

### ► Efecto de la cantidad de fibra ingerida

La primera consecuencia inicial de un aporte insuficiente de fibra es el ralentizamiento del tránsito digestivo, el cual podría conducir a una mayor sensibilidad frente a las condiciones del medio. Existen pocos estudios sobre el efecto que origina una modificación en la cantidad de fibra sin variar las diferentes proporciones de ésta (celulosa, lignina, etc), ya que frecuentemente se produce una

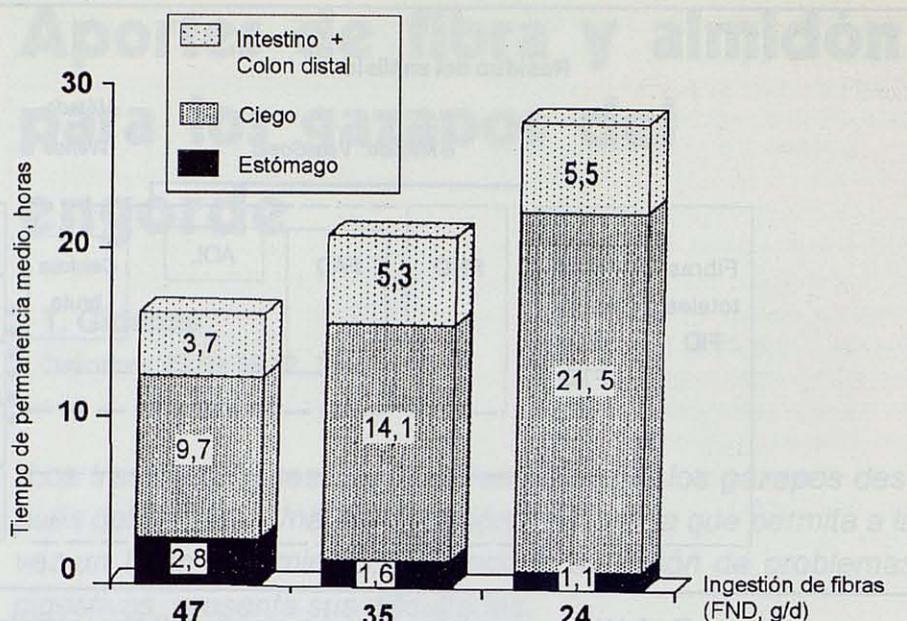


Fig. 3. Efecto de la cantidad de fibra ingerida sobre el tránsito en los diferentes compartimentos digestivos del conejo.

confusión entre la cantidad y tipo de fibra aportada por la ración. El empleo del método de análisis de Weende para medir el aporte de fibra es, sin duda, una de las principales causas de esta confusión, ya que este método solamente permite analizar una fracción de la fibra presente en la ración.

Además de este problema del análisis químico de la fibra convendría comparar alimentos que solamente se diferenciaran por el nivel de incorporación de las mismas fuentes de fibra para poder estudiar los efectos estrictos de la cantidad de fibra ingerida.

A nivel de la digestión, una reducción del

nivel de fibra en la ración conlleva una reducción de la ingesta voluntaria, ya que el conejo ajusta su consumo en función del nivel energético del alimento.

En consecuencia, la ingestión de fibra baja enormemente debido al efecto acumulado de la disminución del nivel de fibra y de ingestión del alimento. De forma paralela la cantidad de almidón ingerida varía poco. A su vez, los efectos digestivos asociados a la fibra provienen de la variación de la cantidad de fibra ingerida, y no de la variación de la cantidad de almidón ingerido.

La digestibilidad de la ración depende también del equilibrio entre las diferentes

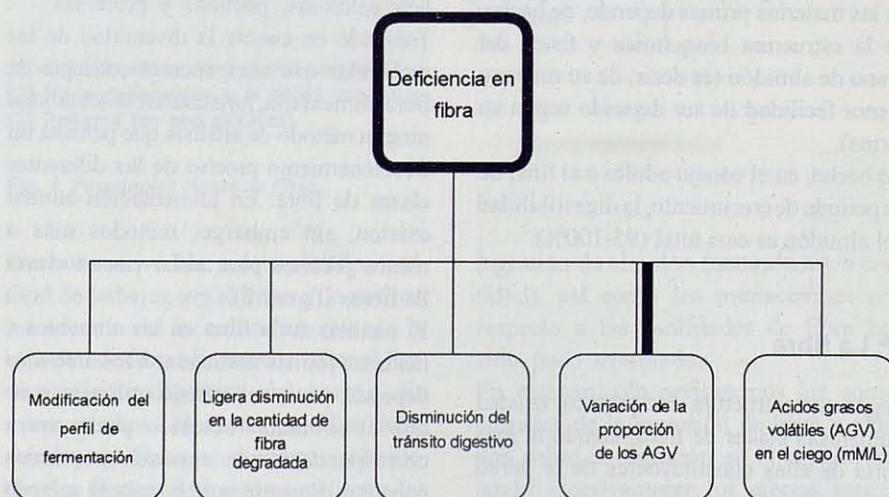


Fig. 4. Influencia de una deficiencia en fibra sobre algunos parámetros de la digestión.

fracciones de lignina, celulosa, etc., siendo según sus diferentes proporciones de digestibilidad variable. Es por esta razón por lo que se hace más que difícil el preveer la digestibilidad de una ración únicamente a partir de un análisis químico de la fibra alimentaria.

Cuando se produce una disminución en los aportes de fibra, la cantidad cotidiana de fibra degradada (en g de fibra neutro detergente -FND- digerida/día) es, generalmente, más débil (figura 4), ya que la disminución en la ingesta de fibra compensa la mejor digestibilidad global del alimento. Esta situación constituye el reflejo de una menor actividad microbiana a nivel cecal que no siempre se traduce en una disminución significativa de la concentración de ácidos grasos volátiles en el ciego.

Parece ser que la importancia de la actividad fermentadora cecal depende más de la naturaleza de la fibra, aunque también de la naturaleza y cantidad de otros nutrientes (almidón, proteínas, etc.) que lleguen a nivel del ciego. Al contrario, la disminución de la relación fibra/almidón parece influir de forma más clara sobre la calidad de las fermentaciones.

En cuanto al efecto de la fibra sobre el tránsito intestinal, éste es diferente en función del segmento digestivo que consideremos (estómago, ciego, intestino + colon distal).

Así, un bajo aporte de fibra (FND) conlleva una importante disminución de la velocidad de tránsito a nivel del ciego (figura 3). Por contra, la velocidad de tránsito a nivel estomacal es mayor, mientras que a nivel oro-ileal es menor.

En resumen (figura 4), un aporte insuficiente de fibra conduce a un

- No existe, en la
- actualidad, ningún
- método de análisis que
- permita un
- fraccionamiento preciso
- de las diferentes clases
- de fibra

• El almidón y la fibra  
 • afectan a la digestibilidad,  
 • la flora del ciego y el  
 • tránsito digestivo

ralentizamiento del tránsito digestivo, a una disminución en la cantidad de fibra degradada y a una modificación del perfil de fermentación (proporciones diferentes de ácidos grasos volátiles). Existen trabajos realizados sobre gazapos que señalan una variabilidad de dicho perfil de fermentación. Esta situación sugiere una mayor sensibilidad de la actividad microbiana cecal a las condiciones del medio y, en particular, a determinados agentes patógenos eventuales.

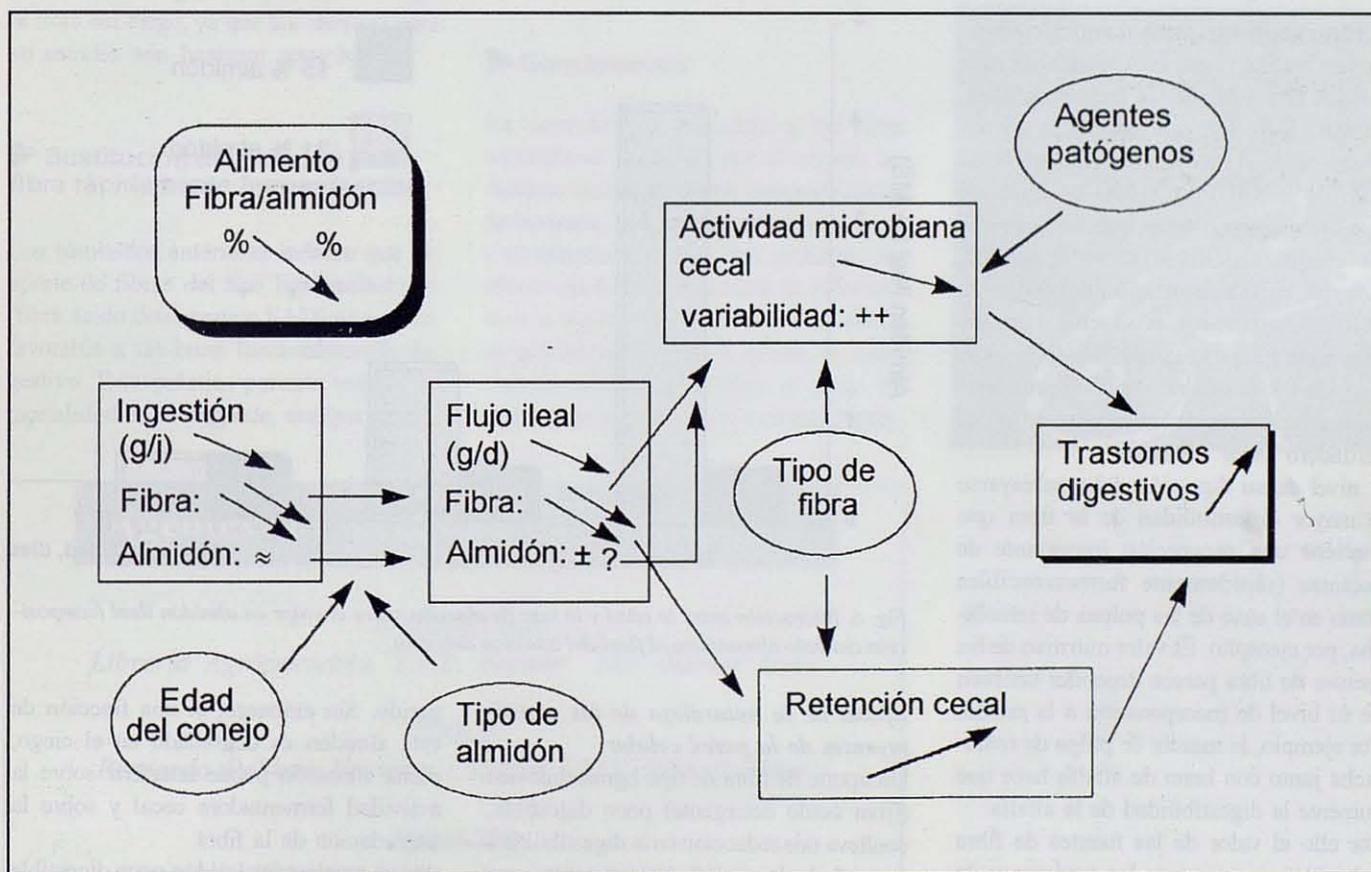


Fig. 5 Incidencias a nivel digestivo de una reducción en la relación fibra/almidón (menos fibra y/o más almidón).

### ► Efecto del tipo de fibra ingerida

Aceptando que el concepto de fibra va referido a un conjunto de polímeros vegetales de naturaleza bioquímica muy variada, es fácil comprender que cada materia prima vegetal posee una composición específica en fibra, la cual corresponde a las distintas proporciones de los diferentes constituyentes de la pared de las células vegetales. Esta composición varía con el crecimiento de la planta, siendo el ejemplo más conocido el del aumento en el contenido de lignina de la pared celular vegetal conforme la planta envejece.

En función del perfil de la fibra en las materias primas incorporadas al alimento, observaremos, pues, determinados efectos digestivos en el animal. A este respecto distinguiremos dos partes. En primer lugar el de aquellos estudios que tengan por objeto determinar el efecto nutritivo de las materias primas que son fuente de fibra y, por otro, el estudio de los efectos digestivos asociados más concretamente a las variaciones de los constituyentes de la pared vegetal, como es el caso de las ligninas.

#### Efectos asociados a la fuente de fibra

Se han realizado numerosos trabajos destinados al estudio de las fuentes de fibra, ya que el análisis químico de la misma (frecuentemente reducido a la determinación de la celulosa bruta) es bastante insuficiente como para apreciar y prever los efectos digestivos sobre el animal. Además, en la alimentación del conejo se utilizan numerosos productos agroalimentarios (pulpas, cascarillas de granos, etc.), de los cuales no son siempre conocidos sus límites de incorporación ni su verdadero valor nutritivo.

A nivel de su digestión debe subrayarse la mayor digestibilidad de la fibra que contiene una proporción importante de pectinas (rápidamente fermentescibles como en el caso de las pulpas de remolacha, por ejemplo). El valor nutritivo de las fuentes de fibra parece depender también de su nivel de incorporación a la ración. Por ejemplo, la mezcla de pulpa de remolacha junto con heno de alfalfa hace que aumente la digestibilidad de la alfalfa.

Por ello el valor de las fuentes de fibra debería tener en cuenta los fenómenos de interacción digestiva.

También el tránsito digestivo se encuentra influenciado por la fuente de fibra. Así, una fuente de fibra lignificada (por ejemplo, granillo de uva), conlleva una reducción importante del tiempo de tránsito digestivo del alimento. Si se compara con la alfalfa, una fuente de fibra más digestible como la pulpa de remolacha, ésta no supone una menor velocidad de tránsito digestivo, aún y cuando la motilidad digestiva se encuentre alterada. Es importante también señalar que la forma física de dicha fuente de fibra (tamaño de las partículas) puede influir sobre la velocidad de tránsito. Así, un mayor o menor tamaño de una misma fuente de fibra influye sobre el tiempo de tránsito del alimento, aunque sin modificar de forma notable la actividad fermentadora cecal. Esta actividad fermentadora cecal se encuentra influenciada también por la fuente de fibra. La incorporación en el alimento de materias primas ricas en pectinas (pulpas) y/o en hemicelulosas (salvado) favorece la actividad fermentadora cecal.

disminución de la eficacia alimentaria), asociada a un tránsito digestivo más rápido aunque sin importantes modificaciones de las fermentaciones cecales.

Un aporte de fibra del tipo de las hemicelulosas, relativamente digestibles, reduce poco la ingesta de la ración y parece eficaz para regular el tránsito digestivo, favoreciendo la actividad fermentadora cecal. Desde el punto de vista de la salud del animal, un aporte de lignocelulosa es más eficaz que el de hemicelulosas para reducir la frecuencia de trastornos digestivos y la mortalidad en el engorde.

### ► Digestión del almidón y sus consecuencias sobre la digestión de la fibra

Una variación en el contenido de almidón del alimento se encuentra frecuentemente asociado con una disminución de la cantidad en fibra alimentaria. Esto tiene por consecuencia la reducción en la ingestión de fibra sin que se modifique notablemente la cantidad de almidón in-

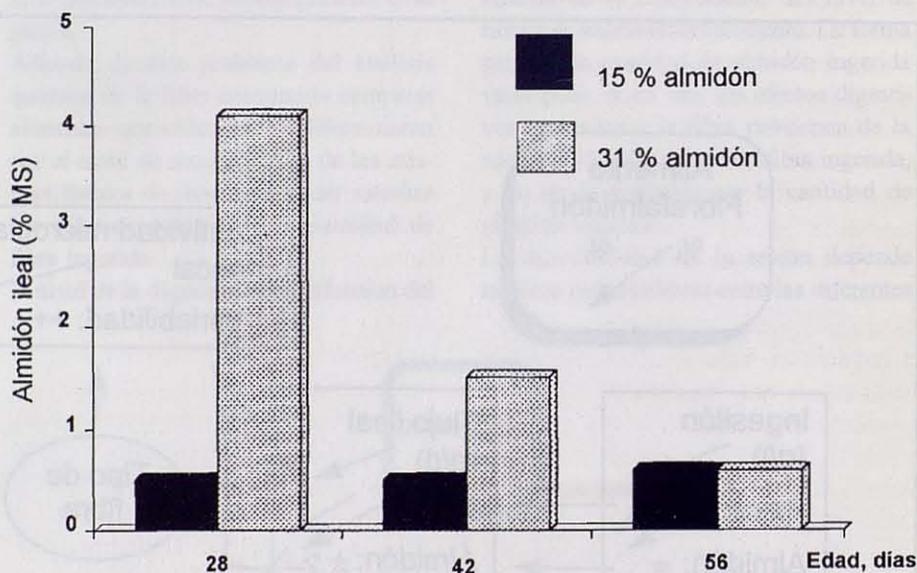


Fig. 6. Interacción entre la edad y la tasa de almidón sobre el valor en almidón ileal (composición del bolo alimentario al final del intestino delgado).

#### Efecto de la naturaleza de los constituyentes de la pared celular

Un aporte de fibra de tipo lignocelulósico (fibra ácido detergente) poco digestible, conlleva una reducción en la digestibilidad general de la ración (y, por tanto, una

gerido. Sin embargo, si una fracción de este almidón es degradado en el ciego, dicha situación puede interferir sobre la actividad fermentadora cecal y sobre la degradación de la fibra.

Así, el empleo de almidón poco digestible

en el intestino delgado o una sobrecarga de almidón incrementaría el flujo ileal (al final del intestino delgado) de almidón, el cual podría penetrar en el ciego y modificar la actividad microbiana, siendo un posible origen de trastornos digestivos en gazapos en crecimiento.

De hecho, la capacidad de digestión del almidón se encuentra muy estrechamente relacionado con la edad del animal, ya que la dotación enzimática que permite la hidrólisis del almidón en el intestino delgado no se encuentra al completo hasta que el conejo tiene una edad de 6 semanas (figura 5). Esta es la razón por la que las pérdidas fecales en almidón son mayores en los gazapos de 5 semanas de edad en comparación con otros conejos de mayor edad. Así, las pérdidas fecales del almidón de maíz pueden alcanzar el 5,5% del almidón ingerido por un conejo de 4 semanas de edad, mientras que son del 2% en uno de 10 semanas. Dicho efecto puede amplificarse cuando se usan fuentes de almidón de mayor dificultad de hidrólisis.

Sin embargo, en la actualidad se conoce poco sobre la cantidad de almidón digerido en el intestino delgado con respecto a la cantidad degradada y fermentada por la flora del ciego, ya que las técnicas para su estudio son bastante complejas.

### ► Sustitución del almidón por fibra rápidamente fermentescible

Los resultados anteriores indican que un aporte de fibras del tipo lignocelulósico (fibra ácido detergente o FAD) parece ser favorable a un buen funcionamiento digestivo. Esta práctica permite reducir la mortalidad en el engorde, aunque provo-

ca un aumento en la cantidad de alimento consumida.

La definición del nivel de seguridad de un alimento, en términos de prevención del riesgo de una enteritis, podría definirse únicamente a partir de su valor en FAD. Sin embargo es necesario controlar las posibles interacciones con los aportes de almidón, y precisar si es posible la prevención de las diarreas de origen nutricional únicamente a partir de un criterio basado en el aporte de fibra.

Además, la sustitución del almidón del alimento por constituyentes de la pared celular con digestibilidades elevadas, en una ración que contuviera una tasa de FAD conforme a las recomendaciones (18-20%), podría resolver el antagonismo existente entre el crecimiento y la seguridad alimentaria. En efecto, la fibra con digestibilidades elevadas (pectinas, hemicelulosas), pueden constituir un aporte de energía en forma de ácidos grasos volátiles, reemplazando así al almidón, responsable de las desestabilizaciones en la actividad fermentativa cecal. Por otro lado, un aporte de fibras poco digestibles (FAD) permitiría una buena regulación del tránsito digestivo).

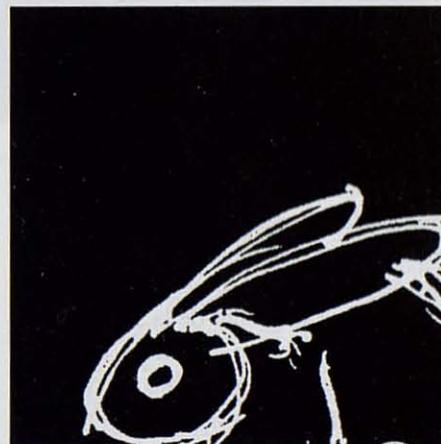
### ► Conclusiones

La cantidad de almidón y de fibra alimentaria ingeridas por el conejo influyen al mismo tiempo la digestibilidad de la ración, la actividad microbiana cecal y el tránsito digestivo. Sin embargo, los efectos de la fibra dependen no solamente de la cantidad ingerida, sino también de su naturaleza (o tipo). A su vez, la cantidad de almidón que llega al ciego no depende solamente de la cantidad ingeri-

da, sino también de su naturaleza y de la edad del animal.

Por todas estas razones, el nivel de «seguridad digestiva» de un alimento debería ser definido a partir de una norma conjunta según los niveles de fibra y de almidón. Además, las recomendaciones referentes a los gazapos al destete presentan resultados contradictorios. Sobre este último punto se hace preciso realizar un mayor número de ensayos que puedan determinar sus necesidades a partir de resultados más fiables.

Por otro lado, existen pocos trabajos que hagan referencia a las interacciones entre los aportes de fibra y de proteínas o entre fibra y lípidos. Sólo algunos trabajos abordan los problemas de interacciones entre la nutrición y la patología bajo el punto de vista de la resistencia frente a los agentes patógenos en función del estado nutricional de los animales y/o de su estadio fisiológico. Será pues necesario, desarrollar más a fondo dichos estudios para poder comprender mejor las consecuencias digestivas de la ingestión de fibra y de almidón en el conejo. □



## Agentes de esta revista en el extranjero

### ARGENTINA

*Librería Agropecuaria, S.R.L. Pasteur, 743. Buenos Aires*

### CHILE

*Bernardo Pelikan Neuman. Castilla 1.113. Viña del Mar*

### PANAMA

*Hacienda Fidanque, S.A. Apartado 7.252. Panamá*