

# Procesamiento del cereal para el control de la Acidosis Láctica Ruminal en el cebo

**Actualmente, en los sistemas de cebo intensivo predominan las dietas con un elevado porcentaje de cereales y un escaso aporte de productos fibrosos, con el objetivo de lograr una alta velocidad de crecimiento. Esta práctica nutricional no siempre es compatible con el fisiologismo ruminal, produciendo desórdenes, entre los que destacan la Acidosis Láctica Ruminal (ALR), una de las patologías más graves en terneros en crecimiento.**

A. Suárez<sup>1</sup>, V. Pereira<sup>1</sup>, J. Hernández<sup>1</sup>, C. Castillo<sup>1</sup>, P. Vázquez<sup>2</sup>, J. Méndez<sup>3</sup>, M. López<sup>1</sup>, M. García<sup>1</sup> y J. L. Benedito<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria de Lugo.

<sup>2</sup>Cesfac. Madrid.

<sup>3</sup>Coren SCL. Ourense.

Los desórdenes digestivos (incluida la Acidosis Ruminal) son la segunda causa, después de las alteraciones respiratorias, capaces de disminuir el rendimiento de los animales y su eficiencia productiva; concretamente suponen el 30% de las muertes de terneros registradas durante el ciclo productivo (Nagaraja *et al*, 1998; Bagley, 2001; Hernández, 2002).

La necesidad de mejorar las producciones y de prevenir estas patologías ha llevado a los nutricionistas a buscar diferentes alternativas. En un primer momento, para controlar la Acidosis Láctica Ruminal (ALR) bastaría con disminuir la cantidad de hidratos de carbono de la dieta, pero esto causaría una reducción en el nivel energético y, por tanto, una caída del rendimiento productivo (Galyean y Rivera, 2003).

En el intento de conseguir la optimización de la producción, y tras la supresión del promotor monensina en el año 2006, se han propuesto en los últimos años el empleo de promotores del crecimiento no antibióticos, como son los ácidos orgánicos malato y/o fumarato (Pereira, 2006); los extractos vegetales (Vázquez, 2007; Hernández *et al*, 2009) o probióticos como las bacterias (*Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bacillus*), le-

vaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus oryzae*) (Vázquez, 2007), sin que, a experiencia de los autores, ninguna de las opciones pueda considerarse concluyente, siendo necesaria la realización de más estudios en los que se logre conocer la forma óptima de utilización, para obtener el máximo rendimiento.

Las medidas nutricionales, entre las que se incluyen la composición de la dieta, el manejo alimentario y las medidas tecnológicas (procesamiento del grano y tamaño de la partícula), también se han propuesto como métodos para retrasar o prevenir la aparición de acidosis. En este artículo se aborda, de forma resumida, qué papel puede jugar con tal fin, el procesamiento del cereal y la opinión de los autores.

## Procesamiento del cereal

La alimentación puede ser la unidad individual más costosa en la producción animal, representando entre el 70-80% del coste total de la ganancia de peso (Boyles *et al*, 2001). Uno de los mayores desafíos que afronta la industria cárnica es la optimización en la utilización de los granos de cereal manteniendo el fisiologismo ruminal y la salud animal.

Los granos de cereales son las materias primas de elección para cubrir las necesidades energéticas en terneros de cebo debido a su alto valor energético y a su elevada palatabilidad. Son, esencialmente, concentrados de carbohidratos, cuyo componente fundamental de la materia seca es el almidón, que se localiza en el endospermo (McDonald *et al*, 1986). Están protegidos por una cubierta externa llamada pericarpio, que es resistente a la degradación y digestión microbiana que tiene lugar en el rumen (Huntington, 1997; Owens *et al*,

1997). Cuando un cereal es consumido íntegro, sin alteración de su pericarpio, éste puede llegar a ser completamente resistente a la digestión ruminal, tal y como comprobaron Beauchemin *et al* (2001). Este hecho es aplicable sobre todo a los granos de cebada y trigo, que son deglutidos casi enteros mientras que los de maíz pueden ser masticados durante más tiempo, favoreciendo la acción mecánica que permite su digestión ruminal.

El procesamiento del cereal, en sus diversas modalidades, tiene como fin fracturar el pericarpio, incrementando la superficie expuesta a la acción microbiana, alterar la matriz de almidón y proteína, y gelatinizar los gránulos de almidón (Hale, 1973; Huntington, 1997; Owens *et al*, 1997). Es pues, una herramienta clave en los avances técnicos en el campo de la nutrición animal.

Existen numerosos métodos de procesado del cereal (Figura 1), aunque pueden clasificarse en dos tipos básicos (McDonald *et al*, 1986; Tothi *et al*, 2002):

- **Procesados térmicos.** En ellos se aplica o se genera calor durante el proceso de tratamiento. Pueden ser a su vez divididos en aquellos que sólo usan calor (entre los que destaca el tueste -roasting-), o bien aquellos que combinan calor y humedad (como el laminado/aplastado al vapor -steam flaking- o el granulado -steam pelleting-). En este caso se incrementa la humedad del cereal y se altera la matriz almidón-proteína (Lesmeister, 2003).
- **Procesados no térmicos.** En ellos la temperatura del grano durante el procesamiento no aumenta significativamente. Abarca el procesamiento mecánico del cereal mediante la destrucción, por acción de martillos o rodillos, del grano, reduciendo el tamaño de la partícula y aumentando el área de exposición, aunque sin alterar su estructura química (Theurer *et al*, 1999). Procesos como el molido (dry ground) o rolado (dry rolled), se encuentran incluidos en este grupo (Guada, 1993; Lesmeister, 2003).

Las técnicas más utilizadas en España actualmente son el molido y el granulado al vapor (Acedo-Rico, 2001).

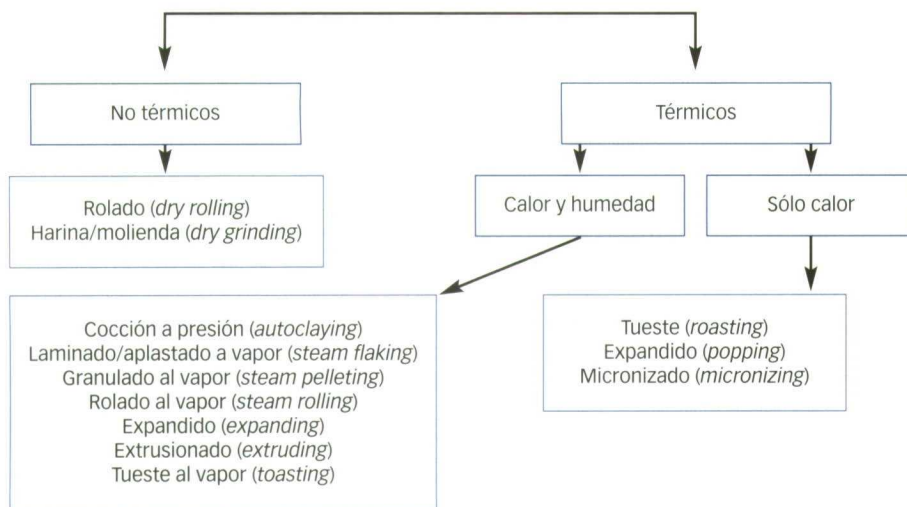


**“ El grano excesivamente procesado favorece la producción de lactato en el rumen al proliferar bacterias amilolíticas ”**

El proceso de molienda provoca la ruptura de la estructura del endospermo, facilitando el acceso de las enzimas microbianas al almidón y, por lo tanto, incrementando la digestibilidad (Hoseney, 1994). Se trata de una operación importante puesto que supone la primera transformación de la materia prima, y la calidad de los procesos posteriores se verá condicionada por la misma.

El granulado al vapor o peletizado requiere un molido previo del pienso, de tal manera que la aglomeración de partículas de pequeño tamaño forme gránulos más largos. En este tipo de procesado se utiliza la acción combinada de humedad, calor y presión (Falk, 1985).

Los procesos mecánicos a los que se somete el cereal molido para la granulación, rompen las estructuras fibrosas de las membranas celulares y liberan >>



**Figura 1.** Principales métodos de procesado de los granos de cereales. Adaptado de Tothi *et al* (2002) y Lesmeister (2003).

los elementos nutritivos que contienen (Mateos y Grobas, 1993). Al realizar el peletizado, se incrementa la digestibilidad ruminal del almidón debido a las condiciones de humedad y calor aplicadas. Al utilizar calor se logra la gelatinización de los almidones, la plastificación de las proteínas y además se disminuye el número de agentes patógenos que pudieran estar contaminando el producto, mientras que la humedad genera una mayor lubricación, ablandamiento y gelatinización de los almidones (Goelema *et al*, 1999). La gelatinización del almidón es el punto clave que favorece la degradabilidad del cereal, condicionando la eficacia posterior (Ljøkjel *et al*, 2003).

**Efectos del procesamiento del cereal sobre el medio ruminal**

**Sobre la producción de Ácidos Grasos Volátiles (AGV)**

A este respecto, no existen estudios concluyentes y que puedan ser tomados como referencia. En términos generales, el laminado/aplastado al vapor del cereal favorece la producción de propionato (precursor glucogénico) a expensas del acetato y butirato, en comparación con el rolado (Plascencia y Zinn, 1996; Joy *et al*, 1997; Crocker *et al*, 1998).

Otros trabajos señalan que el rolado es preferible al consumo del grano entero (Murphy *et al*, 1994) o el toscamente molido (Knowlton *et al*, 1998) ya que

favorece la producción de butirato, a expensas del acetato (aunque también del propionato).

Sin embargo, son varios los investigadores que apenas hallaron variaciones en la producción total de AGV al comparar diferentes técnicas de procesado como el laminado/aplastado al vapor, el rolado al vapor o en seco, o la molienda en partículas groseras (Plascencia y Zinn, 1996; Joy *et al*, 1997; Crocker *et al*, 1998; Knowlton *et al*, 1998; Reis y Combs, 2000).

**Sobre el pH ruminal y la producción de lactato**

El tamaño de la partícula es uno de los factores físicos que más influye en las variaciones del pH ruminal. La reducción del tamaño aumenta la superficie de contacto del ingrediente ayudando a la fijación y el ataque de la masa microbiana (Svihus *et al*, 2005). Además, existe una mayor ruptura de las células vegetales y, por tanto, mayor acceso a los contenidos celulares. Como resultado se aceleran los procesos fermentativos cuya principal consecuencia es la rápida bajada del pH ruminal, lo que podría favorecer la aparición de patologías a este nivel. En este sentido, es recomendable evitar moliendas demasiado finas, por ello no deben ser utilizadas cribas de diámetro inferior a 4,5 mm (Roquet, 2005).

La alimentación con un grano excesivamente procesado, con una degradación ruminal rápida y completa del almidón, genera un ambiente desfavorable para la síntesis de proteína microbiana y para la adecuada digestión de la fibra debido a la aparición de fermentaciones anaerobias que generan lactato (Owens *et al*, 1998; Lesmeister, 2003) al proliferar bacterias amilolíticas.

En este sentido, un adecuado aporte de fibra neutro detergente (FND) garantiza el correcto equilibrio ruminal. Una práctica que puede contribuir a ello está en el aporte de la fibra forrajera en forma de paja de cebada, más que el silo, ya que la primera contiene más FND, favoreciendo así la masticación y la secreción de saliva (Krause *et al*, 1998) y minimizando el riesgo de disturbios ruminales y su efecto negativo sobre la salud (Castillo *et al*, 2009).

Bacha (2002) establece que, en la práctica, la relación entre el pH y el tamaño de partícula es proporcional, de modo que, a medida que aumenta el tamaño de la partícula del forraje, se incrementa el pH. Es recomendable que las partículas superiores a 2 mm supongan el 40% del total de la dieta.

Algunos autores han propuesto la administración de un grano mínimamente procesado en la alimentación del ganado vacuno, sustituyendo el tratamiento mecánico por el rociado del grano con soluciones alcalinas (Guada, 1993). El tratamiento químico con hidróxido sódico en forma de solución o en gránulos, se ha utilizado como alternativa al tratamiento mecánico de la cebada y otros granos de cereales. Así, la menor velocidad de fermentación del almidón sin procesar evita las caídas de pH y el acúmulo de ácido propiónico en el rumen. Además, un pH elevado favorece la celulolisis y con ello la digestión y consumo de forraje, evitando el efecto de-



presor del concentrado en las dietas mixtas (Guada, 1993).

Otra opción puede ser la mezcla en la ración de granos con diferentes >>

# I LONJA NACIONAL DE VACUNO

## BINÉFAR

### 16 y 17 de marzo de 2010

DIA  
**16**

#### JORNADA DE CAMPO

Visita a explotaciones ganaderas, fábricas de pienso y al principal matadero de la zona.

DIA  
**17**

#### JORNADA TÉCNICA

Conferencias, charlas, debates, encuentro con los mejores profesionales del sector vacuno.

ORGANIZA:

**lonja**  
Asociación Española de Lonjas y Mercados de Cereales



PATROCINA:

laboratorios  
**Karizoo**

**CAJALÓN**

**FRIBIN**

**agropienso**



velocidades de fermentación del almidón, de modo que se reduzca la sobrecarga de ácidos en el rumen. La combinación de granos rápidamente fermentables (como la cebada) con otros más lentos (maíz) ha demostrado favorecer el fisiologismo ruminal (Crocker *et al*, 1998; Philippeau *et al*, 1999).

#### Sobre la producción de amonio

De nuevo, los resultados obtenidos a través de diferentes estudios no aportan ideas claras. Hay investigadores (Crocker *et al*, 1998; Knowlton *et al*, 1998) que señalan que cuando el animal se alimenta a base de maíz laminado al vapor o toscamente molido, descienden las concentraciones de amonio ruminal en comparación con el rolado. Por otro lado, hay quien no encuentra diferencias en este sentido (Joy *et al*, 1997).

En lo que respecta a la producción de proteína microbiana, parece evidente que a medida que aumenta el procesamiento del cereal, se incrementa su producción ruminal así como la cantidad de proteína que alcanza el intestino delgado; todo ello atribuible a un mayor reciclaje del N a través del ciclo de la urea (Plascencia y Zinn, 1996; Crocker *et al*, 1998; Theurer *et al*, 1999). No obstante, cuando se quiso comparar los efectos de tres procesados de maíz (laminado al vapor, rolado y molido de forma grosera) no se apreciaron diferencias (Joy *et al*, 1997; Knowlton *et al*, 1998).

#### Sobre la digestibilidad del almidón

El cambio más notable asociado al procesamiento, es el producido en la digestibilidad del almidón (Theurer, 1986; Huntington, 1997; Owens *et al*, 1997; Theurer *et al*, 1999). Su aumento tiene lugar no sólo a nivel del rumen, sino que abarca a todo el tracto digestivo (Plascencia y Zinn, 1996; Huntington, 1997; Owens *et al*, 1997; Crocker *et al*, 1998; Knowlton *et al*, 1998).

Asimismo, según la técnica de procesado, la digestibilidad variará, siendo máxima con el laminado al vapor, seguido de la molienda en partículas muy finas o el rolado, y mínima cuando el cereal es consumido entero (Theurer, 1986; Plascencia y Zinn, 1996; Huntington, 1997; Crocker *et al*, 1998; Knowlton *et al*, 1998). En definitiva, la mayoría de estudios efectuados señalan que al incrementar la degradabilidad ruminal del almidón, se minimiza la cantidad que escapa hacia el intestino.

Pero además de la técnica de procesado, la naturaleza del cereal utilizado condiciona el lugar e intensidad de la digestión del almidón (Huntington, 1997; Beauchemin *et al*, 2001). Esta diferencia en la respuesta es muy acusada en el caso del maíz, oscilando entre un 49% y un 85% según sea molido o laminado, en comparación con el trigo, que es de un 88%, independientemente del tipo de procesado (Huntington, 1997).

Asociado a este hecho encontramos un cambio en el valor energético para los diferentes cereales procesados. Así, Owens *et al* (1997) indican que el mayor valor energético correspondería para el cereal procesado con vapor, seguido de los no procesados (o enteros) para terminar con los procesados en seco (mecánicos). Los autores justificaron el mayor valor energético de los granos enteros -en comparación con los procesados en seco- debido a los cambios en la proporción concentrado/forraje y/o a un desplazamiento del proceso digestivo hacia el intestino delgado, en el caso del cereal entero.

No obstante, hay quien señala aspectos negativos a este resultado y así Yang *et al* (2001) señalan que la adición de un grano toscamente molido a

las raciones, aparte de reducir la fermentabilidad del almidón en el rumen, podría reducir la energía disponible para la síntesis de proteína microbiana ruminal y, por lo tanto, el suministro de proteína para el crecimiento del animal.

### Efectos del procesamiento del cereal sobre los índices productivos

Las ventajas del granulado sobre el molido no están muy claras o son muy pequeñas. En un estudio de Guyer (1996), la eficacia del alimento se ve mejorada, mientras que Boyles *et al* (2001) no aprecian ningún efecto beneficioso.

Estudios llevados a cabo en la Universidad de Santiago de Compostela (USC) sobre terneros en fase de cebo concluyeron que la administración de una ración peletizada o granulada mejoraba el rendimiento productivo -reflejado en un mejor Índice de Conversión (IC)- en comparación con aquellos otros que habían recibido la misma ración, pero molida (en harina). Probablemente, la diversidad de resultados hallada en la bibliografía obedece al tipo de cereal empleado (Owens *et al*, 1997, Tothi *et al*, 2002). Este mismo estudio de la facultad de Veterinaria de Lugo alertaba no obstante acerca del riesgo que este tipo de procesamiento podría generar sobre el estado de salud del animal, predisponiéndole hacia estados de acidosis y/o disturbios ruminales. A raíz de estos resultados, los investigadores proponen la suplementación con una buena fuente de fibra forrajera (paja de cebada) y un adecuado aporte de proteína con la ración, como forma de contrarrestar o minimizar este riesgo.

La rentabilidad del procesamiento estaría determinada no sólo por el peso final obtenido, sino también por el consumo efectuado y que condicionan el Índice de Conversión (IC). En este punto, son abundantes los trabajos que señalan que a mayor grado de procesamiento, mejor IC (Theurer, 1986; Owens *et al*, 1997; Yu *et al*, 1997; Reinhardt *et al*, 1998; Yu *et al*, 1998; Brown *et al*, 2000).

En los cebaderos, es habitual encontrar menores índices de Ingesta Media Diaria (IMD) en terneros ali-

mentados con un cereal procesado, atribuible a la mayor producción de ácidos ruminales asociados a la rápida fermentabilidad del almidón (Owens *et al*, 1997; Reinhardt *et al*, 1997; Brown *et al*, 2000; Castillo *et al*, 2006a). A medida que va disminuyendo el pH por el ingreso de concentrado, disminuye también la ingesta, debido al aumento de la osmolaridad y a las lesiones que ocasiona el ambiente ácido (Oetzel, 2001). Es uno de los mecanismos de control para mantener el pH ruminal dentro de su rango fisiológico.

### Consideraciones finales y conclusiones

La mayor parte de las técnicas de procesamiento de los cereales están dirigidas a incrementar la digestibilidad del almidón y la proteína. No obstante, el mayor acceso a los contenidos celula-

“ Una buena fuente de fibra (paja de cebada) y un adecuado aporte de proteína minimizan el riesgo de ALR

res, favorece la producción de ácidos como consecuencia de la fermentación los cuales pueden alterar la funcionalidad del rumen y causar acidosis. Para paliar los problemas digestivos que podrían aparecer por un consumo excesivo de concentrado es recomendable tener en cuenta el tamaño de partícula del forraje ya que cuanto menos troceado esté, menos estimula la salivación y la rumia, que son mecanismos que contribuyen a neutralizar el ácido láctico. Asimismo, el tipo de forraje condiciona la acidez del medio ruminal siendo mejor emplear paja de cebada en lugar de silo, ya que el primero contiene mayor cantidad de fibra neutro detergente, pudiendo ser suficiente para mejorar las condiciones en el tracto digestivo. ■

Bibliografía en poder de los autores