

Utilización de cereales procesados en alimentación de vacas de leche

J. ACEDO-RICO GONZÁLEZ *

I.- INTRODUCCIÓN

Los cereales siempre han sido componentes de interés en las raciones de V.L. Su empleo se ha debido a su valor nutricional (almidón y proteína) disponibilidad y competitividad en precio.

II .EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Los sistemas tradicionales de alimentación aportaban normalmente la ración forrajera en pesebre o el pasto por un lado y la complementación con concentrados normalmente en el momento del ordeño.

Este sistema hoy ya en desuso en casi todas las explotaciones, utilizaba en el aporte de concentrados normalmente cereal procesado.

Era frecuente que se tratara de uno o dos cereales (cebada, maíz) en distinta proporción. El procesado del grano se limitaba a ser una molturación con frecuencia grosera (Ø tamiz 4-6 mm.).

La primera evolución que sufrió este sistema fue la incorporación de otras materias primas a la mezcla con diferentes objetivos:

- Harina de soja: Elevar el % proteína.
- Salvado de trigo: Favorecer la Rumia.
- Minerales: Suplementar calcio y fósforo.
- Correctores: Suplementar oligoelementos y vitaminas.

Este último paso es hoy de todos conocido y todavía se encuentran mezclas hechas a nivel de granja o pequeñas fábricas con esta filosofía.

Los cereales a pesar de la evolución siempre venían a representar la mayor inclusión de esta mezcla final y con frecuencia alcanzaban niveles mínimos del 50%.

Siguiendo una evolución histórica y generalizando mucho se podría afirmar que el empleo de productos semiconcen-

trados (pulpa remolacha, cebadilla, gluten de maíz y otros) vino posteriormente. Estas materias primas empleadas por su aporte energético principalmente lo hacían por su contenido en pared celular ya que sus niveles de almidón no son altos.

De alguna forma esto supuso una cierta competencia para los cereales pero a pesar de todo, las raciones de VL. y especialmente en alta producción seguían incorporando cereales.

Las mezclas de materias primas que venían de fábricas de pienso comenzaron a generalizar su empleo bajo forma de gránulos (Ø 3-8 mm)

En estas mezclas el cereal ya no solamente había sido molido (Ø 2,5-3 mm) sino también habían sufrido el proceso de granulación:

- Adición de vapor (Humedad en la harina 16-18%).
- Calentamiento de la harina (50-70°C).
- Fricción por matriz y rodillos.
- Enfriado del gránulo a temperatura ambiente.

Los efectos beneficiosos de este proceso de todos son conocidos ya que se mejora la homogeneidad del producto, su digestibilidad, su nivel microbiológico y en síntesis su efectividad para producir leche.

En los últimos 10 años se ha observado una evolución creciente al sistema de distribución de la ración haciéndose en conjunto la aportación de forrajes y concentrados (sistema unifeed).

Paralelamente también se han desarrollado sistemas selectivos de distribución de concentrados a través del sistema de collares de Acceso Restringido a comedero con pienso concentrado (DAC).

En el tema que nos ocupa la introducción de cereales a la ración total no ha sufrido alteración cuando ésta se hacía a través de piensos peletizados pero sí cuando se hacía incorporando directamente los cereales tan sólo molturados.

Esto último ha supuesto una regresión sobre lo que en ocasiones con anterioridad se hacía, ya que el cereal no se trataba con presión ni temperatura.

El proceso de granulación también ha sufrido una evolución notoria en la década de los 90.

La aparición del proceso de expandido a principios de los 90 supuso dar un tratamiento más agresivo a los piensos ya que por incorporación del vapor y de la fricción a la que se somete a las materias primas de la mezcla, la temperatura que se alcanza puede estar entre los 85 - 95° C y elevación de presión.

* Grupo Leche Pascual. Ponencia presentada en las IV Jornadas Técnicas del Vacuno Lechero organizadas por Grupo Leche Pascual. Aranda de Duero. (Burgos) 28-29 enero de 2000.

Como consecuencia de esto se producía una expansión del producto debido a la gelatinización parcial del almidón.

Normalmente los productos expandidos se granulan posteriormente para mejorar su manejo y distribución.

Posterior al expandido la tecnología de fabricación de alimentos compuestos ha desarrollado otros equipos pero siempre con la filosofía de acondicionar mejor las harinas antes de la compactación, hoy hay equipos disponibles como:

- TMC: Expander de cañón corto con incorporación de vapor y líquidos en mezclador previo al expandido.

- Acondicionador y friccionador de anillos:

Sistema desarrollado para poder incorporar elevado contenido de líquidos y vapor para posteriormente friccionar la masa a través de unos anillos de reducción.

Estos dos procesos tienen un efecto sobre la composición nutricional del producto tratado (pienso compuesto).

El aumento de temperatura y presión por la adición del vapor y la fricción mecánica influyen sobre:

a) Almidón: Ejerciendo una gelatiniza-

Fig. 1. Evolución histórica del empleo de cereales en V.L. según procesado y forma de suministro.	
I. Distribución racionada en sala de ordeño	
• Cereal molido • Cereal y otras materias primas molidas (pienso harina) • Cereal y otras molido y granulado (pienso gránulo)	
II. Distribución UNIFEED	
• Cereal molido y mezclado en el Unifeed • Cereal incluido en pienso granulado y mezclado en el Unifeed. • Cereal procesado por calor, presión y fricción. - Extrusionado - Expandido - Tostado - Aplastado - Copos (vapor y aplastado) Incorporados directamente al Unifeed • Cereal procesado por calor, presión y fricción incorporando en pienso completo granulado para su incorporación el Unifeed.	
III. Distribución selectiva (Individualizada)	
• Mezcla de cereal y otras Materias primas procesadas en conjunto por calor, presión y fricción (extrusión o expansión). Presentación externa = Croquetas o gránulos.	

ción parcial.

b) Proteínas: Disminuyendo su degradabilidad ruminal.

En la Fig. 1 se recoge una síntesis de la evolución histórica sufrida por el procesamiento de los cereales y las formas de suministro a Vacas de leche.

III .EFECTO NUTRICIONAL Y RIESGO DE EMPLEO

El aporte de nutrientes de los cereales

para las VL no sólo se limita al almidón sino también es de interés su aporte de proteína, grasa y minerales.

A pesar de ello el aporte de almidón cobra especial interés en las VL ya que es sustrato de fermentación para ciertas bacterias ruminales (*Streptococcus bovis*, *Selenomonas ruminantium*, *Bacteroides amylophilus* y diversos lactobacilos)

El almidón es hidrolizado a glucosa por las amilasas y carbohidrasas de bacte-

Utilización de cereales procesados

rias ruminales.

La fermentación de azúcares produce ácido propiónico en proporción superior que las fermentaciones a partir de celulosa o hemicelulosa que favorecen más la formación de ácido acético.

Los excesos de almidón en la ración es sabido producen problemas de acidosis (ph ruminal < 6), esto se debe a una acumulación de ácido láctico en el rumen debido a un desequilibrio entre la flora utilizadora de dicho ácido y la productora.

La acidosis conlleva problemas asociados como:

- Reducción del consumo.
- Descenso del nivel de fermentación de la fibra.
- Desequilibrio en la producción de ácidos grasos volátiles.
- Descenso de producción y calidad de la leche.
- Problemas metabólicos.

De todas estas observaciones se deduce que el empleo de cereales aún siendo de gran interés debe ser cuidado, de forma que no se produzcan desequilibrios a la fermentación ruminal de los mismos.

Evidentemente existen diferentes estrategias nutricionales para evitar trastornos.

- Empleo de tampones.
- Elevar niveles de fibra digestible.
- Distribución unifed.

IV.-DIGESTIBILIDAD DEL ALMIDÓN SEGÚN EL TIPO DE CEREAL

El almidón en el cereal está presente en forma de gránulos envueltos por una matriz proteica.

Los microorganismos ruminales primero atacan dicha matriz proteica para

estriba en el lugar de digestión de su almidón.

Esto induce a pensar que una combinación en sus niveles de empleo puede ser recomendable.

El funcionamiento de la fermentación ruminal no sólo debe observarse por la velocidad de degradación del almidón sino también por la degradación de las proteínas presentes en la ración total.

Un exceso de almidón fermentescible si no va acompañado de un ratio de proteína de alta degradabilidad no maximizará la formación de proteína microbiana, y por tanto no se logrará un rendimiento máximo del funcionamiento ruminal que siempre debe ser el objetivo de la alimentación de vacas de leche de alta producción.

V.- NECESIDAD DEL PROCESADO DE CEREALES

El suministro de granos de cereales sin procesar o enteros a las vacas de leche es sabido que no es aconsejable. Sin embargo esta práctica se hace sobre el ovino sin que se produzcan trastornos digestivos.

La diferencia no estriba en la capacidad de masticación de ambas especies sino en la diferencia de diámetro del orificio Reticulo-omasal. En el vacuno es suficientemente grande para que los granos pasen.

En el ovino esto no ocurre, los granos no escapan por dicho orificio.

Los granos del cereal que no hayan sido partidos durante la masticación serán durante la rumia fragmentados.

Estas consideraciones obligan a procesar el cereal cuando se administra al vacuno de leche.

La forma habitual como se expuso

	Proteínas solubles	Proteínas de Reserva	% Degrad. Proteína
Maíz y Sorgo	+	++	40-50
Trigo y Cebada	++	+	70-80

posteriormente hidrolizar el almidón. La primera acción condiciona el rendimiento de la segunda.

Los cereales difieren entre sí en cuanto a las proporciones de diferentes tipos de proteína.

Esta diferencia en el tipo de proteínas hace que el almidón de trigo y cebada tengan una fermentación más rápida y extensiva que sorgo y maíz.

El almidón que no se fermenta en el rumen pasa a intestino donde se digiere por las amilasas pancreáticas, absorbiéndose a continuación.

La digestibilidad total (rumen e intestino) del almidón acaba siendo muy similar en cereales como cebada y maíz.

La diferencia entre estos dos cereales

anteriormente ha sido la molturación.

Este proceso permite romper las células del endospermo lo cual facilita el ataque de la flora ruminal.

A pesar de ello la molturación no consigue liberar el almidón de la matriz proteica que lo recubre, especialmente si la molienda es gruesa.

Los tratamientos térmicos y de presión consiguen no solamente liberar el almidón de su envoltura proteica sino también consiguen gelatinizar el almidón.

La gelatinización es la ruptura de los puentes de hidrógeno entre cadenas de glucosa.

El efecto más claro que se observa cuando un cereal ha sido gelatinizado

total o parcialmente es que se expande, disminuyendo considerablemente su densidad.

Es fácil relacionar de forma proporcional el grado de gelatinización con la disminución de densidad.

Estos procesos aportan al grano un aumento de energía por calor, fricción mecánica y en ocasiones aumento de presión. Estos aportes energéticos en combinación con el nivel de humedad del producto en tratamiento resultan arrojar diferentes niveles de gelatinización. Así por ejemplo se puede conseguir igual grado de gelatinización en maíz con:

100-120°C y 20% humedad que con 115-130°C y 10% humedad.

Esta es la razón por la que la mayor parte de estos procesos humedecen el grano normalmente con vapor antes o durante el tratamiento térmico.

El almidón del cereal procesado aumenta con su coeficiente de digestibilidad en el rumen frente a los cereales simplemente molturados.

Este efecto se observa de forma más acentuada en los cereales vítreos como maíz y sorgo y en cambio no es tan notorio en los cereales blancos (cebada y trigo).

Con independencia del tratamiento que se emplee sobre el cereal, el almidón no degradado en rumen, alcanza el intestino delgado donde por acción de las amilasas pancreáticas se hidroliza a glucosa.

Si alguna fracción escapa de esta acción en el intestino grueso acabaría fermentando por la flora allí presente.

En casi todos los granos de cereales, el coeficiente de digestibilidad (CD) total es superior al 90%.

En cereales vítreos como sorgo y maíz existen muchos estudios elaborados por investigadores de la Universidad de Arizona, Tucson, que demuestran que los procesos térmicos elevan aún más el CD de los mismos.

En la Fig. 2 se observa el efecto del procesamiento sobre distintos cereales sobre el CD tanto en rumen como en

Fig. 2. Influencia del procesamiento de cereales sobre el C.D. del almidón (De Blas. 1995)

Cereal	% C.D.		
	Rumen	Int. Delgado	Total
Maíz Molido	49,1	43,6	92,7
Maíz Copos	82,8	15,6	97,8
Sorgo Molido	47,6	35,3	82,9
Sorgo Copos	73,7	24,0	97,7
Cebada Molido	93,0	6,0	99,0
Cebada Aplastada	77,3	18,9	96,2

intestino delgado.

VI. TIPOS DE TRATAMIENTO DE PROCESO

Utilización de cereales procesados

La ración de una vaca de leche de alta producción siempre habla de incluir un % considerable de forraje así como una complementación de semiconcentrados y concentrados.

El tratamiento térmico de proceso puede hacerse sólo sobre el cereal o sobre una mezcla de concentrados (pienso compuesto).

La decisión de empleo dependerá de diversidad de circunstancias y en este capítulo se pretende aportar datos de interés para facilitar su capacidad de elección.

De entrada hay que distinguir que si el tratamiento térmico se hace sólo sobre un cereal el resto de los concentrados no se ven influenciados por el efecto del tratamiento. Por el contrario si el tratamiento se hace sobre la totalidad o una fracción importante de la mezcla de concentrado, el proceso no sólo afectará al almidón de los cereales si no también ejercerá su influencia sobre el resto de componentes (degradabilidad ruminal de la proteína).

6.1. Tratamiento del cereal

6.1.1. Extrusión:

Este proceso combina el aporte de energía por adición de vapor con la fricción que el producto sufre al desplazarse en el interior de la cámara de proceso, al ser empujado por un eje macizo albergado en su interior.

El producto no sólo sufre un incremento de temperatura sino también de presión en un espacio corto de tiempo (15-20 segundos).

Este aporte de energía unido a la depresión que se produce al salir el cereal de la cámara de proceso (presión 120 bar) a presión atmosférica hace que el producto expanda.

Un cereal extrusionado pasa a tener un peso específico del 60% de su peso específico original.

Este proceso es de gran efectividad en la gelatinización del almidón, así como en la reducción de la degradabilidad de la proteína del cereal.

En la literatura aparecen resultados diversos de su aplicación.

Shabi (1999) en un ensayo realizado en Israel, no encontró respuesta al empleo de maíz extrusionado en sustitución de maíz molido debido a que según el diseño experimental y la forma de aplicación se redujo el nivel de ingestión en el lote alimentado con maíz extrusionado. A pesar de ello se consiguió con el maíz extrusionado una mejor eficiencia en la producción de leche así como de síntesis de proteína.

Titgneyer (1997) de la Universidad de Kansas en un ensayo con V.L. consiguió

mejorar los rendimientos productivos (Fig.3) al sustituir la fracción de cereal (sorgo) de la ración (al 27% S.S.) molido por extrusionado.

6.1.2 Molturación seca con rodillos.

Fig. 3 Efecto de sustitución de sorgo molido por extrusionado en ración de V.L. al 27% S.S. (Titgneyer. 1997)

Parámetro	% Mejora
Producción de leche	3
Rendimiento en proteína	4
Eficiencia de producción	7

Este tratamiento es una alternativa a la molturación convencional por martillos.

En Estados Unidos este proceso se emplea en ocasiones para cereal empleado directamente sobre el carro mezclador en raciones unifeed.

Su efectividad no es alta por dos motivos, no hay adición de calor externo y la granulometría debe de cuidarse mucho para favorecer la degradabilidad del almidón.

El peso específico variará entre 450-650 g/l para el maíz.

Cuanto más fina sea la molienda mayor exposición del almidón al ataque de la flora ruminal.

La no adición de calor no favorece la rotura de la envuelta proteica del almidón y por tanto no hay gelatinización.

6.1.3. Adición de vapor y laminado (Steam Rolling)

El cereal se somete a una adición de vapor corta (15 minutos) hasta alcanzar niveles de humedad del 15%.

Posteriormente se pasa por un molino laminador (rodillos) y se produce un aplastado obteniéndose un copo con densidades variables (430-540 g/l en maíz).

Este proceso incorpora una adición de calor con el vapor y se produce un cierto grado de gelatinización. Este será mayor cuanto menos denso sea el copo.

En este proceso la clave es un buen control de los parámetros de producción para conseguir un producto de calidad y valor nutricional constante.

Existen infinidad de trabajos publicados en la literatura científica y casi todos

muestran ventajas en el procesado de sorgo y maíz pero los resultados son menos consistentes en cebada y trigo posiblemente por lo expuesto anteriormente.

Canadá por ser uno de los principales exportadores mundiales de cebada financia gran cantidad de trabajos en la utilización de este cereal en vacas de leche.

Al ser la cebada el principal cereal disponible en nuestro país resultan de gran interés estos trabajos.

En un reciente ensayo presentado en el Dairy Science Meeting del 99 investigadores canadienses estudiaron los resultados sobre parámetros productivos de diferentes grados de procesamiento por "Vapor y laminado" en cebada, en raciones de V.L.

Se emplearon cuatro tratamientos distintos clasificados en:

Los resultados se recogen en la Fig. 4 y de ellos se interpreta que con raciones

		PE.(% PE. original del grano)	
G	Groser o	81 x 65	52
M	Medio	72,5 x 65	47
MF	Medio-Fino	64 x 65	40
F	Fino	55,5 x 65	35

equilibradas en fibra, el procesamiento de cebada al 65-70% de su peso específico original es el más adecuado en raciones de V.L.

6.1.4. Adición de Vapor copos (Steam Flaking)

Este proceso es similar al anterior pero más específico y por tanto de mejores resultados.

Consiste en el tratamiento del cereal con vapor en un silo cilíndrico de inoxidable durante 30 a 60 minutos hasta que alcanza una humedad del 18-20%. A la salida del silo el cereal ya parcialmente inflado se hace pasar por un molino laminador con dos pares de rodillos de giro invertido. Dichos rodillos están precalentados para ejercer una adición de energía por calor además de la que aporta la propia fricción.

Este proceso se emplea principalmente sobre maíz y sorgo siendo muy extendi-

Fig.4 Efecto del grado de proceso de adición de vapor y laminado sobre cebada en raciones de V. Leche (Yang 1999)

PE	SS (Kg/día)	Prod. Leche (Kg/día)	Producción Grasa Lactosa	Prod. Proteína
81% PEO	18,7	25,6	-	+
72% PEO	21,4	28,1	-	++
64% PEO	21,7	30,8	-	+++
55% PEO	20,1	29,0	-	++++
Sig. Estad.	(P<0,001)	(P<0,001)		(P<0,01)

Utilización de cereales procesados

Fig. 5 Energía Neta Lactación (NEL) de Maíz, Sorgo, según procesos en V.L. (Theurer, 1999)

Cereal	Referencia	PE	ENL (Mcal/kg)			
			Molturación Rodillos	Vapor Laminado	Vapor Copos	D (%)
Maíz	NRC (89)		1,84		2,04	11
Maíz	Chen (94)	50/36		2,07	2,17	18
Maíz	Plasencia (96)	32/38			2,44	33
Sorgo	NRC (89)		1,84			
	Theurer (91)	36			2,08/2,16	13/17
	Chen (94)	36			2,14	16
	Simas (97)	36			2,21	20

do su uso en alimentación de vacas de leche en la zona Oeste y Suroeste de los EE.UU.

En el caso del maíz los copos resultantes, resultan traer densidades entre 300-390 g/litro.

Al igual que antes se mencionaba una menor densidad implica un mayor valor de gelatinización y supuestamente un mayor valor de digestibilidad de almidón en rumen del grano (Fig.1).

Theurer y Col. de la Universidad de Arizona, Tucson, son el grupo que más ha investigado sobre este tipo de procesado de cereales y su aplicación no sólo en V.L. sino también en cebo de terneros en los grandes Feedlots del Medio-oeste Americano. Existe gran número de publicaciones en los últimos 10 años con resultados muy coincidentes en las mejoras conseguidas con el tratamiento de maíz y sorgo frente a su empleo tras una simple molturación.

En la Fig. 5 se recogen las propuestas de diferentes investigadores americanos al valor energético (ENL) a aplicar a los cereales según el proceso al que se sometan.

Como referencia se toma el valor recomendado por el NRC-89 para el maíz tostado con vapor y laminado a copos, que es de 2,04 Mcal/kg s.s. de ENL (Energía neta lactación).

En la Fig. 6 Theurer (1999) en una reciente revisión del los trabajos de los últimos 10 años hace una propuesta para la futura valoración que el NRC debería hacer en su próxima edición.

Hay que resaltar que con el criterio actual (NRC-89) el procesamiento por vapor y copos del maíz se considera mejora la ENL en casi un 11%.

La propuesta para la futura revisión es de una mejora del 18% en maíz y casi del 17% en sorgo.

Para la cebada, Zinn (Universidad de California, Davis) propone un incremento de ENL cuando se procese de un 12% cuando se trata de copos de 200 g/litro.

Ray Hinders, consultor-nutricionista privado en la zona de California apunta

en una publicación del 96, el extendido uso de maíz y sorgo procesados por este tratamiento. La mayor incertidumbre del empleo es la variabilidad de calidad de este tipo de materias que el ganadero emplea directamente pero no siempre dispone de los conocimientos ni de los medios técnicos para saber si el sobrecoste que está pagando por el tratamiento del cereal realmente va a ser efectivo.

Se ha comentado que el grado de gelatinización puede correlacionarse con la densidad del copo, pero hay otros factores que pueden inducir negativamente en el valor nutricional del producto (ENL, RUP ...etc.) como son:

- * Humedad
- * Sobretostado
- * Microbiología ... etc.

6.2 Tratamiento de Pienso Completo

6.2.3. Granulación

La mezcla de materias primas una vez molidas finas (Ø 2,5 - 3 mm.) se acondicionan por adición de vapor hasta que la harina alcanza un 16-18% de humedad. Posteriormente la harina atraviesa la matriz presionada por los rodillos y se compacta a su salida en forma de gránulos.

Este tratamiento ofrece ventajas conocidas en todas las especies como:

- Mejora de digestibilidad almidón (10-20%).
- Mayor homogeneidad del producto.
- Mejora microbiológica.

Facilidad de manejo y distribución.

Es difícil calcular la mejora energética

que en un alimento para V.L. supone la granulación, pero no hay que olvidar que en otras especies como monogástricos e incluso cebo de terneros, este proceso ofrece mejoras en los Índices de Conversión entre el 3 -6%.

En la Fig. 7 se recoge los efectos sobre almidón y proteína de diferentes procesos tecnológicos aplicados en un pienso compuesto de Vacas de leche en un estudio realizado en Wageningen (Holanda).

6.2.4. Expandido

En este proceso la harina de materias primas mezcladas se pasa a través del expander, que es un tubo cilíndrico con un tornillo interior que gira y hace que el producto friccion con el interior de la camisa.

En la fase primera se adiciona vapor y otros líquidos que va luego amasándose con la harina hasta alcanzar la salida en donde hay una restricción mecánica por medio de una cabeza de compresión de apertura regulable.

La expansión se produce por la depresión al salir el producto del interior del expander.

Este equipo no puede dar forma al producto a su salida por lo que es frecuente que luego pase por granulación y el producto final se presente como un gránulo.

La temperatura alcanzada a la salida puede ser de 90 -110°C y la presión bajar de 60 bar. en el interior a la atmosférica en su salida.

Este proceso tecnológico tiene un efecto no sólo físico sobre el producto

Fig. 6 Propuesta de Revisión Valores ENL, futuro NRC (Theurer, 1999)

			ENL (Mcal/Kg)	(D%)
MAÍZ	Molido		1,84	
	Vapor/copos	NRC-89: NRC-2000:	2,04 2,17	10,8 18,0
SORGO	Molido		1,84	
	Vapor/copos	NRC-89: NRC-2000:	- 2,15	 16,8

sino también una cierta modificación nutricional del pienso posiblemente debida a la gelatinización parcial del almidón así como a la modificación de la degradabilidad de su proteína (Fig. 7).

Fig. 7 Influencia de diferentes procesos tecnológicos aplicados a un pienso de V.L. En harina, sobre degradabilidad de proteína y almidón (Goelema. 1996)

	Harina	Granulado	Expandido	Exp. + Granul.
Almidón By-Pass	36,9	28,0	23,5	18,1
Proteína By-Pass	37,6	33,9	32,4	31,9

Utilización de cereales procesados

Los resultados obtenidos sobre la degradabilidad del almidón son los esperados, ya que cuanto más agresivo es el proceso, mayor es su degradabilidad (bajo valor by-pass).

En lo referente a la acción sobre la degradabilidad de la proteína no se encontró una relación lineal entre agresividad del tratamiento y el aporte de proteína By-pass (no degradable) en el estudio reflejado en Fig 7.

6.2.5 Extrusión

Este proceso es el más extendido en piensos compuestos para especies con poca capacidad de digerir almidón como es el caso de perros y gatos. Esto demuestra que es un proceso de gran efectividad para gelatinizar el almidón.

Además de esto aporta diversas ventajas que mejoran el valor nutricional del producto.

- Total gelatinización del almidón.
- Posibilidad de incorporar altos niveles de grasa.
- Reduce la humedad del producto final.

- Esteriliza totalmente el producto.
- Alta palatabilidad.
- Descenso del nivel de degradabilidad de la fracción proteína.

Este proceso tiene un inconveniente y es que se trata del de mayor coste de proceso ya que es el de mayor consumo energético, además de precisarse un equipo de proceso también de alto coste.

Su aplicación a vacas de leche se centra en el tratamiento de productos especiales normalmente empleados en fases críticas como:

- Parto.
- Inicio de lactación.
- Pico de lactación.

Normalmente se trata de productos concentrados con alto contenido en proteína no degradable, grasa y almidón gelatinizado.

Los resultados de empleo son de gran efectividad, lo cual no excluye que su decisión de empleo no debe acompañarse de un análisis económico de su coste de utilización y del aumento de resultados obtenidos.

VII. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El procesado térmico y de presión es hoy indispensable en el tratamiento de parte de la fracción de cereales que se emplean en las raciones de V.L. de alta producción.

Esto se hace necesario ya que las elevadas demandas nutricionales que se deriva del potencial genético hacen que se precisen raciones de elevada densidad

nutricional.

La concentración energética siempre es factor límite en la ración debido a su relación con:

- Capacidad de ingestión.
- Coste económico.
- Riesgo de trastornos metabólicos.

El tratamiento térmico y de presión de los cereales es un arma para poder emplear raciones de mayor densidad energética y de más seguridad que cuando se emplean cereales exclusivamente molidos.

El racionamiento no debe olvidar a la hora de emplear cereales tratados los siguientes aspectos:

1. Emplear formas tratadas con buen control de calidad en proceso. (Riesgo de sobrevaloración energética).
2. La densidad es un buen índice del grado de gelatinización del cereal.
3. La modificación de nutrientes por el proceso (almidón y proteína) debe de considerarse para equilibrar bien la ración.
4. Si el proceso del cereal es eficaz y el racionamiento equilibrado, se puede conseguir:

- Maximizar la producción.
- Mejorar la eficiencia.

VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aquino-Ramos, J.L. (1996) Effects on milk protein content of acetate infusion into the duodenum in cows fed dry-rolled sorghum. J. of Dairy Sci...79, Suppl. 1
2. Chen, K.H. (1994) Effect of steam flaking of corn and sorghum grains on performance of lactating cows. J. Dairy Sci. 77:1038-1043
3. De Blas. et al. (1995) Utilización de cereales en dietas de vacuno lechero. FEDNA. 1995
4. Elorduy, D.A. (1996) Visceral and hepatic nitrogen (N) metabolism in lactating dairy cows fed steam-flaked (SF) or dry rolled (DR) sorghum grain diets. J. Dairy Sci. 79, Suppl. 1
5. Goelema, J.O. (1996) Effect of particle size, cold pelleting, steam pelleting and expander treatment on the rumen degradability of a compound feed for ruminants. J. Dairy Sci. 79, Suppl. 1
6. Hinders, R. (1996) Grain processing

methods offer maximum utilization by dairy cows. Feedstuffs, March 11, 1996

7. Miron, J. (1997) Digestibility by dairy cows of monosaccharide components in diets containing either ground sorghum or sorghum grain treated with sodium hydroxide. J. Dairy Sci. 80:144-151

8. Nussio, L.G. (1997) Complete lactation performance of dairy cows fed dry rolled (DR) of steam flaked (SF) sorghum at two NDF levels. J. Dairy Sci...80, Suppl. 1, P270

9. Oliveira, J.S. (1993) Influence of sorghum grain processing on performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 76:575-581

10. Robinson, P.H. (1994) Influence of flame roasting and feeding frequency of barley on performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 77:3631-3643

11. Sadik, M. (1996) Net absorption and hepatic metabolism of glucose and L-lactate in lactating dairy cows fed diets containing 40% steam-processed corn flaked at different densities. J. Dairy Sci. 79, Suppl. 1

12. Theurer, C.B. et al. (1999) Summary of steam flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 82:1950-1959

13. Titgemeyer, C.E. (1997) Effect of processed grain sorghum and expeller soybean meal on performance of lactating cows. J. Dairy Sci. 80:714-721

14. Varga, Lyskos (1995) Effects of processing method on degradation characteristics of protein and carbohydrate sources in situ. 78:1789 Frisona Española.

15. Weurding, E. et al. (1998) Processing alters starch degradation in dairy feeds. Feed Tech., Volume 2, Number 5.

16. Yang, W.Z. et al. (1999) Effects of barley grain processing on digestion and milk production of lactating cows. J. Dairy Sci., Vol. 82, Suppl. 1, P326

17. Zinn R.A. (1995) Influence of steam-processing of corn and barley on nutrient utilization in cattle. California Nutrition Conference, 1995.

