

TAMAÑO DE PARTÍCULA Y FIBRA EFECTIVA EN LA DIETA DE LAS VACAS LECHERAS

Contents

1 Introducción

2 Las vacas, la fermentación en el rumen y la fibra efectiva

3 Consumo recomendado de fibra

4 Otros factores que afectan el tamaño de partícula

5 Evaluación del tamaño de partícula

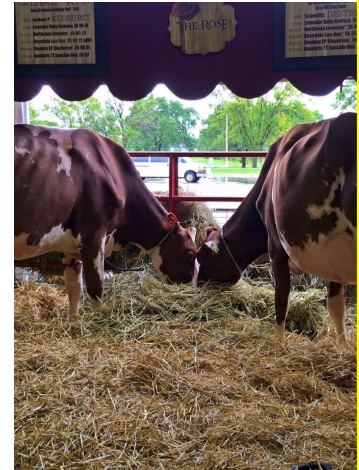
6 Consecuencias de un contenido de fibra efectivo inadecuado en la dieta

7 Recomendaciones

8 Referencias

9 Tablas

10 Autores



Introducción

Cuando la vaca pastorea o ingiere forraje picado la masticación inicial es limitada completándose más tarde durante el período de la rumia.

La rumia es el proceso por el cual los contenidos del rumen son completamente mezclados y adónde las partículas más grandes y menos digeridas son re-dirigidas hacia arriba, regurgitadas, masticadas y tragadas nuevamente. Este proceso se repite una y otra vez hasta que las partículas alcanzan un tamaño lo suficientemente pequeño y un área de superficie relativamente grande que permite a las bacterias y protozoarios del rumen digerirlas más eficientemente. Llegado el momento las partículas de alimento abandonan el retículo-rumen y entran al omaso en su ruta hacia el estómago verdadero, el abomaso.

Además de fraccionar el forraje en partículas más pequeñas, la masticación estimula la producción de saliva rica en bicarbonato. La saliva es esencial para neutralizar la acidez que resulta de los ácidos grasos volátiles producidos de forma continua por los microbios del rumen.

Los carbohidratos estructurales (la “fibra” del forraje) suministran el estímulo físico para el inicio de la rumia y juegan por lo tanto un papel importante en el mantenimiento de la integridad y funcionamiento del rumen. Las partículas de forraje están recubiertas por una cutícula en toda su superficie con excepción de los extremos adónde fueron cortadas. En el campo está cutícula protege a las hojas y los tallos de las pérdidas excesivas de humedad y de la entrada de diversos agentes infecciosos. Las superficies recubiertas con la cutícula son maceradas durante la rumia, lo que permite a los microbios del rumen colonizar el contenido digestible de las células vegetales.

Sin embargo cuando el tamaño de partícula de la dieta es demasiado pequeño, la capacidad de rumiar se altera, lo que disminuye la capacidad de neutralizar la acidez y la motilidad del rumen. Esto puede resultar en problemas metabólicos asociados

Las vacas, la fermentación en el rumen y la fibra efectiva

Las mejoras genéticas en la producción de leche han ido de la mano con el desafío nutricional de la vaca lechera.

En dietas basadas en forrajes la energía tiende a ser diluida. En consecuencia las dietas han cambiado—de aquellas basadas en forrajes en el pasado a las del presente con una mayor densidad energética. La ingesta adecuada de nutrientes ha sido posible gracias al picado del forraje y la inclusión de concentrados y subproductos.

Como resultado de estos cambios los nutricionistas han debido recurrir al uso de aditivos para estabilizar las condiciones del rumen. El bicarbonato de sodio, el óxido de magnesio, y el sesquicarbonato de sodio se han usado solos o en combinación para amortiguar el pH ruminal, cuando se suministran a las dietas de las vacas lecheras con una alta relación grano-concentrado.

La adición de buffers por sí misma no resuelve la disminución de la motilidad observada cuando el tamaño de partícula es insuficiente en las dietas del ganado lechero. La motilidad son las ondas sucesivas de contracción de la pared ruminal que mezclan el alimento, ayudan en la eructación y envían el alimento hacia los otros compartimientos del aparato digestivo.

¿Cuál sería entonces el tipo y el tamaño adecuado de fibra que mantendría la integridad y funcionalidad del rumen sin la necesidad de agregar buffers? La respuesta debe considerar dos aspectos de la fisiología ruminal estrechamente interrelacionados: el pH y la motilidad.

Algunas fibras fermentables, tales como las de las cáscaras de soja y la pulpa de remolacha, poseen algunas de las características de la fibra efectiva, modifican el patrón de fermentación ruminal, aumentan la concentración de ácido acético, no acidifican de forma excesiva el pH del rumen y promueven la producción de grasa de la leche. Sin embargo este tipo de fibra no posee la efectividad que resulta del estímulo físico de “rascado ruminal” necesario para promover la rumia. Es posible entonces que se reduzca la regurgitación del bolo de alimento o la eructación de gas y que disminuya la neutralización de la acidez del contenido ruminal al reducirse la producción de saliva. Aún así las cáscaras de soja y la pulpa de remolacha son alimentos excelentes para las vacas lecheras.

Cuando el pH del rumen cae por debajo de 6 se deprime el crecimiento de las bacterias encargadas de fermentar la fibra, aumenta el número de bacterias que producen ácido propiónico y cae el porcentaje de grasa de la leche.

El porcentaje de proteína de la leche por lo general aumenta lo que crea una inversión de las concentraciones de grasa y proteína en la leche (la concentración de proteína en la leche iguala o supera la concentración de grasa). Esta inversión puede ser un signo de alerta para el posible desarrollo de acidosis y laminitis que resultan en cojeras.

La concentración en fibra detergente neutro (NDF) no se relaciona muy bien con la “efectividad de la fibra.” Lo que importa en realidad no es el porcentaje de NDF de la dieta, sino el tamaño de la partícula del forraje del que proviene ese NDF.

Una reducción en el tamaño de partícula también compromete la formación del filtro de forraje ruminal. Las partículas de forraje forman un “filtro ruminal” que disminuye la velocidad de tránsito de las partículas a través del rumen lo suficiente como para que sean degradadas por los

microorganismos. En ausencia de un “filtro adecuado” el tiempo de retención ruminal disminuye, así como también la digestibilidad total de la dieta. La razón por la cual el desempeño del animal a menudo no se ve afectado por la disminución en la digestibilidad es porque el consumo de alimento aumenta lo que compensa la disminución en la digestibilidad.

Consumo recomendado de fibra

La investigación sugiere que las vacas consumen una cantidad máxima de NDF cercana al 1.2% del peso corporal, lo cual ha sido denominado efecto de “llenado” y es regulado por la distensión del rumen. Una vaca de 1,350 libras de peso consumirá entonces 16 libras de NDF o aproximadamente 50 libras de materia seca de una dieta que contiene 32% de NDF. Cuando sólo el NDF del forraje es considerado, el límite para el llenado ruminal parece ser algo más bajo ubicándose entre el 0.75 y el 1.1% del peso corporal.

El consumo de forrajes maduros de alta concentración en fibra es limitado cuando se lo compara con forrajes ofrecidos en estado vegetativo temprano. La disminución en el tamaño de la partícula de forraje puede modificar esta regla hasta cierto punto, ya que permite una salida más rápida del alimento del rumen y el reinicio más rápido del consumo.

Sin embargo, si se pica muy pequeño el forraje o la ración total se debería usar un mínimo de consumo de NDF mayor al 0.85% del peso vivo. Para poder sostener altos niveles de producción de leche cuando disminuye el NDF de la dieta, es necesario aumentar la cantidad de NDF del forraje al tiempo que suministrar más carbohidratos no fibrosos (Tabla 1).

El desafío con vacas lecheras de alta producción es el compromiso entre la necesidad de dietas ricas en energía pero que también suministren suficiente fibra efectiva. Un ejemplo de este tipo de contradicción es la necesidad de incluir paja u otros residuos fibrosos para así balancear raciones que incluyan forrajes de alta digestibilidad.

Otros factores que afectan el tamaño de partícula

Hay veces en que el manejo de la alimentación impide que aún vacas a las que se da una dieta adecuadamente formulada produzcan leche de acuerdo a su potencial. Las raciones pueden parecer muy bien formuladas en el papel pero como se suele decir, existen tres raciones: una formulada en el papel, otra que se le da a las vacas, y una tercera que es la que en realidad comen las vacas.

La formulación de una ración es tan adecuada como preciso sea el análisis de los nutrientes contenidos en los alimentos que la componen. La humedad, la proteína y la fibra así como otros nutrientes van a variar para un mismo forraje cuando se lo cosecha de distintas parcelas o aún cuando la cosecha se retrasa unos pocos días.

Un mezclado inadecuado puede tener un impacto en el tamaño de partícula aún cuando la ración esté bien formulada y los alimentos se analicen y pesen en forma precisa. El pesado, la secuencia en el cargado, la entrega de los ingredientes, y el diseño de la mezcladora pueden todos tener efecto sobre la homogeneidad de la ración. Un mezclado insuficiente puede resultar en una distribución despareja de las partículas de alimento en la dieta total. Un mezclado excesivo puede tener resultados similares dependiendo del tipo de mezcladora usada y puede disminuir aún más el tamaño de partícula.

Las variaciones en el contenido de humedad pueden afectar el mezclado y aumentar la selectividad del alimento por parte de las vacas una vez que es descargado en el comedero. En particular las raciones más secas son más susceptibles a la selección, lo que resulta en una disminución en la homogeneidad de la ración consumida. El espacio de comedero juega un papel muy importante en las características de la dieta que las vacas van a comer. La competencia en el

comedero lleva a un consumo desparejo de materia seca así como a diferencias en la composición de la ración consumida por los animales.

Evaluación del tamaño de partícula

El evaluador del tamaño de partícula de Penn State ha sido probado como una buena herramienta de campo para determinar el tamaño de partícula. El separador original de partículas de Penn State contenía dos bandejas perforadas intermedias y una en la base sin agujerear. En un modelo más reciente se agregó una tercer bandeja perforada antes de la última (Heinrichs and Kononoff, 2002).

La primer bandeja perforada retiene las partículas mayores de 0.75 pulgadas. Estas partículas son aquellas que forman el filtro ruminal de forraje y las que tienen mayor efecto en estimular la rumia. La segunda bandeja separa las partículas que miden entre 0.75 y 0.31 pulgadas, y que tienen una tasa moderada de digestión y flujo fuera del rumen. La tercer bandeja separa las partículas que miden entre 0.31 y 0.07 pulgadas. Esta bandeja se agregó para caracterizar mejor las partículas de tamaño más pequeño. La última bandeja recoge las partículas remanentes, de menos de 0.07 pulgadas. Estas partículas son las que se digieren o salen más rápidamente del rumen.

Las recomendaciones para el tamaño de partícula depende de lo que se esté evaluando, por ejemplo forrajes o raciones totales (Tabla 2). Cuando el ensilaje de maíz es el único forraje en la ración, es recomendable un tamaño de partícula algo mayor. En este caso al menos 8% de las partículas de ensilaje de maíz deben ser retenidas en la bandeja perforada superior, mientras que si hay otros forrajes incluidos en la ración (tales como el heno de alfalfa), un mínimo de un 3% de las partículas de ensilaje de maíz en la bandeja perforada superior sería adecuado.

Si el ensilaje de maíz es procesado, el porcentaje retenido en la bandeja perforada superior puede aumentarse. La bandeja perforada media debería contener 45 a 65%, la bandeja perforada inferior 30 a 40%, y la última bandeja menos del 5% de las partículas del ensilaje de maíz.

El tamaño de partículas del ensilaje de alfalfa puede variar dependiendo del tipo y del uso de la maquinaria, la densidad del cultivo, y la materia seca del forraje. Las sugerencias actuales son 10 a 25% de las partículas en la bandeja perforada superior, 45 a 75% en la media, 20 a 30% en la baja, y menos del 5% en la última.

De las raciones totales mezcladas (TMR) para vacas lecheras de alta producción lo ideal es que del 2 al 8% de las partículas sean de más de 0.75 pulgadas (bandeja superior). Menos que eso podría llevar a problemas relacionados con poca fibra efectiva en la dieta, tales como disminución en la producción de grasa de la leche, desplazamiento de abomaso, acidosis, y cojeras.

Las bandejas media y baja deberían contener 30 a 50% de las partículas, mientras que la última debería tener no más del 20% (Tabla 2). Si se está usando el separador de solamente 3 bandejas, la penúltima y la última estarán combinadas.

Consecuencias de un contenido de fibra efectivo inadecuado en la dieta

El aumento del NDF aportado por el forraje de la dieta aumenta el pH del rumen como resultado de un aumento en la masticación y producción de saliva. Ha sido demostrado que a medida que el pH del rumen aumenta también lo hace la grasa de la leche. La investigación ha demostrado que con un pH ruminal superior a 6.0, el porcentaje de grasa de la leche en vacas Holstein era de 3.5 o superior. Lo mismo fue cierto cuando la fibra efectiva era igual o superior al 20% de la dieta (Tabla 3).

La medición del pH del rumen ha sido usada como una herramienta de diagnóstico. El único inconveniente de este método es que suministra una sola medición del pH en el tiempo sin

mostrar su evolución o cuanto tiempo estuvo el rumen sometido a condiciones de acidez (Fig 1). Normalmente el pH del rumen cae significativamente luego de las comidas y aumenta mientras que la vaca descansa y está rumiando. Si bien no es inusual que el pH del rumen caiga por debajo de 6.0 durante un periodo de tiempo durante el día, el pH promedio diario del rumen debe ser superior a 6.0. Si el pH ruminal permanece por debajo de 6.0 durante periodos de tiempo prolongados, esto puede resultar en acidosis subclínica y finalmente clínica.

Recomendaciones

Siempre que haya oportunidad verifique cuántos animales están rumiando en determinado momento. Las recomendaciones más recientes sugieren que aproximadamente el 50% del ganado debería estar masticando el bolo de alimento mientras están descansando.

Verifique también si hay cambios en el consumo de materia seca. Una caída brusca del mismo puede ser indicio de que algunas vacas no están comiendo debido al desarrollo de acidosis subclínica como resultado de un tamaño de partícula inadecuado o disminución de la fibra efectiva de la ración.

Observe con regularidad el estiércol para constatar su consistencia y la presencia de partículas de alimento no digeridas. Si existe un problema con la efectividad de la fibra va a haber vacas con excretas firmes y blandas en el mismo corral. Asegúrese de observar esas mismas vacas nuevamente al día siguiente para corroborar cualquier cambio en la consistencia del estiércol.

Otros signos de la presencia de acidosis son la presencia de burbujas en el estiércol y/o de moldes de mucosidad. Este mucus es segregado por el intestino para protegerse de la carga ácida que puede dañar su epitelio. Cuando sucede esto, el tamaño de partícula en el estiércol puede en realidad aumentar. Esto es el resultado de una fermentación ruminal inadecuada, que en consecuencia aumenta la tasa de pasaje de las partículas fuera del rumen y permite a aquellas más largas llegar intactas al intestino.

El suministro de fibra efectiva es crítico para mantener una función ruminal normal y la salud general del animal. Como resultado la producción de leche puede ser maximizada y el porcentaje de grasa de la leche no se va a deprimir. Si se reduce el tamaño de partícula de la dieta, el NDF del forraje de la dieta debería aumentarse.

Si bien la adición de buffers a la dieta puede aumentar el pH del rumen y mejorar la fermentación ruminal, no deben sustituir el mantenimiento de un tamaño adecuado de partícula en la dieta.

Referencias

Duffield, T., J.C. Plaizier, A. Fairfield, R. Bagg, G. Vessie, P. Dick, J. Wilson, J. Aramini, and B. McBride. 2004. Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 87:59-66.

Grant, R.J., V.F. Colenbrander, and D.R. Mertens. 1990. Milk fat depression in dairy cows: role of particle size of alfalfa hay. *J Dairy Sci* 73:1823-1833.

Heinrichs, J. and P. Kononoff. 2002. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator. Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension DAS 02-42.

National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7th rev ed. Natl Acad Sci. Washington, DC.

South Dakota State University, South Dakota counties, and U.S. Department of Agriculture cooperating. South Dakota State University is an Affirmative Action/Equal Opportunity Employer and offers all benefits, services, education, and employment opportunities without regard for race, color, creed, religion, national origin, ancestry, citizenship, age, gender, sexual orientation, disability, or Vietnam Era veteran status.

Tablas

Tabla 1. Fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y carbohidratos no fibrosos (NFC) recomendados para vacas de alta producción.

NDF (forraje)	NDF (dieta)	NFC (dieta)	ADF (dieta)
-----Mínimo-----		-----Máximo-----	
19	25	44	17
18	27	42	18
17	29	40	19
16	31	38	20
15	33	36	21
Fuente: NRC 2001			

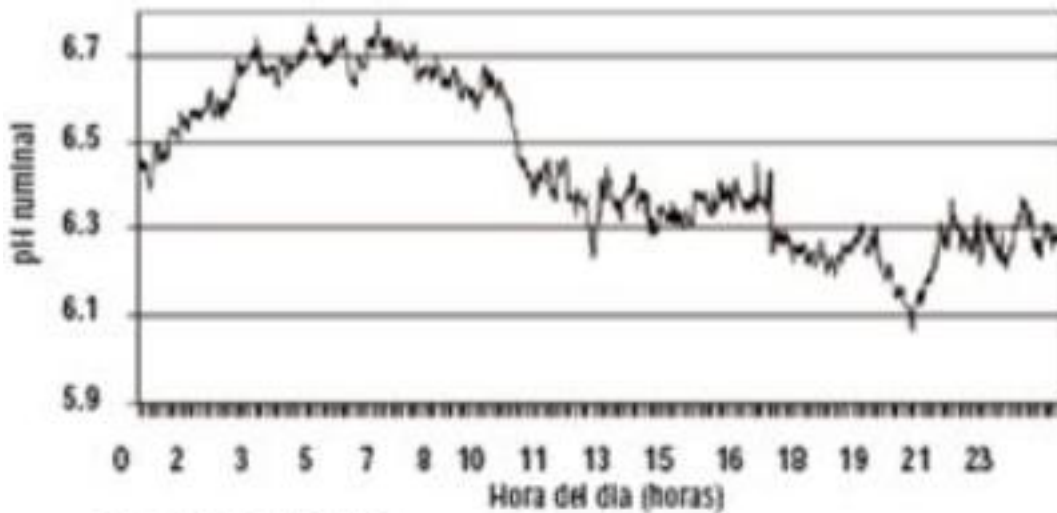
Tabla 2. Tamaño de partícula recomendado para forrajes y ración total (TMR).

	Ensilaje de maíz	Ensilaje de Alfalfa	TMR
Bandeja superior ¹ < 0.75 pulgadas	8% si es forraje único 3% si no es forraje único 10-15% si picado/achatado	10-15% en silo cerrado 15-25% si en silo trinchera	2-8%
Bandeja media ¹ 0.31 - 0.75 pulgadas	45-65%	45-75%	30- 50%
Bandeja inferior ¹ 0.07-0.31 inch	30-40%	20-30%	30- 50%
Ultima bandeja ¹	< 5%	< 5%	≤ 20%
¹ Porcentaje que queda en la bandeja			
Fuente: Heinrichs, J. and P. Kononoff, 2002.			

Tabla 3. Tamaño de partícula del forraje, pH ruminal y grasa de la leche.

	Fina	Media	Grosera
pH Ruminal	5.40	5.80	6.25
Acetato/propionato	2.08	3.20	3.89
Grasa de la leche	3.20	3.50	3.80
Fuente: Grant et al., 1990.			

Figure 1. Cambio en el pH ruminal en el curso del día.



Fuente: Duffield et al. 2004

Autores

Alvaro Garcia and Kenneth Kalscheur
Dairy Science Department
South Dakota State University

<http://articles.extension.org/pages/11502/tamao-de-partcula-y-fibra-efectiva-en-la-dieta-de-las-vacas-lecheras>