

## Frecuencia de suplementación y pH ruminal en bovinos

ARTÍCULO DE  
REVISIÓN



Luz Andrea Guevara-Garay<sup>1</sup>, Juan Carlos Gómez-Botero<sup>2</sup>, Luis Edwin Ávila-Londoño<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda, Colombia.

<sup>2</sup>Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Cali, Valle del Cauca, Colombia

<sup>3</sup>Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

landrea@utp.edu.co

(Recibido: marzo 30, 2012 aprobado: junio 14, 2012)

**RESUMEN:** El siguiente artículo realiza la revisión y análisis del efecto que tiene sobre el pH ruminal, el ofrecimiento del suplemento fraccionado en más de dos comidas en el día, e identifica los hallazgos de diferentes autores sobre la relación que hay entre el pH ruminal y el consumo de materia seca en bovinos. La inclusión de dietas ricas en carbohidratos no estructurales disminuyen el pH ruminal, esta disminución es más intensa cuando los carbohidratos son incluidos en gran volumen y en corto tiempo. No existe consistencia en las investigaciones sobre si la disminución del pH ruminal afecta el consumo de materia seca, se encontraron resultados contradictorios al respecto. El aumento en la frecuencia de alimentación ayuda a regular el pH ruminal, pero no tiene ningún efecto sobre el consumo voluntario en bovinos.

**Palabras clave:** ambiente ruminal, consumo de materia seca, técnicas de alimentación, vacas lactantes

### Supplementation Frequency and Ruminant pH in cattle

**ABSTRACT:** The following article carries out the review and analysis of the effect on the ruminal pH resulting to the offer fractional supplementation in more than two meals a day, and identifies the findings of different authors on the relationship between the ruminal pH and dry matter intake in cattle. The inclusion of non-structural carbohydrate-rich diets reduce the ruminal pH, decline that is more intense when the carbohydrates are included in great volume and in a short time. There is no consistency in research about whether the ruminal pH decrease affects dry matter intake; contradictory results were found in this respect. The increase in food frequency helps regulate the ruminal pH, but it has no effect on the voluntary intake in cattle.

**Key words:** ambient ruminal, consumption of dry matter, feeding techniques, lactating cows.

## Introducción

Las empresas ganaderas productoras de leche en Colombia, se enfrentan al reto de alcanzar una producción óptima y rentable (FEDEGAN, 2006; Ministerio de la Protección Social, 2006; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2007; Mojica, 2007), esta depende, en gran medida, de lograr que los animales con alta genética aprovechen eficientemente el alimento ofrecido.

Uno de los mayores retos nutricionales es maximizar el consumo voluntario, el cual, está influenciado por múltiples factores, entre los que se encuentra, el ambiente ruminal, este debe mantener ciertos límites para su normal funcionamiento y máxima utilización de nutrientes por parte de los microorganismos que allí se encuentran (Gallo, 2005).

La depresión del consumo voluntario puede llegar a ser un limitante para alcanzar el máximo potencial de producción, aunque se cuente con pasturas mejoradas y suplementos de alta calidad (Church, 2009).

Las técnicas de alimentación en sistemas intensivos de producción de leche, producen cambios del ambiente ruminal, principalmente cuando se ofrece un gran volumen de suplemento con alto porcentaje de carbohidratos no estructurales, una o dos veces al día. Esta práctica favorece un súbito descenso del pH y posteriormente del consumo voluntario (Patiño, 2002; Oba & Wertz-Lutz, 2011).

La regulación del ambiente ruminal se obtiene cuando la tasa de fermentación del alimento no excede la capacidad de absorción de los compuestos finales por parte de la mucosa ruminal. Las alteraciones bruscas del pH ruminal, reducen la digestibilidad de la ración y provocan oscilaciones en la ingestión de materia seca (Calsamiglia & Ferret, 2002).

Profundizar sobre el efecto que tienen las actuales técnicas de alimentación en el ambiente ruminal, el consumo voluntario y posteriormente en el desempeño animal, es relevante, aún más, cuando las empresas ganaderas se encuentran ante los retos impuestos por el plan estratégico de la ganadería colombiana 2019, que enfatiza sobre la necesidad de aumentar el inventario ganadero en menor área pastoreable (FEDEGAN, 2006), esto resalta la necesidad de tener animales con mayor potencial y más eficientes en el uso del alimento ofrecido.

Un conocimiento real del consumo de materia seca de los animales del hato es indispensable para un adecuado balance de la dieta y un óptimo uso de los recursos alimenticios (NRC, 2001). Cualquier estrategia encaminada a potenciar el consumo de materia seca (CMS), que no atente contra la fisiología del animal, favorecerá el desempeño productivo de este, mejorando la condición corporal, la ciclicidad hormonal, la oferta de nutrientes en el organismo y su posterior uso en la producción de leche o masa muscular.

## Relación volumen y tipo de suplementación con el pH ruminal

El pH ruminal ideal para la actividad y multiplicación de microorganismos es de 6,2 a 7,0, en este rango se favorecen los procesos de fermentación de los alimentos, incluyendo la máxima fermentación de los componentes fibrosos del forraje(Calsamiglia & Ferret, 2002).

El pH ruminal varía principalmente según el tipo de alimento, la forma y frecuencia como es ofrecido; las raciones altas en carbohidratos no estructurales disminuyen el pH, mientras que las dietas ricas en carbohidratos estructurales, tienden a regularlo en su límite superior(Cerrato & Calsamiglia, 2003).

Fluctuaciones del pH ruminal por debajo de 6,0 provocan la muerte de microorganismos, principalmente de bacterias encargadas de la degradación de los componentes fibrosos de la dieta. La disminución de la fermentación de la fibra como consecuencia de un bajo pH desencadena el aumento en el tiempo de permanencia del alimento en el rumen, esto produce en el animal la sensación de saciedad y la detención temporal del consumo voluntario(Restrepo, 2005).

La disminución o supresión del consumo voluntario está relacionada también con otras molestias debidas a la acidosis ruminal(Huber, 1976; Patiño, 2002).La irregularidad en el CMS es un síntoma constante en la acidosis ruminal. El animal ingiere el suplemento y luego deja de comer, ya que en el rumen aumenta la osmolaridad, se reduce la motilidad y el pH, por la ingestión de carbohidratos rápidamente fermentables (Owens *et al.*, 1998; Cerrato & Calsamiglia, 2003).

El riesgo de acidosis es mayor cuando el suplemento rico en carbohidratos no estructurales se administra en una o dos tomas diarias, y disminuye en la administración con collares magnéticos o en raciones completas mezcladas.

Factores que provocan la ingestión rápida de alimentos como limitar en el tiempo de acceso a la comida y la competencia en el comedero, incrementan la producción rápida de ácidos en el rumen(Calsamiglia & Ferret, 2002).

Estados de acidosisruminalinducidos con dietas altas en carbohidratos no estructurales, no mostraron ningún efecto sobre el CMS(Krause & Oetzel, 2005; Rustomo *et al.*, 2006; Colman *et al.*, 2010).

Esto se comprobó nuevamente(Khorasani *et al.*, 2001) al no encontrar diferencias en el CMS al suministrar cuatro dietas con diferentes proporciones de ensilaje: concentrado (65:35, 50:50).

En investigaciones posteriores (Agle *et al.*, 2010) se alimentó a vacas lactantes por 16 días con diferentes porcentajes de alimento concentrado 52% y 72%, el pH ruminal fue menor con la mayor de inclusión de alimento concentrado y el CMS entre grupos tampoco tuvo diferencias significativas.

Otras investigaciones, no han encontrado efecto sobre el pH ruminal y CMS al suplementar vacas Holstein con diferentes niveles de concentrado (0,5 y 10 kg de MS/día)(Reis & Combs, 2000). Tampoco se encontraron diferencias en estos

parámetros al suministrar diferentes dietas, una de las cuales consistía en concentrado a voluntad (Walsh *et al.*, 2008).

Por otro lado, otro ensayo donde se manipuló la dieta en vacas lecheras para identificar el efecto del estatus ácido-básico sobre el CMS, sugiere una estrecha relación entre estas 2 variables (Hu *et al.*, 2007).

Concuerda con lo anterior, un estudio (Suárez *et al.*, 2006), en el cual los alimentos concentrados con altos porcentajes de almidón afectaron el ambiente ruminal, desencadenando la depresión del CMS; en este estudio, terneras Holstein Friesian x DuchFriesian fueron alimentadas con cinco diferentes dietas y se obtuvo menor CMS con el concentrado alto en almidón.

### **Frecuencia de alimentación y suplementación**

Desde el año 1976 se planteaba que era posible aumentar el consumo de concentrado sin tener disminución fuerte del pH ruminal al manejar una mayor frecuencia de alimentación(Kaufmann, 1976).

Para el año 1985 se demostró el efecto de suministrar en vacas lactantes una ración total mezclada por 14 días con una frecuencia de 1, 2, 4 y 8 veces al día, en este caso, el consumo de materia seca no tuvo diferencias significativas en los grupos evaluados(Nocek & Braund, 1985).

Lo mismo ocurrió en otro estudio realizado en la Universidad Estatal de Pennsylvania, donde por 20 días suministraron alimento concentrado con 3 diferentes frecuencias– una, dos y cuatro veces al día–, no encontrando ningún cambio en el pH ruminal ni en el consumo de materia seca en vacas Holstein lactantes(Yang & Varga, 1989). Estos mismos resultados fueron obtenidos en otro ensayo de iguales características realizado en novillas (Robles *et al.*, 2007).

Experimentos que compararon dos y cuatro frecuencias de alimentación tampoco encontraron ninguna diferencia en el consumo de materia seca por parte de los animales (Klusmeyer *et al.*, 1990).

En vacas alimentadas durante dos semanas con 12 porciones iguales cada dos horas comparando con 2 porciones iguales en el día de una dieta con 60% de alimento concentrado y 40% de alfalfa, se demostró una relación directa entre el aumento en la frecuencia y los valores de pH ruminal(French & Kennelly, 1990).

Lo mismo ocurrió con dos fuentes de suplementación proteica y dos diferentes frecuencias de alimentación (dos y cinco veces al día), donde no hubo diferencias en el consumo de materia seca entre tratamientos, aunque los valores promedio de pH ruminal fueron mayores a mayor frecuencia de alimentación(Robinson & McQueen, 1994).

El ofrecimiento de una ración mezclada con dos diferentes frecuencias de administración dos y seis veces al día, no influyó sobre los parámetros ruminales aunque las variaciones de pH, osmolaridad y concentración de amonio fueron menos pronunciadas a mayor frecuencia de administración(Le Liboux & Peyraud 1999).

Los mismos resultados se obtuvieron al aumentar la frecuencia de administración de dos a cuatro comidas por día en vacas Holstein con dos tipos de suplemento, se redujeron las variaciones diurnas del pH ruminal, amonio ruminal, urea en plasma y el consumo de materia seca aumentó(Shabi *et al.*, 1999).

Un ensayo realizado por 3 semanas con 20 vacas donde se determinó el efecto de una dieta de maíz procesado y el cambio en la frecuencia de alimentación (una o cuatro veces al día), no reportó diferencias en el CMS(Dhiman *et al.*, 2002), mientras que el suministro de una ración total mezclada una y cinco veces al día, demostró que el consumo de materia seca fue superior en las vacas alimentadas una vez al día, aunque en este caso la diferencia se atribuyó a un mayor número de vacas adultas en este grupo(Mäntysaari *et al.*, 2006).

En otras investigaciones el fraccionamiento de la suplementación –dos, tres y cuatro veces al día en vacas en pastoreo–, evidenció que el aumento de la frecuencia en la suplementación deprimió el consumo de materia seca del forraje y el consumo de materia seca total(Pulido *et al.*, 2009).

### **Análisis y conclusión**

El pH ruminal es modificado fácilmente con la inclusión de dietas ricas en carbohidratos no estructurales, pero a la vez, puede ser regulado rápidamente, por los mecanismos fisiológicos del animal y la adaptación de los microorganismos ruminales a la nueva dieta. Por otro lado, la inclusión de carbohidratos no estructurales en gran volumen y de manera súbita, produce en los animales acidosis ruminal que no es regulada fácilmente por los mecanismos antes mencionado.

Existe controversia sobre si el consumo de materia seca está influenciado por las variaciones del pH ruminal; los estudios sobre este tema son diversos pero contradictorios, por lo tanto no permiten llegar a una conclusión veraz sobre la relación que existe entre estos dos parámetros.

Las técnicas de aumento en la frecuencia de alimentación a lo largo del día, demuestran una tendencia general de disminuir las oscilaciones del pH ruminal, pero no evidencian un efecto definitivo sobre el consumo de materia seca.

Es necesario incrementar las investigaciones enfocadas a esclarecer la relación existente entre el pH ruminal y el CMS en rumiantes. Así mismo, revisar el efecto del aumento en la frecuencia de la suplementación sobre otros parámetros de interés como la producción láctea, la calidad de la leche, la digestibilidad de la dieta, el desempeño reproductivo, la producción de metano, entre otros.

Es importante replicar estos experimentos y diseñar otros, ajustados a los sistemas de producción tropicales, ya que se carece de información disponible sobre técnicas de alimentación no convencionales en sistemas pastoriles y con animales de alta genética lechera expuestos al estrés que puede generar el clima tropical, el cual incide negativamente sobre el consumo de materia seca por parte de los animales.

### Referencias Bibliográficas

Agle, M.; Hristov, A.N. et al. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.9, p.4211-4222, 2010.

Calsamiglia, S.; Ferret, A. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: Acidosis y meteorismo. In: XVIII Curso de especialización FEDNA. **Memorias...** Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona; 2002. p.97-115.

Cerrato, S.M.; Calsamiglia, S. Acidosis ruminal y estrategias de prevención en vacuno lechero. In: **VIII Congreso Internacional de Medicina Bovina**. Bellaterra, España: Ediciones Técnicas Reunidas, 2003.

Colman, E.; Fokkink, W.B. et al. Effect of induction of subacuteruminal acidosis on milk fat profile and rumen parameters. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.10, p. 4759-4773, 2010.

Church, D.C. **Fundamentos de nutrición y alimentación de animales**. 2. Ed. México: Editorial Limusa, 2009.

Dhiman, T.R.; Zaman, M.S. et al. Influence of Corn Processing and Frequency of Feeding on Cow Performance. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1, p.217-226, 2002.

FEDEGAN. **Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019**. Bogotá, Colombia: Ediciones Sanmartín Obregón & Cia, 2006.

French, N.; Kennelly, J.J. Effects of Feeding Frequency on Ruminant Parameters, Plasma Insulin, Milk Yield, and Milk Composition in Holstein Cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.7, p.1857-1863, 1990.

Gallo, J.A. Manipulación de la fermentación ruminal e implicaciones en el estado nutricional. En: **Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca**. Medellín, Colombia: Edición Martha Pabón & Jorge Ossa, 2005. p.67-86.

Hu, W.; Kung, L.Jr. et al. Relationships between dry matter intake and acid-base status of lactating dairy cows as manipulated by dietary cation-anion difference. **Animal Feed Science and Technology**, v.136, n.3-4, p.216-225, 2007.

Huber, T.L. Physiological Effects of Acidosis on Feedlot Cattle. **Journal of Animal Science**, v.43, n.4, p.902-909, 1976.

Kaufmann, W. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed in-take in ruminants. **Livestock Production Science**, v.3, n.2, p.103-114, 1976.

Khorasani, G.R.; Okine, E.K. et al. Effects of Forage Source and Amount of Concentrate on Rumen and Intestinal Digestion of Nutrients in Late-Lactation Cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.5, p.1156-1165, 2001.

Klasmeyer, T.H.; Cameron, M.R. et al. Effects of Feed Processing and Frequency of Feeding on Ruminant Fermentation, Milk Production, and Milk Composition. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.12, p. 3538-3543, 1990.

Krause, K.M.; Oetzel, G.R. Inducing Subacute Ruminant Acidosis in Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.10, p.3633-3639, 2005.

Le Liboux, S.; Peyraud, J.L. Effect of forage particle size and feeding frequency on fermentation patterns and sites and extent of digestion in dairy cows fed mixed diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.76, n.3-4, p.297-319, 1999.

Mäntysaari, P.; Khalili, H. et al. Effect of Feeding Frequency of a Total Mixed Ration on the Performance of High-Yielding Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.11, p.4312-4320, 2006.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. **Resolución 0012**. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2007.

Ministerio de la Protección Social. **Decreto 616**. Bogotá, Colombia: Ministerio de la Protección Social, 2006.

Mojica, F.J. El futuro de la industria láctea colombiana. **Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico de la cadena láctea colombiana**, 168, 2007.

Nocek, J.E.; Braund, D.G. Effect of Feeding Frequency on Diurnal Dry Matter and Water Consumption, Liquid Dilution Rate, and Milk Yield in First Lactation. **Journal of Dairy Science**, v.68, n. 9, p. 2238-2247, 1985.

NRC. **Nutrient Requirement of dairy cattle**. Washington D.C.: National Academy of Sciences, 2001.

Oba, M.; Wertz-Lutz, A.E. Ruminant nutrition symposium: Acidosis: New insights into the persistent problem. **Journal of Animal Science**, v.89, n.4, p.1090-1091, 2011.

Owens, F.N.; Secrist, D.S; Hill, W.J. et al. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v.76, n.1, p.275-286, 1998.

Patiño, C.T. Factores que pueden alterar la incidencia de la acidosis ruminal y su control. En: **III seminario en reproducción y metabolismo en bovinos**. Manizales, Caldas: Edición, Claudia Marcela Montes Hoyos, 2002.

Pulido, R.G.; Muñoz, R. et al. Impact of increasing grain feeding frequency on production of dairy cows grazing pasture. **Livestock Science**, v.125, n.2-3, p.109-114, 2009.

Reis, R.B.; Combs, D.K. Effects of Increasing Levels of Grain Supplementation on Rumen Environment and Lactation Performance of Dairy Cows Grazing Grass-Legume Pasture. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2888-2898, 2000.

Restrepo, J.S. Principales factores que afectan la actividad celulolítica bacteriana en rumiantes. **Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca**. Medellín, Antioquia: Edición Martha Pabón y Jorge Ossa, 2005. p.15-44.

Robinson, P.H.; McQueen, R.E. Influence of Supplemental Protein Source and Feeding Frequency on Rumen Fermentation and Performance in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.5, p.1340-1353, 1994.

Robles, V.; González, L.A. et al. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.85, n.10, p.2538-2547, 2007.

Rustomo, B; AlZahal, O; et al. Effects of Rumen Acid Load from Feed and Forage Particle Size on Ruminal pH and Dry Matter Intake in the Lactating Dairy Cow. **Journal of Dairy Science**, v.89, n. 12, p. 4758-4768, 2006.

Shabi, Z.; Bruckental, I. et al. Effects of Extrusion of Grain and Feeding Frequency on Rumen Fermentation, Nutrient Digestibility, and Milk Yield and Composition in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.6, p.1252-1260, 1999.

Suárez, B.J.; Van Reenen, C.G. et al. Effects of Supplementing Concentrates Differing in Carbohydrate Composition in Veal Calf Diets: I. Animal Performance and Rumen Fermentation Characteristics. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.11, p.4365-4375, 2006.

Walsh, K.; O'Kiely, P. et al. Intake, digestibility, rumen fermentation and performance of beef cattle fed diets based on whole-crop wheat or



barley harvested at two cutting heights relative to maize silage or ad libitum concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.144, n.3-4, p.257-278, 2008.

Yang, C.M.J.; Varga, G.A. Effect of Three Concentrate Feeding Frequencies on Rumen Protozoa, Rumen Digesta Kinetics, and Milk Yield in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.4, p.950-957, 1989.