

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD AMORTIGUADORA DE INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA FORMULACIÓN DE DIETAS PARA RUMIANTES¹

Oziel D. Montañez Valdez², Ricardo Barcena Gama³, Sergio S. González Muñoz³, María Esther Ortega Cerrilla³, Mario A. Cobos Peralta³, Juan H. Avellaneda Cevallos⁴

RESUMEN

Evaluación de la capacidad amortiguadora de ingredientes utilizados en la formulación de dietas para rumiantes. Se recolectaron 22 muestras de diferentes ingredientes, que se clasificaron en: energéticos altos (> 15 %) y bajos (< 15 %) en proteína, forrajes, alimentos fermentados y aditivos, con el objetivo de evaluar su capacidad amortiguadora (CA). Se determinó la capacidad amortiguadora expresando los resultados en miliequivalentes de ácido clorhídrico requerido para producir un cambio en una unidad de pH de la muestra original de alimento. Los resultados obtenidos fueron comparados con los reportados en otros estudios. La CA es alta en alimentos altos en proteína y leguminosas, intermedia en alimentos energéticos y fermentados, y baja en gramíneas.

Palabras clave: Capacidad amortiguadora, alimentos, acidosis, rumiantes.

ABSTRACT

Evaluation of the buffering capacity of ruminant feed-stuffs used for diets formulation. Twenty two different energy ingredients, high (> 15 %) and low (< 15 %) in protein, forage, fermented feeds and additives, were evaluated for their buffering capacity (BC). The buffering capacity was determined by expressing the data on milliequivalents of chloridric acid required to produce a unit change in pH from the original feed sample. The results obtained were compared with those from other studies. The BC was highest for high protein feeds and legume forages, intermediate for energy and fermented feeds, and lowest for grass forages.

Key words: Buffering capacity, feedstuffs, acidosis, ruminant.



INTRODUCCIÓN

Las dietas altas en concentrado contienen grandes cantidades de carbohidratos rápidamente fermentables, lo cual trae como consecuencia una serie de problemas o trastornos metabólicos: baja en pH ruminal, acidosis, laminitis, menor producción de grasa y leche, reducción en la digestibilidad de la fibra, problemas que

impactan directamente en la eficiencia productiva de los animales y, por consecuencia, el margen de ganancia de una explotación pecuaria (Nocek 1997; Owens *et al.* 1998; Garrett *et al.* 1999; Oetzel 2001).

Para contrarrestar estos efectos adversos, se ha generado una serie de productos como los ionóforos, antibióticos y sustancias amortiguadoras. En el caso de las

¹ Recibido: 30 de setiembre, 2005. Aceptado: 1 de febrero, 2006. Trabajo elaborado como parte de tesis doctoral.

² División de Bienestar y Desarrollo Regional. Departamento de Desarrollo Regional. CUSUR. Universidad de Guadalajara. Av. Prolongación Colón S/N. Carretera Libre Ciudad Guzmán-Guadalajara Km. 1. C.P. 49000. CD. Guzmán, Municipio de Zapotlán El Grande. Jalisco, México. Tel +52 341 575 22 22 Ext. 6085. Correo electrónico: montanez77@hotmail.com; oziel.montanez@cusur.udg.mx

³ Colegio de Postgraduados. Programa de Ganadería. Carretera México-Texcoco Km. 36.5. C. P. 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. Tel. (595) 95 20200 Ext. 1727.

⁴ Unidad de Investigación. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Km. 1 vía Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

sustancias amortiguadores se ha encontrado que pueden afectar las condiciones ruminales, mejorando su pH, lo que aumenta los niveles de producción animal. Sin embargo, la respuesta encontrada cuando son adicionados a dietas altas en concentrado ha sido variable, ya que en algunos estudios hubo mejor respuesta animal, pero en otros no, lo cual se debe posiblemente a factores como la cantidad y tipo de amortiguador empleado, o por no tomar en cuenta la capacidad amortiguadora intrínseca (CA) de los ingredientes utilizados en la dieta (Staples y Lough 1989; Sear y Walsh 1998).

Jasaitis *et al.* (1987) define la capacidad amortiguadora como la cantidad de ácido o base requerida para producir un cambio en una unidad de pH de una muestra de alimento. Cada ingrediente presenta una CA distinta que puede afectar la acción del amortiguador, y que al no tomarse en cuenta la respuesta animal puede no ser la esperada. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad amortiguadora de algunos ingredientes utilizados en la alimentación de bovinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron 22 muestras de alimentos utilizados comúnmente en la formulación de dietas para ganado bovino. Para cada ingrediente se determinó la CA de acuerdo a lo descrito por Jasaitis *et al.* (1987), el cual consiste en tomar 5 g de la muestra de alimento y suspenderla en 50 ml de agua destilada desionizada a pH 7 y mezclar continuamente con una barra magnética. Después de tres minutos de equilibrio se registró el pH inicial con un potenciómetro portátil (ORION modelo SA 210). Posteriormente se tituló con ácido clorhídrico (0,1N) hasta que el pH disminuyó a 4. El volumen total de ácido agregado a cada muestra fue registrado y posteriormente multiplicado por la normalidad del HCl, siendo estos los miliequivalentes de ácido necesarios para bajar el pH inicial de la muestra a 4. La CA se calculó por la división de los miliequivalentes sobre el cambio total de unidades de pH (del pH inicial a 4). La CA se expresó en miliequivalentes de ácido requerido para producir un cambio en una unidad de pH de una muestra de alimento. Se realizaron tres repeticiones por cada alimento, los forrajes utilizados fueron picados a 2 cm y los alimentos restantes en su presentación comercial. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de nutrición animal ubicado en la granja experimental del Colegio de Postgraduados, localizado en la carretera México- Texcoco, km 36,5, en Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se compararon con los publicados por Jasaitis *et al.* (1987) y Peña *et al.* (2001) (Cuadro 1).

Al comparar la CA natural del presente estudio con los observados por Peña (2001) se observan similitudes entre ellos como por ejemplo el sorgo, trigo, salvado de trigo o melaza, sin embargo, se observó que en algunos ingredientes la diferencia en CA fue considerable entre lo encontrado por Jasaitis *et al.* (1987) y Peña (2001) (eg. avena, salvado de trigo y las harinas de pescado y carne). Se ha observado que la CA natural es más baja ($< 70 \text{ meq} \times 10^{-3}$) para los alimentos energéticos, intermedia para gramíneas y alimentos con 15 a 35 % de proteína cruda ($> 71 \text{ meq} \times 10^{-3}$ y $< 100 \text{ meq} \times 10^{-3}$), y alta ($> 100 \text{ meq} \times 10^{-3}$) para leguminosas y alimentos con más de 35 % de proteína cruda, posiblemente debido a la presencia de grupos amino (Van Soest *et al.* 1984; Jasaitis *et al.* 1987; Canale y Stokes 1988). En el caso de los alimentos fermentados, ya sea solos o combinados, su capacidad amortiguadora dependerá del tipo de forraje utilizado y de la adición de minerales o aditivos (Crawford *et al.* 1983).

Estas diferencias se pueden atribuir a factores propios del alimento empleado, como la capacidad de intercambio de iones, y que la fibra presenta una CA variable pero substancial; por ejemplo, las leguminosas (específicamente la alfalfa) incrementan el pH ruminal y CA del rumen; la capacidad de intercambio de cationes es alta en la fibra de la alfalfa y bajo en el ensilado de maíz (Mertens, 1979; Van Soest y Jones, 1980; Van Soest *et al.* 1984; Jasaitis *et al.* 1987; Sniffen y Robinson 1987; Le Ruyet *et al.* 1992). Otro factor importante es el contenido de minerales en el alimento, el cual varía según su origen, animal o vegetal, el procesamiento, el lugar de donde proviene, factores climáticos, edafológicos, etc. (Jasaitis *et al.* 1987).

Factores propios del mismo análisis influyen también sobre la variación de la CA, por ejemplo, las diferencias en el tamaño de la muestra tratada, el tipo y volumen del líquido usado para suspender la muestra, el tipo de ácido o base usado en la titulación, el punto final de pH, el tipo de alimento titulado y la manera en la cual se expresaron los resultados (Wohlt *et al.* 1987). Tomando en cuenta los factores anteriores y algunos otros como el tamaño de partícula del alimento y su procesamiento, la capacidad amortiguadora de una dieta puede variar considerablemente, obteniéndose así diferencias en la respuesta animal, dada la diferencia en la capacidad amortiguadora natural de los ingredientes usados en la dieta.

Cuadro 1. Capacidad amortiguadora natural de algunos ingredientes utilizados en dietas para rumiantes. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México. 2004.

Ingredientes	Presente estudio		Jasaitis <i>et al.</i> 1987		Peña <i>et al.</i> 2001	
	CA ¹	pHi ²	CA	pHi	CA	pHi
Energéticos						
Avena (<i>Avena sativa</i>)	33,00	6,83	63,00	5,25	21,97	...
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	25,23	6,47	34,00	5,73	....	...
Maíz (<i>Zea mays</i>)	16,59	6,51	39,00	5,05	31,22	...
Sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>)	16,60	7,14	27,00	6,40	17,39	...
Trigo (<i>Triticum vulgare</i>)	23,30	7,12	19,00	6,32	19,43	...
Salvado de trigo	46,57	6,90	89,00	6,23	40,58	...
Melaza	84,12	5,98	....	....	86,58	...
Forrajes						
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	134,00	6,49	124,00	6,28	170,60	...
Ovillo (<i>Dactylis glomerata</i>)	....	....	99,00	5,77	....	...
Paja de avena	49,10	8,24	....	....	55,26	...
Rastrojo de maíz	54,34	7,64	....	....	35,20	...
Altos en proteína						
Harina de carne	181,24	6,24	231,00	6,76	98,63	...
Harina de pescado	116,47	5,45	390,00	5,97	48,01	...
Harina de sangre	106,31	6,35	....	....	23,76	...
Pasta de soya (<i>Glycine max</i>)	110,30	7,02	130,00	6,65	84,91	...
Pasta de coco (<i>Cocos nucifera</i>)	....	....	....	....	80,21	...
Urea	....	....	3,00	5,85	12,25	...
Fermentados						
Gluten de maíz	16,50	6,47	0,00	4,05	....	...
Ensilado de maíz	86,70	5,82	0,00	3,94	97,40	...
Aditivos						
Premezcla mineral ³	534,87	9,43	....	....	315,37	...
Bicarbonato de sodio	2005,52	8,90	1521,00	8,11	1960,52	...

¹ Capacidad amortiguadora en meq x 10⁻³

² pH inicial de la muestra original

³ Rumisal Plus por cada kg contiene: Ca 130 g; P 50 g; Na 109 g; Cl 200 g; Fe 4,30 g; Mg 3,33 g; Mn 200 mg; Cu 80 mg; Co 66,6 mg; I 4 mg; Zn 80 mg; Se 70 mg.

Es importante destacar que todos los ingredientes poseen una CA potencial, la cual debe ser tomada en cuenta al adicionar amortiguadores a las dietas. Si se considera la CA de los ingredientes de la dieta, considerando que ésta es aditiva, la adición de amortiguadores sería más efectiva. Por tanto, al tomar esto en consideración haría posible determinar qué tipos de dietas requieren ser amortiguadas y cuál sería la concentración más adecuada del amortiguador a utilizar.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones del presente estudio se concluye:

La capacidad amortiguadora natural de los ingredientes fue alta (> 100 meq x 10⁻³) en alimentos altos en proteína y en leguminosas (harina de carne y alfalfa) (> 15 %), media (> 52 meq x 10⁻³ < 98 meq x 10⁻³) en alimentos fermentados y energéticos (ensilado de maíz y melaza) y baja (< 52 meq x 10⁻³) en gramíneas (maíz, sorgo, cebada).

LITERATURA CITADA

CANALE, C. J.; STOKES, M. R. 1988. Sodium bicarbonate for early lactation cows fed corn silage or hay crop silage-based diets. Journal of Dairy Science 71:373-380.

- CRAWFORD, R. J.; SHRIVER, B. J. G.; VARGA, A.; HOOVER, W. H. 1983. Buffer requirements for maintenance of pH during fermentation of individual feeds in continuous cultures. *Journal of Dairy Science* 66: 1881-1890.
- GARCÍA, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4 ed. UNAM, México. p. 65-79.
- GARRETT, F. E.; PEREIRA, N. M.; NORDLUND, V. K.; ARMENTANO, E. L.; GOODGER, J. W.; G. R. OETZEL. 1999. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:1170-1178.
- JASAITIS, D. K.; WOHLT, J. E.; EVANS, J. L. 1987. Influence of feed ion content on buffering capacity of ruminant feedstuffs *in vitro*. *Journal of Dairy Science* 70: 1391-1403.
- LE RUYET, P.; TUCKER, W. B.; J. F. HOGUE.; ASLAM, M.; LEMA, M.; SHIN, S.; MILLER T. P.; ADAMS, G. D. 1992. Influence of dietary fiber and buffer value index on the ruminal milieu of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 75: 2394-2408.
- MERTENS, D. R. 1979. Effect of buffers upon fiber digestion. *In*: Hale, W. H.; Meinhardt, P. eds. Regulation of Acid-Base Balance. Piscataway, N.J. Church & Dwight Company, Inc. USA. p. 65-76.
- NOCEK, J.E. 1997. Bovine acidosis: implications on laminitis. *J. Dairy. Sci.* 80: 1005-1028.
- SEARS, A.; WALSH, G. 1998. Industrial enzyme applications. Using these concepts to match animal enzyme and substrate in fed industry applications. *In*: Lyons, T.P.; Jacques, K. A. eds. Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of the 14th Annual Symposium Nottingham University Press, Loughborough, Leics, UK. p. 373-394.
- SNIFFEN, C. J.; ROBINSON, P. H. 1987. Symposium: Protein and fiber digestion, passage and utilization in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 70: 425-433.
- STAPLES, C. R.; D. S. LOUGH. 1989. Efficacy of supplemental dietary neutralizing agents for lactating dairy cows: A review. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 23: 277-303.
- OETZEL, G. R. 2001. Nutritional management and subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *In*: Preconvention Seminar 8: Dairy Herd Problem Investigations. American Association of Bovine Practitioners. 34th Annual Convention. September 11-12, Vancouver, B. C. 15 p.
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. 1998. Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 76: 275-286.
- PEÑA, V. R. 2001. Efecto de la capacidad tampón natural de la dieta en las variables de fermentación ruminal y concentración de protozoarios en ovinos. Tesis de Maestro en Ciencias. Programa en Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 65 p.
- VAN SOEST, P. J.; JONES, L. H. P. 1980. The cation exchange and buffering capacities of plant cell walls. *J. Dairy Sci.* 51(Supp. 1): 404 (Abstr.).
- VAN SOEST, P. J.; MC BURNEY, M. I.; RUSSELL, J. 1984. Capacity exchange cation of feed for dairy rations. California Animal Nutrition Conference, Fresno. USA. 53 p.
- WOHLT, J. E.; JASAITIS, K. D.; EVANS, J. L. 1987. Use of acid and base titrations to evaluate the buffering capacity of ruminant feedstuffs *in vitro*. *J. Dairy Sci.* 70: 1465-1470.