

## NR 47. USO DE FUENTES ANIÓNICAS EN DIETAS CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CALCIO PARA ALTERAR EL pH DE LA ORINA Y LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN PLASMA DE VACAS HOLSTEIN

Luis A. Rodríguez, T. E. Pilbeam, R. W. Ashley, S. L. Neudeck, R. J. Tempelman, J. A. Davidson y  
D. K. Beede

Department of Animal Science. Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA.

### Abstract

#### Use of anion sources in diets with various calcium contents to modify urine pH and calcium status of Holstein cows

In experiment 1, 55 primiparous and 62 multiparous Holstein cows were fed dietary treatments 21 d before expected calving in a randomized block (parity) design to investigate effects of changing dietary cation-anion difference (DCAD; meq  $[(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{S})]/100$  g of DM] and Ca content on periparturient Ca and health status. Anionic salts ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) and  $\text{CaCO}_3$ , were added to change DCAD and dietary Ca content. Treatments were analyzed DCAD and Ca % of +11 and 0.63 (T1), -11 and 0.95 (T2) and -26 meq/100 g of DM and 1.17 % (T3). Samples (blood & urine) were taken 14 d after cows were on treatment and blood within 24 h after parturition. Cows fed T1 had higher urine pH (8.17) prepartum than cows fed T2 or T3, whereas cows fed T2 had higher urine pH (6.75) than cows fed T3 (6.30). After calving cows fed T1 had lower ionized Ca (3.65 mg/dL) than cows fed T2 (3.81 mg/dL) or T3 (4.09 mg/dL). Incidence of displaced abomasum was greater in cows fed T2 and T3 compared with T1. In experiment 2, 32 multiparous nonlactating nonpregnant Holstein cows were used to investigate responses over time of changing DCAD (+16.9 vs -7.7 meq/100g DM) with different anion sources and Ca content (0.5 vs 2.1 %) on DMI and urine pH. Treatments were control, Bio-chlor™, anionic salts, and HCl. Pooled across Ca contents, cows fed control tended to have greater DMI than cows anion sources. Pooled across anion sources, cows fed low Ca had greater DMI than cows fed high Ca. Urine pH of cows fed control remained at 8.0 to 8.2, whereas cows fed anionic sources had reduced urine pH. Overall lowering DCAD while increasing dietary Ca concentration, decreased urine pH and increased plasma ionized Ca.

**Palabras claves:** Hipocalcemia subclínica, fuentes aniónicas, pH en orina.

**Key words:** Subclinical hypocalcemia, anion sources, urine pH.

### Introducción

La fiebre de leche, un desorden hipocalcémico, está asociado con el parto y la iniciación de la lactancia en vacas lecheras. El calcio se requiere para el normal funcionamiento de una serie de tejidos y procesos fisiológicos (Goff *et al.*, 1991). La diferencia catión-anión (DCA) se calcula usando la fórmula siguiente: meq  $(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{S})/100$  g de materia seca (MS). La manipulación de la DCA en dietas preparto reduce la incidencia de hipocalcemia en vacas lecheras (Block, 1984; Goff *et al.*, 1991). Así mismo, dietas con DCA negativa incrementan la concentración de iones  $\text{H}^+$  y disminuyen la concentración de bicarbonato y el pH de la sangre (Block, 1994). Cambios en el estado ácido-básico en dietas con DCA negativa pueden alterar el metabolismo del Ca incrementando la movilización del hueso (Block, 1984), incrementando la eliminación de Ca en la orina (Wang y Beede, 1992) o posiblemente incrementando la absorción de Ca en el tracto gastrointestinal (Goff *et al.*, 1991). El objetivo de los siguientes experimentos fue: primero, evaluar los efectos de distintas DCA con diferentes concentraciones de Ca en el estado ácido-básico, concentraciones de Ca en plasma e incidencia de enfermedades metabólicas en el periparto y segundo, evaluar los cambios en la ingesta de MS y el pH de la orina en vacas alimentadas con distintas fuentes aniónicas y concentraciones de Ca.

### Materiales y métodos

**Experimento 1.** Cincuenta y cinco novillas y 62 vacas Holstein multíparas se asignaron a los tratamientos 21 días antes de la fecha esperada de parto en un diseño de bloques aleatorizados por paridad. Las raciones totales mezcladas consistieron en 25 % ensilaje de alfalfa, 16 % ensilaje de maíz más concentrados (MS). La composición de la mezcla de sales aniónicas fue 51.21 % maíz molido, 4.26 %  $\text{CaCO}_3$ , 14.10 %  $\text{CaSO}_4$ , 12.26 %  $\text{MgSO}_4$  y 18.13 %  $\text{CaCl}_2$ , (MS). Los tratamientos fueron formulados para tener +11 (T1), -11 (T2) y -26 meq/100

g MS (T3) y 0.63, 0.95 y 1.17 % de Ca respectivamente. Las muestras de forrajes se analizaron cada 3 meses y el nivel de inclusión de la mezocla de sales aniónicas se ajustó para mantener la DCA. Las muestras de orina se colectaron 14 días después de la iniciación de los tratamientos, estimulando el área alrededor de la vulva y el pH se midió inmediatamente. Las muestras de sangre se colectaron de la vena de la cola, al mismo tiempo de la colección de orina y en las primeras 24 h después del parto. Las muestras se centrifugaron y el plasma se analizó en un analizador de gases y minerales (STAT Profile 4) para determinar pH,  $p\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , Ca ionizado (Cai), Na, K and Cl. Los datos se analizaron con análisis de varianza, usando el modelo general lineal (PC-SAS, 1990). Los datos se agruparon por temporada, aquellas vacas que parieron de octubre a abril (invierno) y de mayo a septiembre (verano). También fueron agrupadas de acuerdo a la paridad en partos 1, 2 y 3+, definida como vacas con 3 o más partos. La significancia estadística se calculó para los efectos de tratamientos, paridad y temporada, y las interacciones entre 2 y 3 efectos. Se calcularon contrastes ortogonales para los tratamientos 1 vs 2,3, tratamientos 2 vs 3, invierno vs verano, paridad 1 vs 2,3+ y paridad 2 vs 3+.

**Experimento 2.** Treinta y dos vacas Holstein secas y vacías fueron asignadas a 8 dietas con 4 fuentes aniónicas diferentes y concentraciones de Ca. Todas las dietas tuvieron la misma cantidad de forraje consistiendo en ensilaje de maíz y de alfalfa en una relación 2:1 (MS) y una relación forraje a concentrado 60:40. Los tratamientos fueron CON (control, sin fuente aniónica), BIO (Bio-chlor™, suplemento orgánico, Biovance, Omaha, NE), SA (una mezcla de las sales aniónicas  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , diseñada para aportar las mismas concentraciones de BIO) y HCl (diluido en melaza y agua y mezclado en el concentrado), con y sin  $\text{CaCO}_3$ , para tener alto (2.1 %) y bajo (0.50 %) Ca en las dietas. La DCA para CON y los tratamientos con fuentes aniónicas fue +16.9 y -7.7 meq/100 g MS, respectivamente.

Las vacas se alimentaron en puestos individuales y estuvieron en CON con bajo Ca por 14 días antes del experimento. Se alimentaron una vez al día y una muestra de las sobras fue secada a 60 °C para corregir por ingesta de MS. Las muestras de orina se colectaron desde 2 días antes del cambio a los tratamientos hasta el día 7 y en los días 14 y 21 después del cambio y el pH se midió inmediatamente. Los datos se analizaron con análisis de varianza utilizando el modelo general lineal (PC-SAS, 1990). Se analizaron los contrastes lineal, cuadrático y cúbico sobre el tiempo del experimento para los efectos de día, tratamiento y su interacción. Se calcularon contrastes ortogonales para los tratamientos CON vs BIO, SA, HCl; tratamientos BIO vs SA, HCl, tratamientos SA vs HCl, las interacciones de éstos con concentración de Ca y alto vs bajo Ca. Los datos se presentan como medias cuadradas mínimas.

## Resultados y discusión

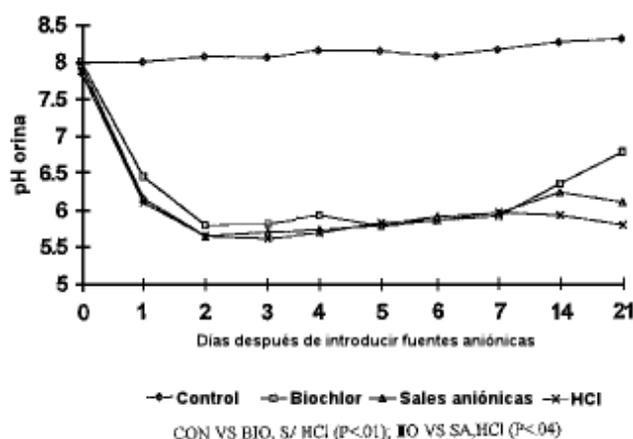
En el experimento 1, las vacas alimentadas T1 tuvieron un pH en la orina más alto que las vacas alimentadas T2 y T3, mientras que las vacas alimentadas T2 tuvieron un pH más alto que las vacas alimentadas T3 (cuadro 1). Sin embargo, cuando los resultados fueron analizados como concentraciones de iones  $\text{H}^+$ , sólo el primer contraste T1 vs 2,3 fue estadísticamente diferente. Reducciones en el pH de la orina también se han observado cuando vacas lacheras son alimentadas con sales aniónicas (Wang y Beede, 1992, Goff and Horst, 1997). El pH del plasma no fue afectado por los tratamientos, paridad o temporada antes del parto. Sin embargo después del parto, las vacas con 3+ partos tuvieron un pH en plasma menor que vacas con 2 partos. Las vacas alimentadas T2 y T3 tuvieron concentraciones más bajas de bicarbonato en plasma comparado con las vacas en T1. Wang (1990) reportó observaciones similares en vacas preparto alimentadas con sales aniónicas. Las concentraciones de Cai en plasma a través de las temporadas y paridades fueron más altas antes del parto en vacas alimentadas T2 (4.53 mg/dL) o T3 (4.57 mg/dL). Después del parto, las vacas alimentadas T1 tuvieron concentraciones de Cai más bajas (3.56 mg/dL) que las vacas alimentadas T2 (3.81 mg/dL) o T3 (4.11 mg/dL). Por lo tanto, una hipocalcemia subclínica postparto (Cai < 4.0 mg/dl) fue evidente en vacas alimentadas T1 y T2 pero no en vacas alimentadas T3. También, las vacas con 2 partos tuvieron concentraciones Cai en plasma mayores que vacas con 3+ partos. Las concentraciones de K y Cl en plasma postparto fueron mayores en vacas alimentadas T2 y T3 respecto a las alimentadas T1. También Wang (1990) y Block (1984) encontraron mayores niveles de Cl en plasma de vacas alimentadas con sales aniónicas y esto se puede deber a la mayor concentración de Cl en estas dietas. La incidencia total de fiebre de leche fue de 3 % y todos los casos ocurrieron en vacas con 3+ partos, sin embargo, los tratamientos no tuvieron efecto sobre la incidencia de fiebre de leche. La incidencia de desplazamiento de abomaso fue mayor en vacas alimentadas T2 y T3. La incidencia total fue 7 %, pero 5 de los 8 casos ocurrieron en vacas de primer parto.

**Cuadro 1. Medidas en la orina y plasma preparto y postparto por tratamiento, experimento 1.**

| Variable                                 | Tratamientos |       |       |                  | Contrastes |        |
|------------------------------------------|--------------|-------|-------|------------------|------------|--------|
|                                          | 1            | 2     | 3     | esm <sup>1</sup> | 1 vs 2,3   | 2 vs 3 |
| <b>Orina preparto</b>                    |              |       |       |                  |            |        |
| pH                                       | 8.12         | 6.88  | 6.36  | 0.14             | 0.01       | 0.01   |
| [H <sup>+</sup> ], x 10 <sup>-7</sup>    | 0.72         | 6.24  | 9.04  | 1.58             | 0.01       | 0.21   |
| <b>Plasma preparto</b>                   |              |       |       |                  |            |        |
| pH                                       | 7.629        | 7.624 | 7.579 | 0.018            | 0.21       | 0.09   |
| [H <sup>+</sup> ], x 10 <sup>-8</sup>    | 2.391        | 2.442 | 2.666 | 0.099            | 0.17       | 0.12   |
| [Na], mg/dL                              | 335.6        | 333.6 | 333.1 | 1.1              | 0.09       | 0.72   |
| [K], mg/dL                               | 16.58        | 16.86 | 17.07 | 0.28             | 0.25       | 0.61   |
| [Cl], mg/dL                              | 382.7        | 385.9 | 393.1 | 3.3              | 0.09       | 0.13   |
| [Ca <sup>2+</sup> ], mg/dL               | 4.31         | 4.53  | 4.57  | 0.07             | 0.01       | 0.63   |
| [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ], mmol/L | 24.68        | 22.96 | 21.83 | 0.50             | 0.01       | 0.15   |
| <b>Plasma postparto</b>                  |              |       |       |                  |            |        |
| pH                                       | 7.620        | 7.604 | 7.571 | 0.018            | 0.13       | 0.23   |
| [H <sup>+</sup> ], x 10 <sup>-8</sup>    | 2.435        | 2.556 | 2.732 | 0.100            | 0.08       | 0.24   |
| [Na], mg/dL                              | 337.2        | 336.8 | 336.9 | 1.1              | 0.80       | 0.96   |
| [K], mg/dL                               | 16.13        | 17.61 | 17.41 | 0.23             | 0.01       | 0.55   |
| [Cl], mg/dL                              | 381.4        | 385.9 | 390.6 | 2.4              | 0.02       | 0.18   |
| [Ca <sup>2+</sup> ], mg/dL               | 3.56         | 3.81  | 4.11  | 0.10             | 0.01       | 0.05   |
| [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ], mmol/L | 25.10        | 23.68 | 23.48 | 0.80             | 0.13       | 0.85   |

<sup>1</sup>Error estándar de la media. <sup>2</sup>Ca ionizado.

En el experimento 2, las vacas alimentadas CON ingerieron mayor cantidad de MS sobre el tiempo del experimento comparado con las alimentadas BIO, SA y HCl ( $P < 0.01$ ). Las vacas suplementadas con SA tuvieron una mayor ingesta de MS que las alimentadas con HCl ( $P < 0.02$ ). También se observó un mayor consumo de MS en vacas alimentadas a baja concentración de Ca comparado con alta concentración ( $P < 0.03$ ). La concentración de Ca en la dieta no tuvo efecto en el pH de la orina, sin embargo, vacas alimentadas BIO, SA y HCl tuvieron una orina más ácida que las alimentadas CON (figura 1). Vacas alimentadas BIO tuvieron un pH en la orina más alto que las vacas alimentadas SA y HCl. Se observó un descenso drástico del pH de la orina entre 24 y 49 h después de la introducción de las fuentes aniónicas. Similarmente, Sánchez *et al.*, (1995) reportaron un descenso en el pH de la orina entre 2 y 4 días después del suministro de sales aniónicas.

**Figura 1. Cambios en pH de la orina después de introducir fuentes aniónicas.**

## Conclusiones

Reduciendo la DCA al mismo tiempo que se incrementa el contenido de Ca en la dieta, disminuye el pH en la orina y reduce la incidencia de hipocalcemia subclínica postparto. Cambios en el pH de la orina pueden esperarse de aparecer entre 2 y 3 días después de la reducción de la DCA en dietas preparto.

## Literatura citada

- Block, E. 1984. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *J. Dairy Sci.* 67: 2939.
- Block, E. 1994. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritional related production diseases, productivity and metabolic responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77: 1437.
- Goff, J. P. and F. L. Horst. 1997. Effect of cation of potassium or sodium but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80: 176.
- Goff, J. P., R. L. Horst, F. J. Mueller, J. K. Miller, G. A. Kiess and H. H. Dowlen. 1991. Addition of chloride to a prepartal diet high in cations increases 1,25-Dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia preventing milk fever. *J. Dairy Sci.* 74: 3863.
- Sánchez, W. K., P. W. Joyce, L. A. Rodríguez, T. E. Pilbeam, R. W. Ashley and D. K. Beede. 1995. Timing of acid-base and calcium responses after feeding anionic salts to dairy cows. *The Bovine Practitioner*. Abstract 30:92.
- SAS User's guide: Basics, Version 6.04 Edition. 1990. SAS Inst., Inc., Cary., NC.
- Wang, C., and D. K. Beede. 1992. Effects of ammonium chloride and sulfate on acid-base status and calcium metabolism of dry Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 75: 820.
- Wang, C. 1990. Influence of dietary factors on calcium metabolism and incidence of parturient paresis in dairy cows, Ph D. Dissertation. University of Florida, Gainesville, FL.