

## Efecto de la suplementación energética y del suministro de sales aniónicas durante el parto sobre la producción y reproducción en vacas Holstein en pastoreo

Crespi, D.<sup>1\*</sup>, Medín, J.<sup>2</sup>, Piana, M.<sup>2</sup>, Piferrer, G.<sup>2</sup>, Meikle, A.<sup>3</sup>, Uriarte, G.<sup>4</sup>, La Manna, A.<sup>1</sup>, Cavestany, D.<sup>1,3</sup>

### RESUMEN

Se estudió el efecto de la administración de sales aniónicas y de la suplementación energética durante el parto tardío sobre parámetros productivos y reproductivos y perfiles metabólicos en vacas Holstein multíparas en condiciones pastoriles. Se utilizaron 36 vacas distribuidas en 3 grupos con diferentes tratamientos durante las tres últimas semanas previas al parto: campo natural (Control); suplementado con: 3,5 kg/vaca/día de maíz partido (Energía); suplementado y sales aniónicas (Energía+Sales). Los animales pastoreaban en campo natural mejorado con heno de pastura *ad libitum*. Luego del parto todos los animales recibieron la misma dieta, consistente en praderas de gramíneas y leguminosas, 12 kg/vaca/día de ensilaje de maíz y 4 kg/vaca/día de un concentrado comercial. La condición corporal aumentó en los grupos E y E+S durante el parto y posparto, consistente con un incremento en el consumo posparto. La producción de leche corregida por grasa al 4% fue mayor en el grupo suplementado con energía, lo que fue consistente con niveles más altos de ácidos grasos no esterificados (NEFA) posparto indicando una mayor movilización grasa. Los niveles de betahidroxibutirato (BHB) aumentaron en el posparto para todos los grupos, sin diferencias entre tratamientos. El colesterol registró un importante aumento posparto en todos los grupos y los niveles fueron mayores en el grupo C. La adición de sales aniónicas no resultó en diferencias en los perfiles minerales ni metabólicos entre grupos. El grupo E+S tuvo un período de anestro más largo que el grupo Energía, posiblemente por una caída en el consumo. La ventaja de la administración de sales aniónicas en condiciones pastoriles, al no reflejarse en cambios en los niveles circulantes de minerales, resulta poco clara.

**Palabras clave:** bovinos de leche, suplementación energética, sales aniónicas, producción, reproducción.

### INTRODUCCIÓN

El período de transición (3 semanas previas a 3 semanas posteriores al parto) es un cambio muy grande para el animal, ya que es cuando se producen los mayores desbalances energéticos y metabólicos (10). En este período es además cuando se originan la mayoría de las enfermedades metabólicas e infecciosas de las vacas lecheras que tienen un importante efecto en la producción y eficiencia reproductiva. Los cambios que sufre la vaca en este período se pueden reflejar en la concentración de algunos constituyentes sanguíneos, los cuales pueden ser detectados a través del uso de perfiles metabólicos (21). Por ejemplo, los niveles de ácidos grasos no esterificados (NEFA) en sangre durante las 2 últimas semanas de gestación dan una indicación práctica del nivel nutritivo de la vaca seca y su probable efecto en la posterior productividad (35), así como el betahidroxibutirato (BHB) refleja una importante lipólisis y déficit energético (34).

La administración de concentrados al final del período seco le permite a los microorganismos ruminales una mejor adaptación y utilización de las dietas altas en éstos luego del parto, lo que ayuda a prevenir los desórdenes metabólicos asociados con el uso de alta cantidad de granos (6). Si bien esta suplementación en el último período parto no afecta la condición corporal (CC) al parto (14), ni se evita su pérdida en la semana previa al parto (5), tiene un efecto positivo en la producción de leche, por lo menos en vacas de alta producción (29) y también resultan en un aumento de la producción de grasa en leche (19).

La vaca lechera también tiene altos requerimientos de minerales al inicio de la lactación, debido a la continua excreción de los mismos en la leche. La mayoría de los desórdenes minerales ocurren en el periparto, y están directamente relacionados con el manejo nutricional durante el período seco, particularmente en las últimas semanas previas al parto (25). Una alternativa de

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA La Estanzuela), Colonia, Uruguay.

<sup>2</sup>DMV, Ejercicio Liberal.

<sup>3</sup>Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

<sup>4</sup>DILAVE "Miguel C. Rubino", Montevideo Uruguay.

\* INIA "La Estanzuela", cc :39173; tel: 0574 8000; c.e. danielacrespi@gmail.com

Recibido: 29/5/06 Aprobado: 20/11/06

manejo recomendada, es el uso de dietas aniónicas en el parto para prevenir la fiebre de leche, ya que éstas inducen a una leve acidosis metabólica (31) y tienen el potencial de mejorar significativamente la homeostasis del calcio en el parto (32).

Los objetivos del presente trabajo fueron: a) Evaluar los efectos de una suplementación energética durante las 3 semanas previas al parto en la producción y composición de la leche, la evolución de la condición corporal, los perfiles metabólicos y el reinicio de la actividad ovárica. b) Estudiar los efectos de la adición de sales aniónicas a la dieta preparada sobre la concentración plasmática de calcio, fósforo y magnesio, que puedan ser indicativos de la homeostasis mineral.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Unidad Experimental de INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay y se utilizaron 36 vacas Holstein multíparas. A las 4 semanas previas al parto previsto, los animales fueron asignados aleatoriamente, en base a CC y duración del período seco, a 3 grupos de tratamiento (n=12 por grupo): Control (C), Energía (E), con suplementación energética consistente en 3,5 kg/vaca/día de maíz partido (8,5% de PC y 1,96 Mcal/kg ENL); Energía con sales aniónicas (E+S) alimentación similar al grupo anterior, pero con el agregado de 250 g de sales aniónicas. Se utilizaron sales aniónicas comerciales (Nutritec, Grappiolo, Montevideo, Uruguay) compuestas por: Azufre 5,9%, Magnesio 4,5%, Cloro 32,9%, Nitrógeno 13% y saborizante 1%.

### Alimentación

En el parto las vacas pastoreaban en campo natural (11,8% proteína cruda), con una composición predominantemente de gramíneas, complementado con heno de mezcla de gramíneas (trébol blanco [*trifolium repens*]) y leguminosas (*rye-grass* [*lolium multiflorum*]) *ad-libitum*. Los tratamientos comenzaron 3 semanas previas al parto previsto y el grano de maíz partido se suministró en comederos individuales una vez al día, en la mañana previo al sangrado. El consumo de maíz se controló determinando

la cantidad ofrecida y rechazada para cada animal. A todos los animales se les suministró 15 g de sesquióxido de cromo diarios desde la tercer semana parto hasta la tercera semana posparto para estimar el consumo de forraje. Las sales aniónicas se administraron según la dosis recomendada por el fabricante. Se administraron mezcladas en el concentrado en las dietas de alta energía.

Luego del parto la alimentación fue la misma para todos los grupos y consistió en pastoreo restringido en praderas (19,3% CP, 1,7 Mcal de ENL) con combinación de leguminosas (alfalfa [*medicago sativa*]) y trébol blanco) y gramíneas (*festuca arundinacea*), durante la mitad del día, entre los dos ordeños. Durante la otra mitad, las vacas permanecían en potreros de descanso donde se les administraba ensilaje de maíz (12 kg/MF/vaca/día) (6,2% CP) en una sola comida. Se administraron 4 kg de un concentrado comercial (19% PC y 1,7 Mcal/kg ENL) dividido en los dos ordeños (2 kg por vez) al cual se le agregaron los 15 g de cromo hasta la tercer semana posparto. El consumo de materia seca digestible total fue determinado durante las tres semanas pre y posparto.

### Determinaciones

El consumo individual de forraje se determinó mediante el uso de cromo como marcador indigestible (12) y el porcentaje de éste en heces fue determinado por espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 3300 (Perkin Elmer, Wellesley, MA 02481, USA) en el Laboratorio de Suelos de INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

La condición corporal (CC) se evaluó semanalmente desde las 3 semanas previas al parto hasta las 5 posteriores por la misma persona, utilizando la escala de 1 a 5 (11).

Se midió producción de leche de cada ordeño diariamente hasta las 5 semanas posparto y para el análisis de los resultados se realizó un promedio de las 7 medidas obtenidas en la semana.

El porcentaje de grasa se determinó a partir de una muestra compuesta individual de 4 ordeños consecutivos en cada semana, que se analizó en el Laboratorio de Calidad de Leche de INIA La Estanzuela,

Colonia, Uruguay, mediante el método Mojonnier para grasa. Se utilizó un equipo Bentley 2000 (Bentley Instruments Inc. Chaska, MN 55318, USA)

El pH se determinó en orina semanalmente durante el período de transición con pHmetro, en muestras obtenidas a través de masaje perineal.

Se realizó ultrasonografía ovárica por vía rectal utilizando un transductor de 5 MHz Aloka SS500 (Aloka Co., Tokio, Japón) semanalmente, a partir de la tercer semana posparto y hasta la observación de un cuerpo lúteo. El mismo se confirmó, además, por los niveles de progesterona plasmática, en muestras tomadas 2 veces por semana.

### Bioquímica sanguínea

Se extrajeron muestras semanales de sangre para la determinación de los perfiles metabólicos desde las 4 semanas parto hasta las primeras 5 semanas posparto, las cuales se centrifugaron y el plasma se almacenó a -20 °C. Los metabolitos se determinaron en el Laboratorio Veterinario, Miguel C Rubino, Uruguay; la progesterona fue determinada por RIA en el Laboratorio de Bioquímica, Facultad de Veterinaria, Uruguay. La sensibilidad del ensayo fue de 0,05 ng/mL de progesterona y se consideró actividad luteal cuando los niveles superaron los 1 ng/mL o se encontraron dos muestras consecutivas mayores a 0,5 ng/mL. Los coeficientes de variación intra e inter ensayo fueron 6% y 11% respectivamente.

La bioquímica sanguínea fue analizada por metodologías calorimétricas (Cuadro 1). El calcio y el magnesio se determinaron a través de espectrofotometría de absorción atómica. El fósforo se determinó por Fosfomolibdato directo UV.

### Análisis estadístico

La producción de leche, la CC y los metabolitos fueron analizadas por el Proc Mixed (SAS, Statistical Analysis System, SAS Institute, Cary, NC, USA 2000) y el modelo incluyó tratamiento, tiempo (semana) y sus interacciones. La estructura de la covarianza fue auto regresiva de orden 1 y el efecto vaca se consideró como aleatorio. Las diferencias entre medias fueron analizadas por el método de Mínima diferencia Signifi-

**Cuadro 1.** Metabolitos y hormonas analizadas, método utilizado y características del método o kit comercial empleado.

Metabolito	Método	Kit
Proteína total	reacción de Biuret	Weiner Lab 864102502
Albumina	verde de Bromocresol	Weiner Lab 861250000
Urea	urease UV	Weiner Lab 861237004
AspartatoAminoTransferasa (AST)	IFCC optimizado (37°C)	Weiner Lab 861234302
Colesterol	CHOD-PAP	Weiner Lab 861231904
Ácidos Grasos No Esterificados ( NEFA)	ACS-ACOD (acil-CoA sintetasa y acil-CoA oxidasa)	NEFAC, Wako Chemicals, 994-75409
Betahidroxibutirato (BHB)	3-HBDH-NAD+3-hidroxibutirato deshidrogenasa-NAD+	Ranbut, Randox Lab RB100 <sup>a</sup>
Progesterona	Radioinmunoanálisis en fase sólida	DPC <sup>b</sup>

<sup>a</sup>: Randox Lab. Ltd., Ardmore, UK.

<sup>b</sup>: DPC: Diagnostic Products Co. Los Angeles, CA 90045-5597, USA.

cativa (LSD), con un nivel de significación del 5%. Las variables reproductivas fueron analizadas por Proc GLM (SAS) y los efectos fijos fueron solo los tratamientos parto.

## RESULTADOS

Dos animales (uno del grupo C y otro del grupo E+S) tuvieron hipocalcemia clínica luego del parto y otros 2 animales (uno del grupo C y otro del grupo E) tuvieron metritis aguda. Un animal del grupo E parió 10 días antes de la fecha prevista de parto. Los 5 animales fueron excluidos del análisis.

## Consumo

La adición de las sales aniónicas en el grupo E+S provocó una disminución significativa del consumo del concentrado desde el inicio de su administración (Cuadro 2).

El consumo de materia seca digestible total fue menor en el parto que luego del parto en todos los grupos ( $P < 0,001$ ; Figura 1A). Durante la segunda semana parto el grupo E registró un menor consumo de forrajes comparado con el grupo C ( $P < 0,05$ ). En el posparto temprano los grupos E y E+S aumentaron el consumo de forrajes comparados con el

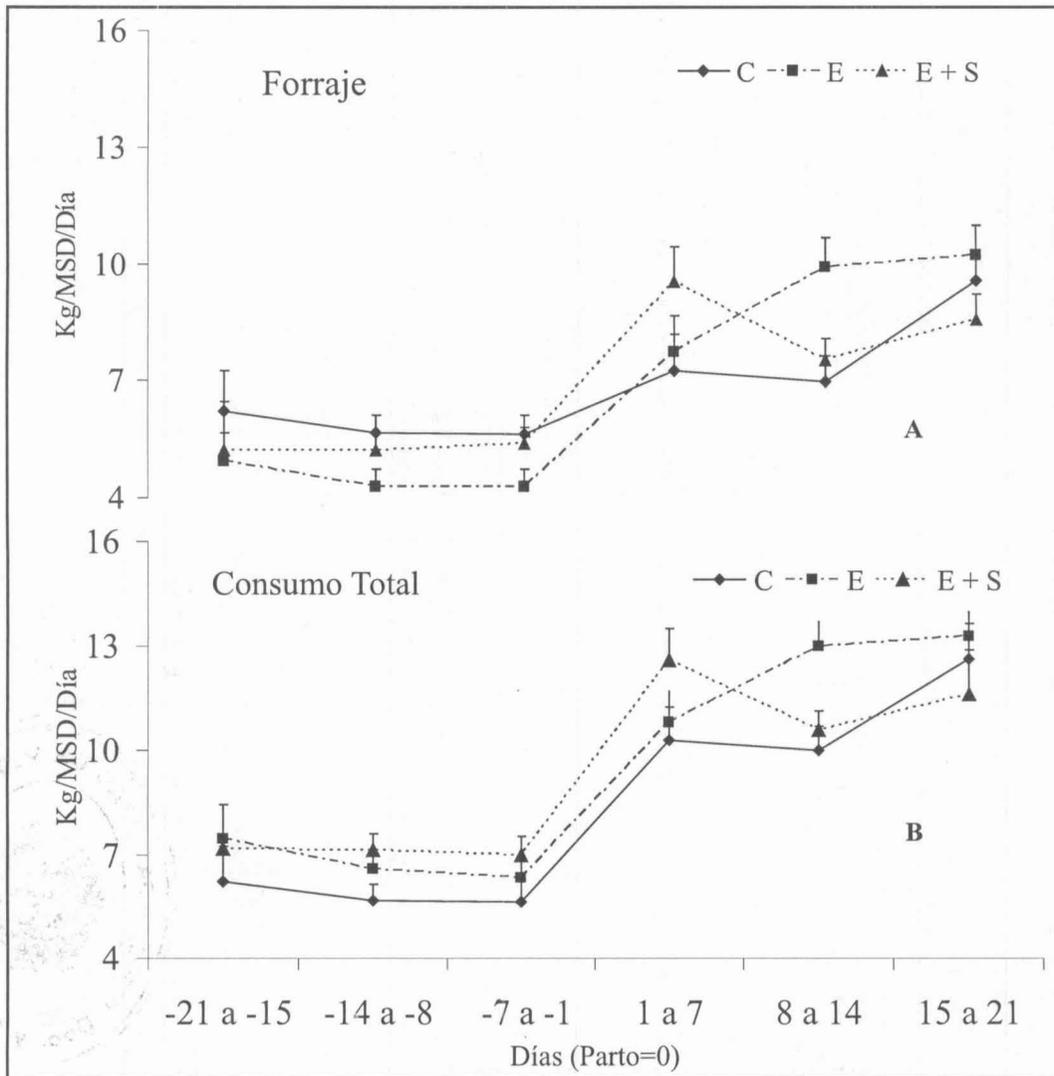
grupo C que se mantuvo constante aumentando recién a la tercer semana parto. Estos grupos registraron un comportamiento ingestivo diferente, ya que mientras que el grupo E aumentó su consumo durante las dos primeras semanas parto, el grupo E+S lo hizo solamente en la primer semana, disminuyendo a la segunda semana parto. No existieron diferencias en el consumo total entre grupos durante el parto (Figura 1B). Durante el posparto no hubo rechazo del concentrado, por lo que la cantidad administrada y consumida fue la misma para todos los grupos, por lo tanto las

**Cuadro 2.** Consumo de concentrado parto de animales suplementados (E) o suplementadas con la adición de sales aniónicas (E+S).

DÍAS	GRUPO E	GRUPO E+S
-21 a -15	3.08±0.16 <sup>a</sup>	2.40±0.27 <sup>b</sup>
-14 a -8	2.82±0.13 <sup>a</sup>	2.35±0.13 <sup>b</sup>
-7 a -1	2.56±0.14 <sup>a</sup>	1.95±0.16 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>: Diferentes letras en la misma fila difieren ( $P < 0.05$ ).

<sup>a,b</sup>: Different superscripts between columns differ ( $P < 0.05$ ).



**Figura 1.** Consumo de materia seca digestible (MSD) expresado en kg por vaca y por día (kg/día) de pastura más ensilaje (A) y consumo total (B) durante las tres semanas previas y las tres semanas posteriores al parto en los grupos control (C), suplementado con energía (E), y suplementado con energía + sales aniónicas (E+S).

diferencias registradas en el consumo total en el posparto reflejan las diferencias en el consumo de forraje.

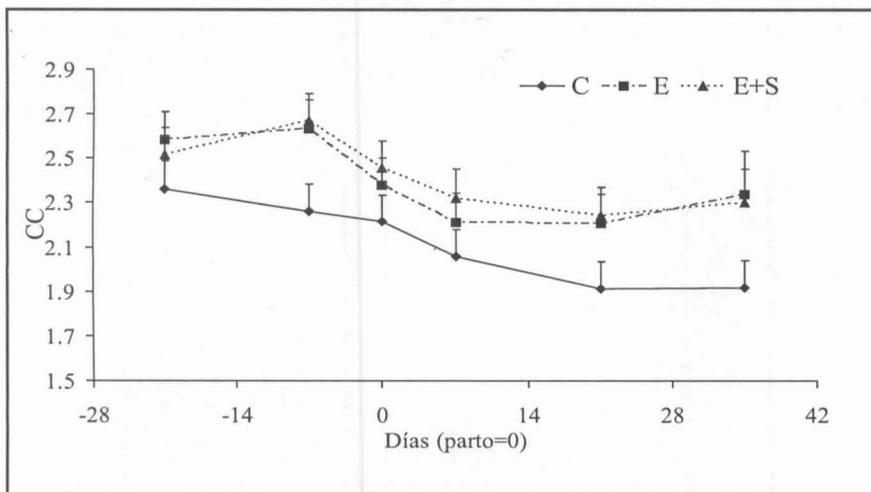
#### Evolución de la condición corporal

La suplementación energética afectó la evolución de la CC con una tendencia a aumentar la misma durante las primeras 2 semanas de tratamiento, mientras el grupo C mostró una tendencia opuesta de modo tal que en la semana previa al parto se registró una diferencia signifi-

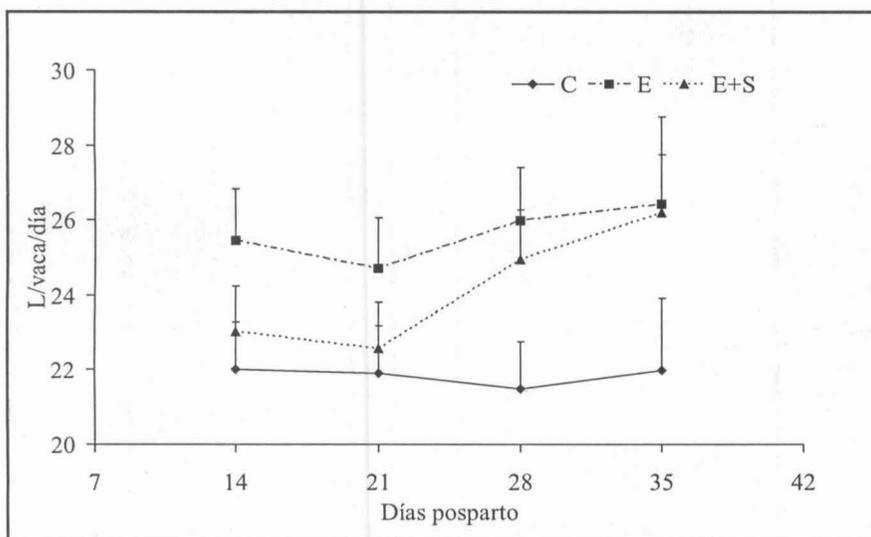
cativa entre estos grupos ( $P < 0,05$ ; Figura 2). Se registró una pérdida de CC en los grupos suplementados pero no en el grupo C, por lo que los 3 grupos llegaron al parto con una CC similar. Los 3 grupos perdieron CC hasta la tercera semana posparto y posteriormente los grupos suplementados revirtieron esta tendencia, pero no el grupo C, volviéndose a registrar una diferencia significativa a la quinta semana posparto ( $P < 0,05$ ).

#### Leche corregida por grasa (LCG)

La producción promedio de leche corregida por grasa (al 4%) (LCG) durante el período experimental fue de (litros):  $21,8 \pm 1,2$  para el grupo C,  $25,6 \pm 1,2$  para el grupo E y  $24,2 \pm 1,1$  para el grupo E+S. La diferencia entre los grupos E y C fue significativa ( $P = 0,03$ ), pero fue solo marginal entre los grupos C y E+S ( $P = 0,14$ ) (Figura 3). La producción del grupo C se mantuvo siempre por debajo de los grupos suplementados.



**Figura 2.** Evolución de la condición corporal (CC) en las 3 semanas previas y las 5 posteriores al parto en los grupos control (C), suplementado con energía (E), y suplementado con energía más sales aniónicas (E+S).



**Figura 3.** Promedios semanales de leche corregida por grasa (4%) (LCG) en las vacas de los grupos control (C), suplementado con energía (E), y suplementado con energía más la adición de sales aniónicas (E+S).



### Metabolitos

Los niveles plasmáticos de NEFA aumentaron luego del parto, registrando sus concentraciones más elevadas en la semana siguiente al mismo, para luego disminuir hacia el fin del período experimental. El grupo E fue el que registró niveles más altos en la primera semana posparto ( $P < 0,05$ ; Figura 4A).

Los niveles de BHB fueron similares en todos los grupos a lo largo del período experimental salvo en la primera semana posparto donde fueron mayores para el grupo E en comparación con el grupo C. Se registró un aumento luego del parto solo para los grupos suplementados y

recién en la tercera semana posparto en el grupo C. A diferencia de los NEFA, los niveles de BHB en el posparto se mantuvieron más altos que en el preparto para los 3 grupos (Figura 4B).

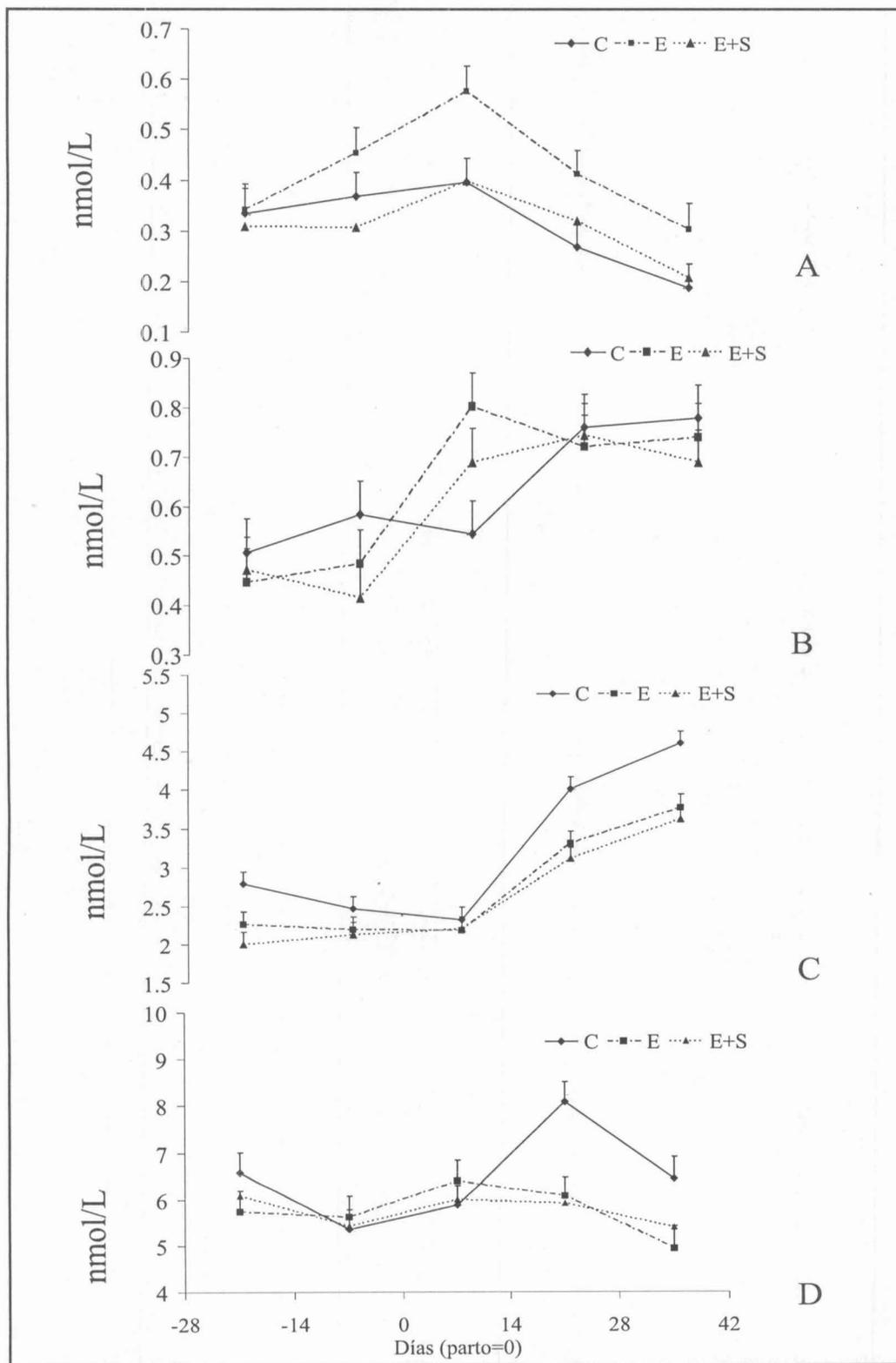
Los niveles plasmáticos de colesterol se mantuvieron bajos hasta la primera semana posparto en los grupos suplementados y posteriormente aumentaron, siendo este incremento mayor en el grupo C (Figura 4C), ( $P < 0,001$ ). En los grupos suplementados los niveles séricos de urea se mantuvieron relativamente constantes durante todo el período de transición (Figura 4D), pero en el grupo C aumentaron hacia la tercer semana posparto ( $P < 0,001$ ).

### Minerales

Los niveles séricos de todos los minerales se mantuvieron dentro de los rangos normales durante todo el período experimental. Los niveles de Ca no tuvieron efecto tratamiento (Figura 5A). Si se observó un efecto tratamiento en los niveles séricos de P y Mg ( $P < 0,05$ ) (Figura 5B y C).

### pH

La adición de sales aniónicas resultó en una disminución del pH urinario luego de iniciado los tratamientos con su nadir en la segunda semana (Figura 6); estos valores se normalizaron a la primer semana posparto.



**Figura 4.** Concentraciones séricas de NEFA (A), BHB (B), colesterol (C) y de urea (D) desde las 3 semanas previas a las 5 semanas posteriores al parto en los grupos control (C), suplementado con energía (E) y suplementado con energía más sales aniónicas (E+S).

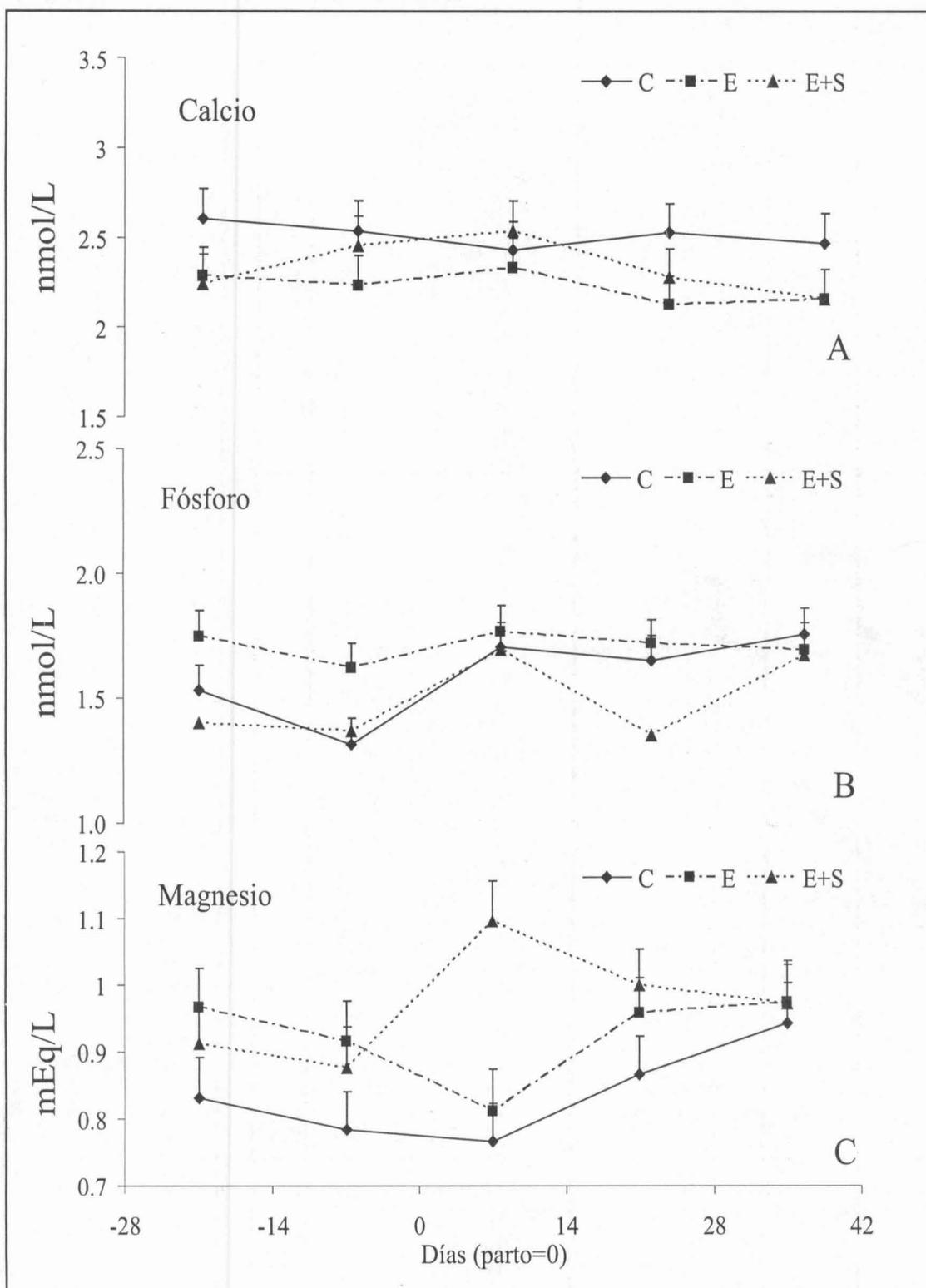
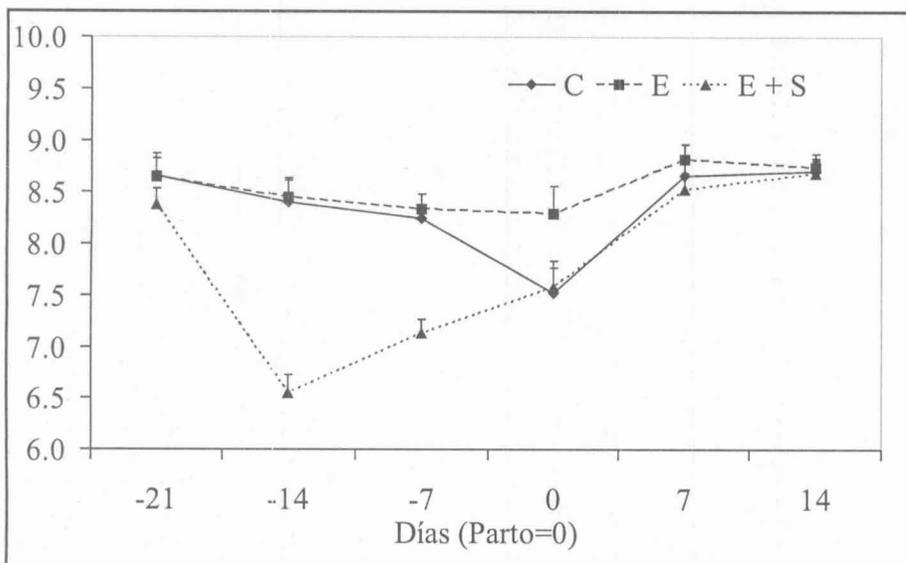


Figura 5. Concentraciones séricas de calcio (A), fósforo (B) y magnesio (C) desde las 3 semanas previas a las 5 semanas posteriores al parto en los grupos control (C), suplementado con energía (E) y suplementado con energía más sales aniónicas (E+S).



**Figura 6.** Evolución del pH urinario durante las 3 semanas previas y 3 posteriores al parto en los grupos control (C), suplementado con energía (E) y suplementado con energía más la adición de sales aniónicas (E+S).

### Indicadores reproductivos

El único parámetro reproductivo afectado por la suplementación preparto fue el intervalo parto-ovulación (Cuadro 3). El grupo E tendió a tener un menor intervalo parto-ovulación que el grupo E+S. Un 90% de los animales en el grupo E ovularon antes de los 35 días posparto ( $P < 0,05$ ), mientras que solamente 55% de las vacas del grupo E+S y 65% de las vacas del grupo C ovularon antes de los 35 días posparto.

### DISCUSIÓN

El motivo de la adición de sales aniónicas a las dietas preparto es modificar el balance catión/anión de las mismas (BCAD), de manera de crear una acidosis subclínica que prevenga otras pato-

logías metabólicas (25). En sistemas lecheros donde el pastoreo es el componente principal de la dieta, el contenido de mineral de las pasturas y/o del suelo (principalmente el alto contenido en potasio) dificulta alterar el BCAD con la adición de sales aniónicas, no obstante ésta es una práctica de uso creciente en estos sistemas lecheros. Por otra parte, la baja palatabilidad de las mismas hace que deban ser administradas con un vehículo en un volumen considerable para ser ingeridas por la vaca. La adición de 250 g (dosis indicada por el fabricante) de sales aniónicas a 3,5 kg de maíz partido ocasionó un menor consumo del mismo. (Oetzel, 25) también reportó una disminución con el consumo preparto con el suministro de sales aniónicas.

El menor consumo de forraje durante la segunda semana preparto del grupo E, comparado con el grupo C, refleja un efecto sustitución en el consumo de forraje al igual que lo encontrado por Bargo y col. (1). El aumento de consumo de forrajes de los grupos suplementados en el posparto puede estar explicado por el mayor desarrollo de las papilas ruminales provocado por el suministro de concentrados en el preparto. Esto provoca un aumento en la capacidad de absorción de ácidos grasos volátiles que lleva a una mejor digestión y mayor tránsito aumentando el consumo del animal (8). Otros autores, tanto en condiciones de estabulación (15, 33), como en sistemas pastoriles (29) reportaron una disminución del consumo total durante la

**Cuadro 3.** Intervalos del parto a primera ovulación, primer celo detectado, primer servicio y concepción, para los grupos control (C), suplementado con energía (E) y suplementado con energía más sales aniónicas.

GRUPO	INTERVALOS DEL PARTO A:			
	OVULACIÓN	CELO	SERVICIO	CONCEPCION
C	36.3±5.6 <sup>cd</sup>	50.4±6.7 <sup>c</sup>	90.2±7.2 <sup>c</sup>	126.7±12.8 <sup>c</sup>
E	26.8±5.8 <sup>d</sup>	43.2±6.7 <sup>c</sup>	82.5±7.5 <sup>c</sup>	115.1±13.4 <sup>c</sup>
E+S	46.8±5.6 <sup>c</sup>	59.1±6.7 <sup>c</sup>	81.2±7.2 <sup>c</sup>	127.0±13.4 <sup>c</sup>

<sup>cd</sup>: Medias con diferente letra dentro de la misma columna, difieren ( $P < 0,06$ ).

<sup>cd</sup>: Different superscripts between columns differ ( $P < 0,06$ ).

semana previa al parto. En este trabajo sin embargo, esta disminución en el consumo preparto se observó solamente en el consumo de concentrados, aunque el grupo con sales aniónicas tuvo una tendencia a consumir más forraje, producto posiblemente de un menor consumo de concentrados.

A pesar de que no se registraron diferencias en el consumo de materia seca digestible total durante el preparto, se registró un aumento en la CC en los grupos suplementados durante el preparto, probablemente debido al mayor contenido calórico de la dieta de los grupos suplementados aportado por el grano de maíz. La ingestión de este grano provoca, a nivel ruminal, una mayor producción de ácido propiónico que se traduce en un aumento en los niveles de glucosa y ésta a su vez en un aumento en la insulina circulante. Esto resulta en un mayor efecto anabólico de la dieta y, por lo tanto, ese mayor contenido calórico se traduce en un aumento de las reservas y de la CC (9). En contraposición a estos resultados, (Grum, 14) reportaron que suplementando con energía en el preparto la CC no sufrió cambios, pero los animales en ese trabajo tuvieron siempre una CC superior a 3 puntos durante todo el preparto y tampoco el grupo control registró pérdidas en la misma. En la semana previa al parto, se registró una pérdida de CC en los grupos E y E+S pero no en el grupo C, de modo similar a lo reportado por (Cavestany, 5) donde animales con mayor CC presentaron mayor pérdida de la misma. La mayor CC en el posparto de las vacas suplementadas sobre las controles se podría explicar porque el suministro de concentrados en el preparto permitiría una mejor adaptación ruminal a la dieta posparto y así mejoraría la utilización de la misma por los microorganismos ruminales lo que llevaría a un mayor consumo (6) y una mayor CC. La suplementación energética preparto tuvo efecto positivo en el volumen de leche producida, contrariamente a lo reportado por (Grummer, 15) aunque las vacas en ese trabajo estaban en confinamiento y tenían una CC superior a las del nuestro. (Stockdale & Roche, 29) en condiciones pastoriles encontraron que el aumento de grano de maíz en la dieta preparto resultó en un aumento la pro-

ducción de leche, en concordancia con nuestros resultados. La mayor producción de leche corregida por grasa estuvo asociada a un porcentaje de grasa en la leche ligeramente superior en los grupos suplementados como ha sido reportado previamente (7, 16, 19). Contrariamente, (Nocek, 25) concluyeron que el nivel de alimentación preparto no aumenta el contenido de grasa en leche.

El mayor nivel de NEFA del grupo E entre el la primer y tercera semana posparto es consistente con la disminución de la CC en este período, así como una mayor producción de grasa en leche. Si bien este aumento de NEFA no se vio reflejado en una disminución en el consumo de materia seca digestible total preparto como lo reportado por (Kunz, 20), (Simmons, 27), Vazquez-Añón, 33) y (Grum, 14), sí se podría evidenciar por la disminución del consumo de concentrados en la última semana preparto. Contrariamente, (Stockdale & Roche, 29) encontraron que aumentar la energía preparto llevó a una menor movilización de NEFA cercano al parto. Luego de la segunda semana posparto se observó una disminución de los NEFA para todos los grupos, lo que se explica por un aumento en el consumo en ese período. El aumento en las concentraciones de BHB en la semana siguiente al parto también es consistente con una mayor movilización de grasa y una mejor producción de leche en los grupos suplementados. La demora en retornar a los niveles preparto es el reflejo de un período más prolongado de balance energético negativo posparto, dado por la baja CC y un mayor gasto energético debido a las condiciones pastoriles del sistema productivo, tal cual ha sido demostrado previamente (5, 22). Al igual que en el presente trabajo, (Grummer, 15) encontró que animales alimentados con altos niveles energéticos en el preparto tuvieron mayores niveles de BHB en plasma en el periparto. Los niveles de BHB reflejan la necesidad energética de los animales al comienzo de la lactancia, y éstos resultados concuerdan con lo descrito previamente (17, 18, 23, 33).

El aumento en los niveles de colesterol en los 3 grupos a partir de la primera semana posparto puede deberse tanto al catabolismo lipídico dado por la gran

demanda energética en la lactación o por un aumento de la síntesis hepática de lipoproteínas. Los bajos niveles de colesterol alrededor del parto pueden relacionarse con movilización de grasa debido a la deficiencia de energía (13). Teniendo en cuenta que las pérdidas severas de CC se observaron alrededor del parto, cuando los niveles de colesterol eran bajos, estos resultados sugieren que el aumento en el colesterol está asociado con un mejor balance energético, al igual que lo reportado por (Cavestany, 5). A partir de la tercera semana posparto los niveles de urea en el grupo C aumentaron y esto puede ser la consecuencia de un mayor catabolismo proteico, ya que estos animales presentaron menor reserva lipídica para movilizar en el posparto, debiendo acudir a sus reservas proteicas.

Los niveles de Ca no fueron diferentes en los distintos grupos y tampoco se registraron niveles indicativos de hipocalcemia subclínica en los días previos y posteriores al parto, en contraposición a sistemas de producción más intensivos, donde la gran producción de leche enseguida del parto provoca este trastorno. Esto es coincidente también con que no se registraron alteraciones metabólicas durante el puerperio y que solamente 2 vacas presentaron hipocalcemia clínica, una de las cuales correspondía, casualmente, al grupo suplementado con sales aniónicas. (Roche, 26) tampoco encontraron diferencias en las concentraciones plasmáticas de Ca con la adición de sales aniónicas a la dieta. En animales en pastoreo el consumo es menor que en animales estabulados, los niveles de producción de leche son menores y, consecuentemente, la movilización de calcio hacia la glándula mamaria es menor. Por tal razón, la hipocalcemia subclínica es menos común. Los niveles de P y Mg se mantuvieron dentro de los rangos normales, no presentándose ninguna patología clínica asociada a ellos. No se encontraron reportes en los cuales las sales aniónicas afectasen los niveles de estos minerales en sangre.

A pesar de no afectar los niveles de minerales circulantes, la suplementación con sales aniónicas resultó en una disminución del pH urinario a partir de la tercera semana preparto, coincidentemente con lo reportado con (Troncoso, 30).

El grupo E tendió a tener un menor intervalo parto-ovulación que el grupo E+S y esta tendencia podría deberse a que en el último grupo el consumo disminuyó en la segunda semana posparto, mientras que en el anterior aumentó. Esta disminución, podría haber sido debida en una disminución de los niveles circulantes de hormonas metabólicas que también influyen en los procesos reproductivos, tales como IGF-I o insulina (22). Por otra parte, también se ha reportado que vacas con menor consumo demoran más en reiniciar la actividad cíclica del ovario (2, 28). A diferencia de nuestros hallazgos, (Keady, 19) en condiciones de estabulación, afirmaron que la suplementación con concentrados energéticos en el período seco retrasó el inicio de la ciclicidad ovárica. Según (Butler, 4) y (Butler & Smith, 3), el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto está inversamente re-

lacionado al máximo BEN, y cuanto más rápido se recuperen del mismo, antes comenzarán a ciclar. No encontramos un efecto tratamiento en el resto de los indicadores reproductivos aunque estos están también influenciados por factores humanos y/o de manejo.

En conclusión la utilización de un suplemento energético durante el parto tardó mejoró la CC y resultó en una mayor producción de LCG y un anestro posparto más corto.

La administración de sales aniónicas durante el parto no resultó en cambios de las concentraciones de minerales (Ca, P, Mg) en las vacas en el parto, quizás por no haber alcanzado los niveles esperados en el BCAD debido a que la ingesta fue menor a la esperada por la baja palatabilidad de las mismas.

Debido a la menor producción de leche de vacas en condiciones de pastoreo en contraposición a vacas estabuladas, la falla en detectar disminuciones en los niveles de calcio en los días alrededor del parto en los animales y la baja incidencia de hipocalcemia clínica registrada y la disminución del consumo de concentrado si se administra conjuntamente con sales aniónicas (aun a las dosis recomendadas), asociado a las dificultades en modificar el BCAD hacen que los beneficios del uso de estos productos en condiciones de producción pastoriles deban ser evaluados más cuidadosamente. Los beneficios reportados por técnicos o productores que las utilizan, posiblemente sean debidos a la suplementación que necesariamente debe asociarse a las sales aniónicas para posibilitar su consumo, más que al efecto de las sales en sí.

## Referencias Bibliográficas

1. Bargo, F.; Vatga, G.A.; Muller, L.D.; Kolver, E.S. (2003). Pasture intake and substitution rate effects on nutrient digestion and nitrogen metabolism during continuous culture fermentation. *J. Dairy Sci.* 86:1330-1340.
2. Butler, W.R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reprod. Sci.* 60-61:449-457.
3. Butler, W.R.; Smith, R.D. (1989). Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72:767-783.
4. Butler, W.R.; Everett, R.W.; Coppock C.E. (1981). The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 53:742-748.
5. Cavestany, D.; Blanc, J.E.; Kulcsar, M.; Uriarte, G.; Chilibroste, P.; Meikle, A.; Febel, H.; Ferraris, A.; Krall, E. (2005). Metabolic profiles of the transition dairy cow under a pasture-based milk production system. *J. Vet. Med. A.* 52:1-7.
6. Curtis, C.R.; Erb, H.N.; Sniffen, C.J.; Smith, R.D.; Kronfeld, D.S. (1985). Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorder and mastitis in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68:2347-2360.
7. Davenport, D.G.; Rakes, A.H. (1969). Effects of pre-partum feeding level and body condition on the post-partum performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 53:1037-1043.
8. Dirksen, G.; Dori, S.; Arbel, A.; Schwarz, M.; Liebich, H.G. (1997). The rumen mucosa-its importance as a metabolic organ of the high producing dairy cow. *Israel J. Vet. Med. A.* 52:73-79.
9. Drackley, J.K. (2000). Lipid Metabolism. En: *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. Ed. J.P.F. D'Mello. CAB International. Reino Unido. pp 97-119.
10. Drackley, J.K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier?. *J. Dairy Sci.* 82:2259-2273.
11. Edmonson, A.J.; Lean, J.; Weaver, L.D.; Farver, T.; Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.
12. Galyean, M.L.; Estell, L.J. (1996). Marked-based approaches for estimation of fecal output and digestibility in ruminants. *Oklahoma agric Exp Sta Mp* 121:96.
13. Ghergariu, S.; Rowlands, G.J.; Pop, A.; Danelescu, N.; Moldovan, N.A. (1984). A comparative study of metabolic profiles obtained in dairy herds in Romania. *Br. Vet. J.* 140:600-608.
14. Grum, D.E.; Drackley, J.K.; Younker, R.S.; Lacount, D.W.; Veenhuizen, J.J. (1996). Nutrition during the dry period and hepatic metabolism of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1850-1864.
15. Grummer, R.R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Animal Sci.* 73:2820-2833.
16. Hernandez-Urdaneta, A.; Coppock, C.E.; McDowell, R.E.; Gianola, D.; Smith, N-E. (1976). Changes in forage-concentrate ratio of complete feeds for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 59:695-707.
17. Holtenius, K.; Agenäs, S.; Delavaud, C.; Chilliard, Y. (2003). Effects of Feeding Intensity During the Dry Period. 2. Metabolic and

- Hormonal Responses. *J. Dairy Sci.* 86:883-891.
18. **Invgartsen, K.L.; Andersen, J.B.** (2000). Integration of metabolism and intake regulation: a review focusig on periparturient animal. *J. Dairy Sci.* 83:1573-1597.
19. **Keady, T.W.J.; Mayne, C.S.; Fitzpatrick, D.A.; Mccoys, M.A.** (2001). Effect of concentrate feed level in late gestation on subsequent milk yield, milk composition, and fertility of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1468-1479.
20. **Kunz, P.L.; Blum, J.W.; Hart, I.C.; Bickel, H.; Landis, P.** (1985). Effects of different energy intakes before and after calving on feed intake, performance and blood hormones and metabolites in dairy cows. *Anim. Prod.* 40:219-231.
21. **Manston, R.; Russell, A.M.; Dew, S.M.; Payne, J.M.** (1975). The influence of dietary protein upon blood composition in dairy cows. *Vet. Rec.* 96:497-502.
22. **Meikle, A.; Kulcsar, M.; Chilliard, Y.; Delavaud, C.; Cavestany, D.; Chilibroste, P.** (2004). Studies of the transition dairy cow under a pasture-based milk production system: II. Endocrine and reproductive parameters. *Reproduction* 127: 727-737.
23. **Moorby, J.M.; Dewhurst, R.J.; Tweed, J.K.S.; Dhanoa, M.S.; Beck, N.F.G.** (2000). Effects of altering the energy and protein supply to dairy cows during the dry period. 2. Metabolic and hormonal responses. *J. Dairy Sci.* 83:1795-1805.
24. **Nocek, J.E.; Steele, R.L.; Braund, D.G.** (1986). Prepartum grain feeding and subsequent lactation forage program effects on perfrmance of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 69:734-744.
25. **Oetzel, G.R.** (2000). Management of dry cows for the prevention of milk fever and mineral disorders. *Vet. Clin. North Am.: Food Animal Practice* 16:369-386.
26. **Roche, J.R.; Dalley, D.; Moate, P.; Grainger, C.; Hannah, M.; O'Mara, F.; Rath, M.** (2000). Variations in the dietary cation-anion difference and the acid-base balance of dairy cows on a pasture-based diet in south-eastern Australia. *Grass Forage Sci.* 55:26-36.
27. **Simmons, C.R.; Bergen, W.G.; Van der Haar, M.J.; Sprecher, D.K.; Sniffen, C.J.; Stanisiewski, E.P.; Tucker, H.A.** (1994). Protein and fat metabolism in cows given somavubove before parturation. *J. Dairy Sci.* 77:1835-1847.
28. **Staples, C.R.; Thatcher, W.W.; Clark, J.H.** (1990). Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:938-947.
29. **Stockdale, C.R.; Roche, J.R.** (2002). A review of the energy and protein nutrition of dairy cows through their dry period and its impact on early lactation performance. *Aust. J. Agri. Res.* 53:737-753.
30. **Troncoso, H.** (1999). Dietas aniónicas y cationicas en el período de transición y la reproducción", 2do. Congreso internacional de médicos veterinarios zootecnistas especialistas en bovinos de la Comarca lagunera, Durango, México 21, 22, 23 de octubre.
31. **Vagnoni, D.B.; Oetzel, G.R.** (1998). Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *J. Dairy Sci.* 81: 1643-1652.
32. **Van Dijk, C.J.; Lourens, D.C.** (2001). Effects of anionic salts in a pre-partum dairy ration on calcium metabolism. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 72:76-80.
33. **Vazquez-Añon, M.; Bertic, S.; Luck, M.; Grummer, R.R.** (1994). Peripartum liver triglycerides and plasma metabolites in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:1521-1528.
34. **Von Gravert, H.O.; Langner, R.; Diekmann, L.; Pabst, K.; Sulte-Coerne, H.** (1986). Ketokörper in milch als indikatoren für die energiebilanz der milchkühe. *Züchtungskunde* 58:309-318.
35. **Whitaker, D.A.; Smith, E.J.; Da Rosa, G.O.; Kelly, J.M.** (1993). Some effects of nutrition and management on the fertility of dairy cattle. *Vet. Rec.* 133:61-64