

## Artículo de Investigación

# Efecto de la suplementación preparto con cloruro de calcio sobre la concentración de glucosa y urea en el intervalo parto-celo en vacas Carora.

Effect of prepartum supplementation with calcium chloride on glucose and urea concentration and postpartum anestrus interval in Carora cows.

<sup>1</sup>Villarreal Alvarez Villanny N., <sup>1</sup>López-Ortega Aura A., <sup>1</sup>Márquez Alvarado Adelys A.,  
<sup>1\*</sup>Márquez Alvarado Ysabel C.

<sup>1</sup> Unidad de Investigación en Ciencias Funcionales “Dr. Haity Moussatché” (UNIHM), Decanato de Ciencias Veterinaria, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA), Barquisimeto, Venezuela. Telef: 0251-2592409  
e-mail: <sup>1\*</sup>isabelmarquez@ucla.edu.ve, villi24@gmail.com, alopez@ucla.edu.ve, adelism@ucla.edu.ve

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación preparto con cloruro de calcio sobre la concentración sérica de metabolitos energéticos (glucosa y urea) durante el periparto, así como sobre días parto-primer celo. Se empleó un diseño completamente al azar utilizando 24 vacas Raza Carora de dos o más partos, distribuidas en dos grupos de 12 animales cada uno, un grupo suplementado con 100 g de cloruro de calcio/vaca/día 21 días antes de la fecha probable de parto con un BCAD de -9,6 mEq/100 g de MS, y un grupo no suplementado. El día -14 y a los 1, 15 y 45 días postparto se determinaron las concentraciones de glucosa, urea e intervalo parto-celo. La glucosa aumentó a los días 15 y 30 postparto en el grupo suplementado. La concentración de urea aumentó a los días 15 y 45 postparto. No se encontraron diferencias significativas de los días parto-primer celo entre los grupos. Sobre la base de los presentes resultados se concluye que la suplementación con 100 g/vaca/día de cloruro de calcio en el preparto en vacas Raza Carora, modifica los valores de la glucosa y urea séricas pero no hubo efecto en la reducción de los días parto al primer celo.

**Palabras clave:** cloruro de calcio, vacas Carora, glucosa, urea, días abiertos.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of prepartum supplementation with calcium chloride on the serum concentration of energy metabolites (glucose and urea) during peripartum period and postpartum anestrus days. A completely randomized design was used using 24 multiparous Carora cows which were distributed in two groups of 12 animals each. A group was supplemented with 100g of calcium chloride/cow/day 21 days before the estimated calving day with a DCAD of -9.6 mEq / 100g DM. The second group was not supplemented. Glucose and urea concentrations as well as postpartum anestrus interval were determined on day 14 prepartum and 1, 15 and 45 days postpartum. The glucose concentration increased on days 15 and 30 postpartum in the supplemented group. The urea concentration increased on days 15 and 45 postpartum. There were no significant differences in the number of days from calving to first heat between groups. Based on the results it can be concluded that supplementation with 100g/cow/day of calcium chloride during prepartum in Carora cows, modifies the serum glucose and urea concentrations but has no effect on the reduction of the days from calving to the first heat.

**Key words:** calcium chloride, Carora cows, glucose, urea, postpartum anestrus.

Recibido: 10-09-2020

Aceptado: 08-10-2020

## INTRODUCCIÓN

En vacas lecheras, la cantidad de energía requerida a principios de la lactancia para el mantenimiento de los tejidos corporales y la producción de leche excede la cantidad de energía que la vaca puede obtener de la dieta; como resultado, el animal entra en un balance energético negativo (BEN) y comienza a utilizar sus reservas de grasa corporal como fuente de energía lo cual desencadena las denominadas enfermedades metabólicas, las cuales son definidas como desórdenes nutricionales en su origen [1]. Además tiene efectos sobre la reproducción ya que se ha demostrado que un prolongado BEN en la lactancia temprana está asociado con un aumento del intervalo parto a la primera ovulación, parto-concepción y una baja tasa de ovulación debido a la disminución en la frecuencia de los pulsos de hormona luteinizante (LH) por una inadecuada secreción hipotalámica de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) [2, 3].

La energía necesaria para una vaca en transición se incrementa de aproximadamente 1kg/d de glucosa durante la última semana de gestación, hasta 2,5 kg/d durante las 3 primeras semanas después del parto [4]. El BEN provoca cambios en las concentraciones de glucosa y de las hormonas relacionadas con el metabolismo intermediario de la energía. En las vacas en lactancia temprana estos fenómenos son fisiológicos sugiriendo que estas pueden ser susceptibles a cetosis e hígado graso al presentar bajos niveles de insulina [5]. Además, la glándula mamaria es capaz de utilizar glucosa con bajos niveles de insulina, y dadas las altas demandas de este metabolito para la producción lechera, la toma de glucosa por este órgano afecta la glicemia, la cual debe estabilizarse por incremento en la tasa de gluconeogénesis así como por la disminución en las tasas de oxidación de la glucosa. Es por esta razón que la vaca debe recurrir a la movilización de sus reservas corporales de grasa [6].

En los rumiantes la urea endógena puede ser utilizada para la síntesis de proteínas en los preestómagos. La digestión microbiana del

nitrógeno (N) alimentario produce importantes cantidades de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), que es parcialmente utilizado por los microorganismos para sintetizar sus proteínas y parcialmente absorbido a través de la pared ruminal y ser transformado en urea en el hígado [7]. De tal manera que las concentraciones plasmáticas de urea dependen del aporte proteico de la ración, así como de la relación proteína: energía en el rumen. Concentraciones plasmáticas bajas reflejan una dieta deficiente en proteína; por el contrario, concentraciones altas indican un exceso de proteína degradable en el rumen. Una disminución de energía en la ración está inversamente relacionada con la concentración ruminal de amonio, debido a la disminución en la síntesis de proteína microbiana, la cual es dependiente de energía [8]. Por otro lado, las deficiencias de proteína como consecuencia de la movilización de las reservas corporales se muestran en el postparto y limitan la producción de leche así como la síntesis de inmunoglobulinas, comprometen inmunológicamente a la madre y al becerro [9] y los niveles elevados de cortisol y estrógenos que inician la cascada de eventos del parto, reducen la capacidad de respuesta del sistema inmune [10].

Por estas razones, es necesario ajustar la ración de la vaca en el preparto, y así preparar al organismo ante las adaptaciones metabólicas que ocurren durante este período de transición y que pueden traer consecuencias negativas en el postparto. Para minimizar este problema, en los últimos años se ha recurrido a la manipulación del balance catión-anión de la dieta (BCAD) en la explotaciones lecheras, la cual consiste en la adición de una sal aniónica a la ración ofrecida al lote de vacas secas en el preparto [11]. En líneas generales, con el manejo del BCAD lo que se busca es mejorar el balance ácido-base y prevenir los desequilibrios de la vaca al inicio de la lactancia los cuales están asociados a la presentación de enfermedades metabólicas.

Para determinar la magnitud del desequilibrio mineral y energético, Ceballos y Andaur [12] proponen la evaluación bioquímica de los minerales y metabolitos sanguíneos más

relevantes relacionados con la nutrición, como la glucosa, úrea, colesterol, triacilglicérol, entre otros. Estos parámetros permiten obtener información de la alteración de la homeostasis en el animal durante el parto y se han utilizado como una herramienta para complementar la evaluación del estado nutricional del rebaño [13, 14]. Sobre la base de esta problemática se ha planteado la necesidad de evaluar el efecto de la suplementación con una dieta aniónica durante el parto sobre la concentración de glucosa, urea y el intervalo parto-primer celo en vacas Carora.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en una finca lechera comercial ubicada en la parroquia Montañas Verdes del Municipio Torres, estado Lara, Venezuela, cuyo sistema de manejo es semi-intensivo. La unidad de producción se encuentra a una altura de 565 m.s.n.m, ubicada en los valles de la depresión de Carora donde nace la cordillera andina, con una temperatura promedio anual de 24°C y una pluviometría de 999,5 mm<sup>3</sup> (FONAIAP, 1992). Se llevó a cabo bajo una investigación experimental de campo, donde se empleó un diseño longitudinal, correlacional causal, según la definición de Balestrini [15].

La muestra objeto de estudio estuvo representada por 24 vacas Raza Carora multíparas, seleccionadas al azar, 12 de las cuales fueron las vacas sometidas a una dieta parto con la adición de 100 g/vaca/día de cloruro de calcio, y las otras 12 fueron las vacas del grupo control o no suplementado. Se incluyeron vacas entre 245 y 255 días de gestación según fecha de inseminación o último servicio registrado, y vacas de 2 o más partos con similares promedios de producción. Se excluyeron vacas con mastitis o con diagnóstico de enfermedad reciente (según registros). Se suministró una ración total mezclada (RTM) ofrecida en dos porciones, una en las primeras horas de la mañana (9:00am) y la otra en las primeras horas de la tarde (3:00pm). La RTM que se suministró a las vacas del grupo suplementado contenía la sal aniónica

representada por 100 g/vaca/día de cloruro de calcio la cual comenzó a administrarse 21 días antes de la fecha probable de parto (Tabla 1).

En el parto, la dieta no fue manipulada y a ambos grupos se les suministró la misma ración. En investigaciones previas se determinó el pH urinario que se realizó dos veces por semana desde el día 21 antes de la fecha probable de parto [16].

## Determinación de metabolitos.

Las muestras biológicas obtenidas para la determinación de los metabolitos (glucosa, urea, ) fueron tomadas , el día 14 parto y los días 1, 15 y 45 parto, para lo cual se extrajeron muestras de sangre mediante punción de la vena coccígea las cuales fueron recolectadas en tubos Vacutainer® sin anticoagulante, centrifugados a 3.000 x g durante 15 minutos, el suero fue trasvasado a tubos Eppendorf® para su refrigeración y posterior análisis en la Unidad de Investigación en Ciencias Funcionales “Dr. Haity Moussatché” (UNIHM) del Decanato de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA).. En el caso de la glucosa, la recolección de las muestras se realizó en tubos con citrato de sodio. Todos los metabolitos se determinaron en un Analizador bioquímico veterinario EMP-168Vet (Shenzhen Emperor Electronic Technology Co. Ltd., China), utilizando los estuches de Diagnóstico Gamma® para la determinación cuantitativa *in vitro* en suero o plasma, de Laboratorios Heiga (Caracas, Venezuela), por medio de técnicas colorimétricas enzimáticas directas, siguiendo las metodologías referidas (Tabla II).

## Intervalo días parto-primer celo:

Se determinó mediante los registros, con la fecha del primer celo detectado por el personal técnico de la finca.

## Análisis Estadístico

El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + C_{ji} + D_k + TD_{ik} + e_{ijk}$$

En donde:

Y: concentración de minerales, metabolitos y producción de leche (variable dependiente).

$\mu$ : promedio general de la población.

Ti: efecto del tratamiento.

C<sub>ji</sub>: efecto aleatorio de la vaca dentro del tratamiento.

D<sub>k</sub>: efecto fijo del día de muestreo en relación al parto.

TD<sub>ik</sub>: interacción de T x D.

e<sub>ijk</sub>: error residual.

Todas las variables bioquímicas se analizaron estadísticamente utilizando el modelo arriba descrito, con el procedimiento PROC MIXED en SAS [19], D<sub>k</sub> fue considerada como efecto fijo y C<sub>ji</sub> como efecto variable. La estructura de covarianza utilizada fue Spatial Power y la comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey-Kramer. Se utilizó un nivel de significancia del 95 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la suplementación con cloruro de calcio sobre el pH urinario fue determinado de acuerdo a lo descrito anteriormente [16]. El pH disminuyó progresivamente a partir del día -14 ( $7,08 \pm 0,13$ ), alcanzando su nivel más bajos el día -7 ( $6,11 \pm 0,13$ ). Se encontró diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre tratamientos para los días -14, -7 y 1, lo que confirmó el efecto de la sal y como era de esperarse, el pH aumentó inmediatamente después del parto en el grupo suplementado [16].

### Efecto de la suplementación con cloruro de calcio sobre la concentración sérica o plasmática de glucosa y urea.

Las concentraciones plasmáticas de glucosa en el grupo suplementado fueron más elevadas en el postparto con respecto al grupo no suplementado, encontrándose diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) al día 1 ( $65,28$  vs.  $43,26 \pm 2,19$  mg/dL) y 15 ( $60,05$  vs.  $43,02 \pm 2,19$  mg/dL) postparto (Figura 1).

En el grupo suplementado con cloruro de calcio, hubo un aumento en la concentración de

glucosa después del parto, sin embargo, estas se vieron disminuidas a los 45 días postparto, a diferencia del grupo no suplementado donde los valores permanecieron por debajo de las concentraciones normales a los días 1 y 15 y aumentaron al día 45 postparto. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Turk [20], quienes demostraron que la capacidad gluconeogénica y de adaptación del hígado es mayor entre la semana 1 y 3 postparto cuando los requerimientos energéticos para la producción de leche se incrementan, y se favorece el aumento de la gluconeogénesis a partir de propionato y desde sustratos que utilizan la vía del piruvato.

Estos incrementos de glucosa después del parto contrastan con los resultados obtenidos por Seifi [21] con un BCAD de  $-82$  mEq/100 de MS, en donde no se encontraron diferencias significativas en la concentración de glucosa entre el grupo sometido a la dieta preparto con sales aniónicas y el grupo control. Estos aumentos en los niveles de glucosa postparto en vacas suplementadas con cloruro de calcio pudieron promover cambios en el balance energético del animal e influenciar la condición corporal (CC) y calidad de la leche. En esta investigación no se realizaron evaluaciones en el peso vivo, CC ni calidad de la leche, por lo que este supuesto no puede ser confirmado. En relación a las vacas no suplementadas, los bajos niveles de glucosa presentados durante los primeros 15 días postparto posiblemente fueron determinantes para predisponerlas a cetosis y promover una acumulación excesiva de grasa en el hígado. En esta investigación tampoco se realizaron mediciones de cuerpos cetónicos en plasma, orina o leche que permitan corroborar este planteamiento.

Con respecto a las concentraciones de urea sérica en vacas Carora durante el periparto, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre ambos grupos, al día -14 y a los 15 y 45 días postparto. En el grupo suplementado con sales aniónicas se registró un aumento moderado ( $P > 0,05$ ) desde el día 1 ( $23,27 \pm 5,55$  mg/dL) hasta el día 15 ( $28,28 \pm 5,50$  mg/dL) postparto, mientras que en el

grupo no suplementado se observó una disminución ( $P>0,05$ ) de las concentraciones desde el día 1 ( $16,50\pm 2,49$  mg/dL) hasta el día 45 ( $12,05 \pm 2,89$  mg/dL) postparto. Estos resultados difieren de los obtenidos por Hu [22] y Crespi [23] quienes no encontraron diferencias significativas en las concentraciones séricas de urea en la lactancia temprana de vacas Holstein suplementadas o no con sales aniónicas con un BCAD de -3 y -22 mEq/100 g de MS.

La urea es el producto final del metabolismo de las proteínas y refleja el balance entre la proteína degradable en el rumen (PDR) y la energía fermentable en el rumen, los valores normales reportados para este metabolito se encuentran entre 6 - 22 mg/dL para bovinos adultos [8]. Cuando el consumo de PDR es alto o el consumo de carbohidratos degradables es bajo, el amonio en el rumen aumenta y sobrepasa la cantidad que pueden utilizar las bacterias; cuando existe un exceso de amonio este pasa vía sistémica al hígado donde es transformado y eliminado, lo cual trae como consecuencia un incremento de los niveles de urea en sangre [7].

En esta investigación, la PDR en la ración preparto para el grupo suplementado o no con cloruro de calcio fue de 9,62 % y 9,76 % respectivamente y en el postparto para los dos grupos fue de 9,33 %, lo cual no nos permite atribuirle los resultados obtenidos a un exceso de PDR debido a que éstos se encuentran dentro de los valores normales establecidos por el NRC [24]. Es probable que en el grupo suplementado hubiera un mayor catabolismo proteico y que por efecto del cloruro de cálcico, no redujera el consumo, trayendo como consecuencia que la movilización lipídica durante el periparto no fuese excesiva. Lo que hace inferir que en estas vacas, los AGNE provenientes del tejido adiposo no fueron en cantidad suficiente para generar hígado grado ni afectar su capacidad de sintetizar urea.

Es conocido, que el efecto de la administración de sales aniónicas en el

preparto sobre el metabolismo de la urea está muy ligado al mejoramiento del balance mineral y energético del animal, y se explica porque al no experimentarse una disminución en el consumo de alimento durante el posparto temprano, no hay acumulación de TAG en el hígado y no se reduce la capacidad ureogénica en los hepatocitos que es lo que finalmente provoca la elevación de las concentraciones de urea sérica en vacas periparturientas [25]. Posiblemente, parte de la urea originada en el hígado a partir del amoníaco residual del metabolismo de las proteínas fue enviada al rumen como parte del ciclo de recuperación de nitrógeno, lo cual provoca un aumento en el amoníaco ruminal e incrementa la urea plasmática [26].

### **Efecto de la suplementación con cloruro de calcio sobre los días parto-primer celo.**

El promedio del número de días del grupo suplementado desde el parto hasta la detección del primer celo postparto estuvo alrededor de los 85 días, mientras que en el grupo no suplementado fue de 81 días; no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $P< 0,05$ ) por el efecto del tratamiento. Esto difiere de lo reportado por Wang y Beede (1992) [28] quienes detectaron mejoras en la eficiencia reproductiva y un incremento de 17 % de la tasa de concepción así como una disminución de hasta 14 días de los días abiertos.

Los resultados aquí encontrados no fueron los esperados, debido a que vacas suplementadas con sal aniónica posiblemente presentaron un balance energético menos negativo que aquellas vacas no suplementadas lo cual le permitiría retomar su ciclo reproductivo más rápido. Radcliff y col. [28] y Kim y col. [29] reportaron que la duración del balance energético negativo está relacionada al comportamiento reproductivo y sugieren, además, que las deficiencias energéticas durante la lactancia temprana en vacas disminuyen la síntesis del receptor hepático de la hormona del crecimiento (GH), así como de

la producción del IGF-I (factor de crecimiento insulínico tipo I). El IGF -1 tiene la capacidad de mejorar la esteroidogénesis inducida por las hormonas LH (hormona luteinizante) y FSH (hormona folículo estimulante), de manera que una reducción en la concentración de IGF-1 y de insulina al inicio de la lactancia, posiblemente conduzca a una menor sensibilidad de los folículos ováricos a la acción de las gonadotropinas. Por su parte, Butler [30] señala que el restablecimiento de la actividad ovárica ocurre cuando el animal se encuentra en un balance energético positivo, lo que trae como consecuencia una elevación de los niveles del IGF-I, de insulina, leptina, LH y estradiol, conduciendo a la producción de folículos dominantes destinados a la ovulación.

La ausencia de diferencias en número de días del parto al primer celo entre los grupos evaluados, pudiera explicarse por la mayor concentración de urea en animales suplementados, valores incluso superiores a los normales. Kaufmann y col. [31] reportaron que las altas concentraciones de urea en la semana 1 postparto están asociadas con un incremento en las probabilidades de endometritis clínica, y lo atribuyeron a una alteración del pH uterino lo cual pudo facilitar el crecimiento bacteriano y disminuir los mecanismos de defensa inmune local. En nuestra investigación, las concentraciones de urea sérica permanecieron superiores en todas las mediciones postparto en el grupo suplementado con sales aniónicas con respecto al grupo no suplementado.

Sobre la base de los presentes resultados se concluye que la suplementación con 100 g/vaca/día de cloruro de calcio en el parto en vacas Raza Carora, aumentó la concentración plasmática de glucosa al día 1 postparto, la urea sérica aumentó a los días 1, 15 y 45 postparto y no tuvo ningún efecto en la reducción de los días parto al primer celo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo

Científico Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado y al FONACIT por el financiamiento parcial de esta investigación, a través de los Proyectos Código 006-RCV-2015 y 2012001774.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Goff J, Horst R. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J Dairy Sci.* 1997; 80:1260-1268.

[2] Villa-Godoy A, Hughes T, Emery R, Chaplin T, Fogwell R. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 1988; 71:1063-1069.

[3] Lozano J, Lonergan P, Boland P, O'Callaghan D. Influence of nutrition on the effectiveness of superovulation programmes in ewes: effect on oocyte quality and post-fertilization development. *Reproduction* 2003; 125:543-553.

[4] Reynolds CK, Aikman PC, Lupoli B, Humphries DJ, Beever DE. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. *J Dairy Sci* 2003; 86(4):1201-1217. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73704-7. PMID: 12741545.

[5] Galvis RD, Correa HJ, Ramírez N. Interacciones entre el balance nutricional, los indicadores del metabolismo energético y proteico y las concentraciones plasmáticas de Insulina, e IGF-1 en vacas en lactancia temprana. *Rev Colombiana Cs Pecuarias*, 2016; 16(3), 237-248. Retrieved from <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323880>.

[6] Martínez A, Pérez HM, Pérez AL, Gómez G. Digestión de los lípidos en los rumiantes. *Interciencia: Rev Cs Tecnologi. América*, ISSN 0378-1844, 2010; 35(4):240-246.

- [7] Cirio A, Tebot I. Fisiología Metabólica de los Rumiantes. Depto Fisiología, Facultad de Veterinaria, 145 pp, Eds. Universidad de la República de Uruguay, Montevideo, Uruguay, CSIC, 2000.
- [8] Godden S, Lissemore K, Kelton D, Leslie K, Walton J, Lumsden J. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. *J Dairy Sci* 2001; 84:107-114.
- [9] Moorby J, Dewhurst R, Marsden S. Effect of increasing digestible undegraded protein supply to dairy cows in late gestation on the yield and composition of milk during the subsequent lactation. *J Anim Sci* 1996; 63:201-213.
- [10] Kimura K, Reinhardt T, Goff J. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. *J Dairy Sci* 2006; 89:2588-2595.
- [11] Block E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity and metabolic responses of dairy cows. *J Dairy Sci* 1994; 77:1437-1450.
- [12] Ceballos A, Andaur M. Indicadores Bioquímicos Sanguíneos de los Desequilibrios Energéticos en Ganado Lechero. Universidad de Caldas. Ed. Universidad de Caldas. 1999. Disponible en URL:<http://www.produccion-animal.com.ar/informacion-tecnica/cabana/09-sobrealimentacion.pdf>.
- [13] Ríos C, Marín M, Catafaul M, Wittwer F. Concentraciones sanguíneas de  $\beta$ -hidroxibutirato, NEFA, colesterol y úrea en cabras lecheras de tres rebaños con sistemas intensivos de producción y su relación con el balance nutricional. *Arch Med Vet* 2006; 38(1):19-23.
- [14] Coppo JA, 2001, Fisiología Comparada del Medio Interno, 297 pp Ed. Dunken, Buenos Aires, Argentina
- [15] Balestrini A. Mirian. Como Elaborar un Proyecto de Investigación. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial. 7ª edc. Caracas, Venezuela. 2006.
- [16] Villarreal, V, López-Ortega, AA, Márquez, AA, Márquez, YC. Efecto de la suplementación parto con cloruro de calcio sobre la concentración sérica de minerales y aspectos productivos en vacas Carora. *Rev Invest Vet Perú* 2019; 30(1):201-213.
- [17] Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann Clin Biochem* 1969; 6:24-25.
- [18] Talke H, Schubert G. Enzymatic urea determination in the blood and serum in the Warburg optical test. *Klin Wochenschr* 1965; (43):174-175.
- [19] Gil J. Comparing the SAS glm and mixed procedures for split-plot designs in randomized complete blocks. *Zootec Trop* 2001; 19(1):43-58.
- [20] Turk R; Poppecan O, Mrkun J, Kosec M, Flegar-Mestric Z, Perkov S et al. Lipid mobilisation and oxidative stress as metabolic adaptation processes in dairy heifers during transition period. *Ani Reprod Sci* 2013; 141:109-115.
- [21] Seifi H, Dalir-Naghadeh B, Farzaneh N, Mohri M, Gorji-Dooz M. Metabolic changes in cows with or without retained fetal membranes in transition period. *J Vet Med a Physiol Pathol Clin Med*. 2007; 54(2):92-97.
- [22] Hu W, Murphy M, Constable P, Block E. Dietary cation-anion difference and dietary protein effects on performance and acid-base status of dairy cows in early lactation. *J Dairy Sci* 2007; Jul; 90(7):3355-3366. doi: 10.3168/jds.2006-514
- [23] Crespi D; Medín J; Pian M; Piferrer G; Meikle A; Uriarte G et al. Efecto de la

suplementación energética y del suministro de sales aniónicas durante el parto sobre la producción y reproducción en vacas Holstein en pastoreo. *Veterinaria (Montevideo)*. 2006; 41(163-164):9-19.

[24] National research council (NRC, 2001). Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition.

[25] Wang C. Beede DK. Effects of ammonium chloride and sulfate on acid-base status and calcium metabolism of dry Jersey cows. *J. Dairy Sci* 1992; 75:820-828

[26] Radcliff R, McCormack B, Crooker B; Lucy M. Growth hormone (GH) binding and expression of GH receptor 1A mRNA in hepatic tissue of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci*. 2003; 89:3933-3940.

[27] Kim J, Rhoads R, Block S, Overton T, Frank S, Boisclair Y. Dairy cow experience selective reduction of the hepatic growth hormone receptor during the periparturient period. *J. Endocrinol*. 2004; 181:281-290.

[28] Butler WR. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci*, 2000; 6061:449-457.

[29] Kaufmann T, Drillich M, Tenhagen B, Heuwieser W. Correlations between periparturient serum concentrations of non-esterified fatty acids, betahydroxybutyric acid, bilirubin, and urea and the occurrence of clinical and subclinical postpartum bovine endometritis. *BMC Vet Res* 2010; 6:47-52. doi: 106/1746-6148-6

**Tabla I.** Ingredientes y composición nutricional de la ración total mezclada con cloruro de calcio ofrecida al grupo suplementado.

Ingrediente	Ración parto con sales aniónicas (% base seca)
Pulpa cítrica húmeda	13,3
Pasto media calidad	14,0
Silaje de maíz	19,6
Alimento parto <sup>1</sup>	50,1
Mezcla minera l <sup>2</sup>	1,4
Cloruro de calcio <sup>3</sup>	1,3
Procreatin 7 <sup>4</sup>	0,1
<hr/>	
Composición nutricional (%)	12,5
PC	4,1
EE	39,7
CNF	35,1
FND	19,0
FAD	1,6
EN <sub>L</sub> , Mcal/Kg de MS	0,04
Na	1,1
K	1,0
Cl	0,2
S	1,7
Ca	0,8
P	0,3
Mg	-9,6
BCAD, mEq/ 100g de MS	

<sup>1</sup>Alimento balanceado comercial, Colaca ®,

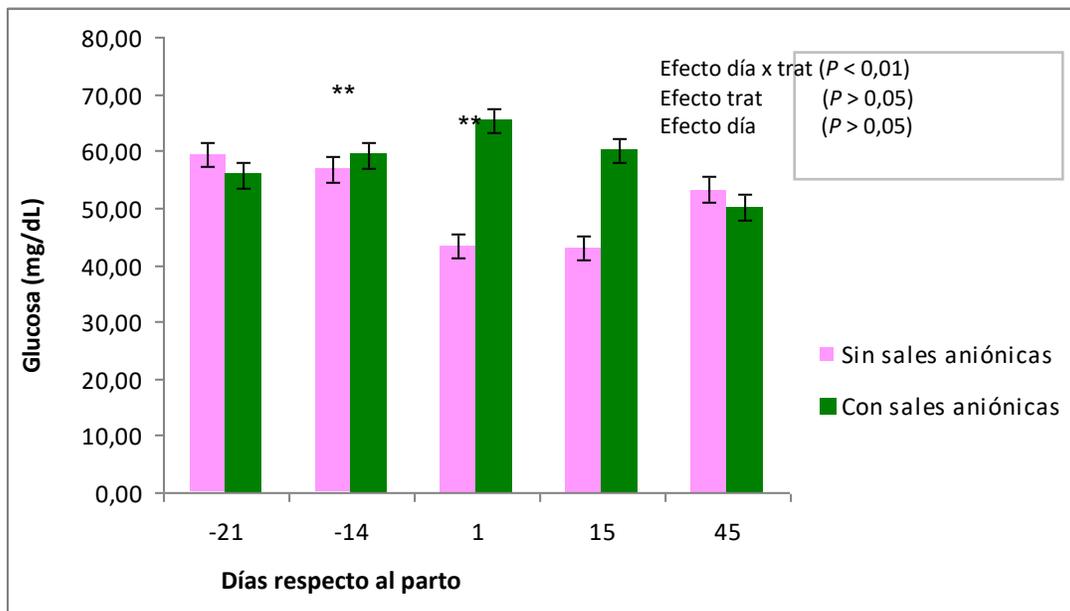
<sup>2</sup>Mezcla de minerales comercial, Colaca ® = 20 % calcio, 14 % fósforo, 0,7 % magnesio, 0,7 % azufre, 0,5 % sodio, 7000 ppm zinc, 3000 ppm cobre, 2500 ppm manganeso, 20 ppm selenio, 20 ppm cobalto, 80 ppm yodo

<sup>3</sup>Cloruro de calcio Vitro®=61 % cloro, 34,30 % calcio

<sup>4</sup>Concentrado de levaduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) Alltech ®, PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, CNF: carbohidratos no fibra, FND: fibra neutro detergente, FAD: fibra ácido detergente. EN<sub>L</sub> (Mcal/Kg de materia seca) y BCAD (mEq/100g de materia seca) estimados por el programa CMP Dairy Ration Analyzer v3.0.8.1 (2013).

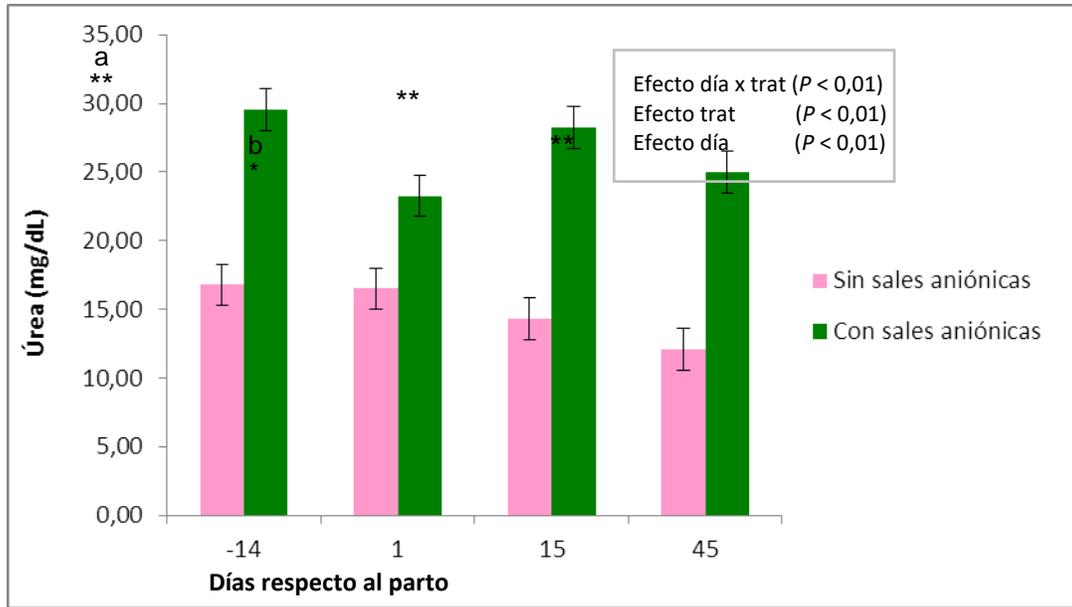
**Tabla II.** Rangos de sensibilidad para la detección de minerales y metabolitos de acuerdo a los kits de Laboratorios Heiga.

	Mínimo	Máximo	Unidad	Metodología
Glucosa	5,40	500,0	mg/dL	Trinder (1969 <sup>a</sup> ) [17]
Úrea	1,25	250,0	mg/dL	Talke y col. (1965) [18]



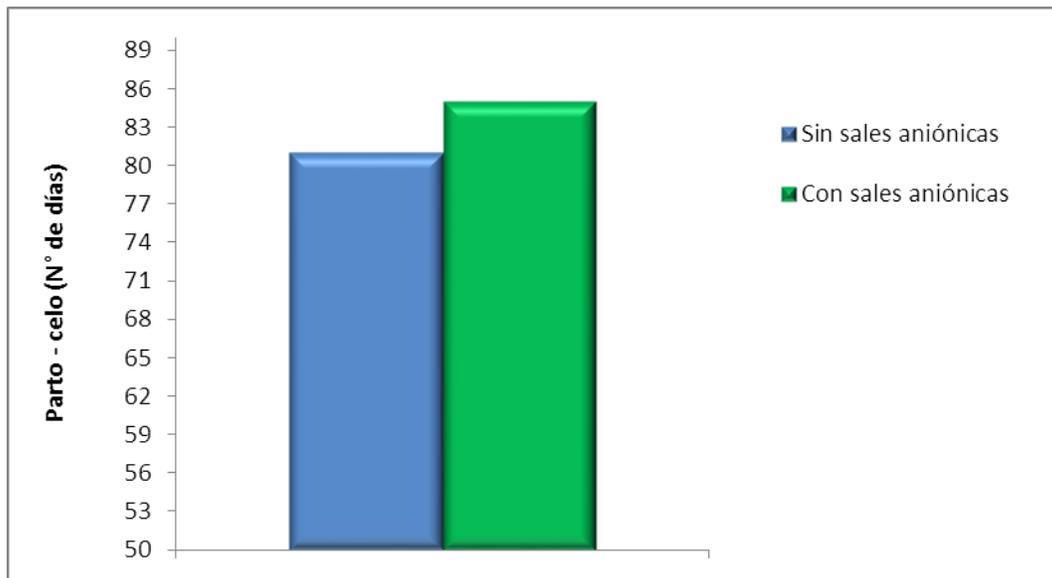
**Figura 1.** Concentraciones plasmáticas de glucosa durante el periparto de vacas Carora suplementadas con cloruro de calcio en el preparto. media  $\pm$  EE, n = 12 \* P < 0,05 \*\* P < 0,01

Suplementación con  $\text{CaCl}_2$  en parto de vacas Carora



**Figura 2. Concentraciones séricas de úrea durante el periparto de vacas Carora suplementadas con cloruro de calcio en el parto.**

Los valores representan la media  $\pm$  EE, n = 12, ab = interacción tratamiento x día,  $P < 0,01$ , \* $P < 0,05$ , \*\* $P < 0,01$



**Figura 3. N° de días parto–primer celo en vacas Carora suplementadas con cloruro de calcio en el parto**