

NIVELES QUÍMICOS PLASMÁTICOS EN VACAS REPETIDORAS TRAS I.A.

CHEMICAL PLASMATIC LEVELS IN REPEAT BREEDER COWS AFTER A.I.

Rodríguez, I.¹, C.C. Pérez¹, F. España², J. Dorado¹, M. Hidalgo¹ y J. Sanz¹

¹Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales. 14014. Córdoba. España.

²Centro de Investigación y Formación Agraria "Alameda del Obispo". Junta de Andalucía. Córdoba. España. Correspondencia: Dr. C.C. Pérez Marín. E-mail: pv2pemac@uco.es

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Vacuno. Minerales. Plasma sanguíneo. Vaca repetidora.

ADDITIONAL KEYWORDS

Cattle. Minerals. Blood plasma. Repeat breeder cow.

RESUMEN

Numerosos trabajos demuestran que durante el periodo de transición de la vaca aparecen desequilibrios metabólicos importantes que repercuten sobre la reproducción. Sin embargo, pocos hacen referencia al periodo temprano de gestación, donde es posible que, entre otras, las alteraciones o modificaciones en algunos constituyentes plasmáticos estén relacionadas con la repetición de celos. En dicho periodo existen grandes cambios hormonales, como los que suceden durante la formación del CL y subsecuente secreción de progesterona. Con el objetivo de ahondar en estos aspectos se llevó a cabo una experiencia en la que se determinaron las concentraciones de calcio, fósforo inorgánico, glucosa, magnesio, cobre y zinc presentes en el plasma sanguíneo de 42 vacas Holstein Freisian durante 32 días posteriores a la IA. Para determinar dichos parámetros metabólicos se empleó un fotómetro BioSystem BTS 310. Se realizaron análisis de varianza entre los animales agrupados según su estado reproductivo y según el número de IAs recibidas. Las concentraciones químicas determinadas en este estudio no sufrieron variaciones dependientes del estado

reproductivo tras la IA, lo que indica que durante este periodo temprano se mantiene una homeostasis adecuada independientemente de los procesos de reconocimiento materno de la gestación que están en marcha o de variaciones hormonales que tienen lugar. Sin embargo, al comparar los resultados obtenidos entre las vacas repetidoras y las gestantes según el número de IAs recibidas se observan variaciones significativas en cuanto a los niveles de calcio, fósforo, glucosa, magnesio y zinc, lo que hace pensar en su posible participación en el denominado síndrome de la vaca repetidora.

SUMMARY

Numerous studies report important metabolic imbalances during the transitional period of the cow affecting its reproduction. However, only a few of them concern the early period of gestation, where variations in the plasmatic components related to repeat breeding may take place. In that period there are great hormonal changes, as those happening during the formation of the CL

and the subsequent progesterone secretion. With the aim of going into this subject in depth, we carried out a study to determine concentrations of calcium, inorganic phosphorus, glucose, magnesium, copper and zinc in the blood plasma of 42 Holstein Freisian cows, during 32 days after the AI. A photometer BioSystem BTS 310 was used to determine those metabolic parameters. Variance analyses were performed on animals grouped according to their reproductive state (A=pregnant; B=non pregnant) and number of AIs (A1=pregnant in 1-2 AIs; A2=pregnant in ≥ 3 AIs; B1=repeat breeder, non pregnant in 1-2 AIs; B2=repeat breeder, non pregnant in ≥ 3 AIs). The concentrations studied did not vary depending on the reproductive state after the AI. This indicates that in the early pregnancy period a suitable homeostasis is kept, regardless of the hormonal variations occurring and the process of maternal recognition of gestation. However, when comparing results obtained from repeating cows and pregnant cows according the number of AIs received significant variations are shown in calcium, phosphorus, glucose, magnesium, and zinc levels, what makes think about their possible role as etiological agents of the repeating cows syndrome.

INTRODUCCIÓN

La nutrición es uno de los aspectos más importantes a controlar en ganado vacuno de aptitud láctea ya que la gran demanda productiva a la que se somete a los animales hace que las raciones deban estar adecuadamente formuladas para evitar desequilibrios que podrían repercutir sobre la reproducción. En este sentido, se conoce que durante el periodo de transición, que abarca las 3-4 semanas posteriores al parto, la vaca modifica bruscamente su nivel productivo como consecuencia del inicio de la lactación y liberación de

calostro, con lo cual sus mecanismos homeostáticos pueden verse afectados y producirse desequilibrios en los constituyentes bioquímicos sanguíneos (Van Saun, 1999) lo que podría alterar la función reproductiva. Sin embargo, son pocos los estudios que abordan la influencia de los componentes plasmáticos durante la fase temprana de gestación, periodo el que se produce el reconocimiento materno de la misma y en el que están involucrados numerosos factores hormonales, proteicos y, posiblemente, ciertos componentes metabólicos y bioquímicos presentes en la sangre.

Entre estos componentes se encuentra el calcio que desempeña funciones reguladoras esenciales. Participa en el mantenimiento de la contracción muscular y estructura celular, así como en múltiples mecanismos enzimáticos del metabolismo de las hormonas. Sin embargo, su efecto sobre la reproducción es muy controvertido.

Respecto a las concentraciones de fósforo, algunos autores consideran que son más bajas durante la lactación temprana y que varían según el estado fisiológico del individuo (Hewett, 1974; Peterson y Waldern, 1981); sin embargo, otros no observan esta influencia (Rowlands *et al.*, 1975) o indican que es muy pequeña (Oregui *et al.*, 1988); en trabajos basados en la evaluación del contenido mineral en suero y en pelo de vacas repetidoras Holstein no se encontraron diferencias significativas en cuanto al estado reproductivo, edad, número de servicios, número de parto, ni con otros minerales (Gómez-Tagle, 1993).

La glucosa es el principal sustrato energético para los animales, de mane-

ra que niveles bajos en sangre podrían indicar déficit en el balance energético del animal, y redundar en una disminución de los porcentajes de fertilidad. Esta relación fue expuesta por Oxenreider y Wagner (1971), quienes indicaron que cuando las vacas eran alimentadas con sólo un 66 p.100 de sus necesidades energéticas durante las primeras 8 semanas después del parto se producía un retraso en la actividad ovárica, observando una correlación negativa entre los niveles de glucosa en plasma y el intervalo parto-ovulación.

El cobre y el magnesio participan en una gran cantidad de mecanismos fisiológicos y su déficit puede provocar anemia, la cual se relaciona con depresión de la función ovárica y retraso en la fertilidad después del parto o supresión de la respuesta inmune (Ingraham *et al.*, 1987); se ha observado mejoría y/o corrección de los problemas de fertilidad en el rebaño después de suplementar las dietas con cobre y magnesio, y se sugiere que la edad y la producción de leche pueden alterar las concentraciones minerales requeridas en la dieta; por otro lado, Ingraham *et al.* (1987) proponen que las infecciones uterinas postparto (relacionadas con celos repetidos) podrían producirse como resultado de una deficiencia en magnesio.

Se ha descrito que los niveles bajos de zinc presentes en vacas repetidoras pueden ocasionar un descenso de la progesterona eficaz (que se elimina por orina) y un incremento de la progesterona no eficaz (obtenida al restar progesterona eficaz de progesterona plasmática) ya que participa en su transporte por el torrente sanguíneo

(Marai *et al.*, 1992 a y b). Además, por otro lado, puede provocar un incremento de la insulina sérica al promover su cristalización y almacenamiento en los islotes de Langerhans, originando hipoglucemia y subsecuentes desórdenes metabólicos del tipo de muerte embrionaria y repetición de celos. Problemas renales pueden verse unidos a deficiencias de zinc en plasma, con las repercusiones reproductivas que se han descrito.

El presente trabajo estudia las concentraciones plasmáticas de calcio, fósforo, glucosa, cobre, magnesio y zinc en vacas gestantes y vacías con un número variable de IAs, con el fin de establecer, por un lado, cuales de estos parámetros pueden explicar la repetición de celos en animales bajo condiciones ambientales y de manejo similares, y por otro, estudiar las correlaciones entre los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron un total de 42 vacas Holstein-Freisian, pertenecientes a dos fincas situadas en el sur de España, caracterizado por poseer un clima continental, con escasas precipitaciones y veranos muy calurosos. Los animales tenían edades comprendidas entre 3 y 10 años, con buena condición corporal, sin enfermedades infectocontagiosas evidentes, con al menos un parto y un periodo de espera voluntaria de 65 días. La ración alimenticia aportada estaba calculada para cubrir sus necesidades productivas (dos ordeños diarios). Los corrales contaban con zonas cubiertas y descubiertas, permitiendo la interacción ambiental. La

detección de celo se realizaba mediante observación visual tres veces al día, con una duración de 20 minutos cada una. Cuando la vaca estaba en estro era inseminada siguiendo la regla AM/PM, es decir, unas 10-12 horas después de su detección. El día de la IA se consideró como día 0, momento en que se realizaba una exploración ecográfica del aparato reproductor para seleccionar los animales eliminando del estudio las vacas que presentaban signos de disfunción uterina. Se tomaron muestras de sangre de los vasos coxígeos durante los días 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 y 32, utilizando tubos de vacío con heparina de litio, y por centrifugación (20 min. a 2500 rpm) se obtuvo el plasma, que fue congelado a -20°C hasta el momento de realizar los análisis.

El diagnóstico de gestación se realizó mediante palpación rectal a los 45 y 60 días después de la inseminación. De este modo se establecieron 2 grupos atendiendo al estado reproductivo: grupo A formado por 14 vacas gestantes; y grupo B compuesto por 28 vacas no gestantes. También se estudiaron las diferencias que podían existir en dichos grupos según el número de IAs realizadas postparto, estableciéndose un grupo A1 en el que las vacas quedaron gestantes en la 1^a o 2^a IA (n=5), grupo A2 de gestantes tras 3 o más IAs (n=9), grupo B1 formado por no gestantes después de 1-2 IAs (n=10) y, por último, el grupo B2 compuesto por no gestantes con 3 o más IAs (n=18). Los grupos A2 y B2 quedan integrados por vacas repetidoras que fueron inseminadas 3 o más veces.

Los días en leche (DEL) correspondientes a cada grupo fueron: A1=

106,6 \pm 20,0 d., A2= 196,8 \pm 19,7 d., B1= 82,2 \pm 10,5 d.; y B2= 201,5 \pm 19,6 d.

Se utilizó un Fotómetro BioSystem BTS 310 con sistema de aspiración automático y kits diagnósticos (Spin-react, España) para determinar los niveles plasmáticos de los parámetros elegidos, basados en las técnicas de la O-cresolftaleina complexona para el calcio, calmagita para el magnesio, fosfomolibdato-UV para el fósforo, Hexokinasa y GOD para la glucosa, Bathocuproin para el cobre y Colorimetric test-PAPS para el zinc.

Para realizar el análisis de varianza (ANOVA) se consideraron como variables dependientes cada uno de los parámetros metabólicos estudiados en este trabajo, y como variables independientes el estado reproductivo y los grupos establecidos según el número de IAs. Cuando existían diferencias significativas ($p < 0,05$) se llevaba a cabo una comparación de medias a posteriori empleando en test de Duncan, así como un análisis del tamaño de la muestra para validar las diferencias observadas (Muñoz, 1993). Por último, se calculó la correlación lineal de Pearson entre las distintas variables consideradas. Los resultados son expresados a través de sus valores medios, acompañados del error estándar. Se empleó el programa SPSS 7.5 para Windows.

RESULTADOS

CALCIO

Los niveles medios de calcio oscilaron entre 5,06 y 15,50 mg/dL. Las vacas que quedaron gestantes en la 1^a-2^a IA (grupo A1) presentaron una

NIVELES QUÍMICOS PLASMÁTICOS EN VACAS REPETIDORAS TRAS I.A.

Tabla I. Concentraciones plasmáticas de los parámetros bioquímicos según su estado reproductivo. (Mean plasmatic concentration of biochemical parameters in different reproductive status group).

| Parámetros | Grupo A muestras=126 | Grupo B muestras=252 | Anova (p) |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| Calcio (mg/dl) | 7,24 ± 0,15 | 7,39 ± 0,08 | n.s. |
| Fósforo (mg/dl) | 6,24 ± 0,37 | 5,88 ± 0,24 | n.s. |
| Glucosa (mg/dl) | 71,90 ± 2,18 | 75,47 ± 1,74 | n.s. |
| Cobre (µg/dl) | 78,80 ± 3,17 | 83,57 ± 2,90 | n.s. |
| Magnesio (mg/dl) | 2,05 ± 0,04 | 2,04 ± 0,04 | n.s. |
| Zinc (µg/dl) | 140,55 ± 1,93 | 144,91 ± 2,76 | n.s. |

calcemia de $7,97 \pm 0,24$ mg/dL, significativamente superior ($p < 0,0001$) a la obtenida en los grupos de vacas que gestaron después de 3 o más IAs (grupo A2) y de aquellas en las que fracasó la gestación (grupos B1 y B2) (**tabla II**). Sin embargo, al comparar la calcemia en vacas con diferente estado reproductivo, no se encontraron diferencias significativas (**tabla I**).

Este mineral presentó correlación positiva (significativa) frente al fósforo ($r = 0,13$) y zinc ($r = 0,21$).

FÓSFORO

La fosfatemia no presentó variaciones significativas entre los grupos A y B (**tabla I**). Sin embargo, se notó un descenso significativo ($p < 0,05$) en aquellas vacas que no quedaban gestantes después de 3 o más IAs. (**tabla II, figura 1**). Hay que destacar que en este caso, el análisis del tamaño muestral indicó que era insuficiente en uno de los grupos comparados, por lo que hay que interpretar los resultados con cierta cautela.

Los índices de correlación indicaron la existencia de una relación nega-

tiva con el zinc ($r = -0,13$) y positiva con el calcio ($r = 0,13$) y cobre ($r = 0,14$) durante el periodo de estudio.

GLUCOSA

La glucemia se mostró más alta en hembras vacías. Las diferencias se mostraron significativas ($p < 0,05$) entre las vacas con 1-2 IAs que quedaron gestantes o no.

Los índices de correlación fueron significativos frente al calcio ($r = 0,182$) y magnesio ($r = -0,31$).

COBRE

No se apreciaron diferencias significativas entre vacas gestantes y no gestantes (**tabla I**), ni tampoco debidas al número de IAs realizadas (**tabla II**), mostrando un rango de 31,84 hasta 322,6 µg/dL.

Al calcular los índices de correlación tan sólo se encontraron diferencias significativas frente al fósforo ($r = 0,14$).

MAGNESIO

Los valores de magnesio plasmático oscilaron entre 1,0 y 3,97 mg/dL. El

Tabla II. Concentraciones plasmáticas de los parámetros bioquímicos en los grupos establecidos en este estudio. (Mean plasmatic concentration of biochemical parameters in established groups).

| Parámetros | Grupo A1 muestras=45 | Grupo A2 muestras=81 | Grupo B1 muestras=90 | Grupo B2 muestras=162 | Anova (p) |
|------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------|
| Calcio (mg/dl) | 7,97 ± 0,24 ^a | 6,67 ± 0,11 ^c | 7,45 ± 0,12 ^b | 7,26 ± 0,07 ^b | 0,0001 |
| Fósforo (mg/dl) | 6,32 ± 0,28 ^a | 5,94 ± 0,22 ^{ab} | 6,36 ± 0,18 ^a | 5,74 ± 0,12 ^b | 0,024 |
| Glucosa (mg/dl) | 67,73 ± 1,94 ^b | 74,30 ± 3,23 ^{ab} | 80,27 ± 3,31 ^a | 72,39 ± 1,88 ^{ab} | 0,039 |
| Cobre (µg/dl) | 87,54 ± 7,60 | 74,82 ± 2,97 | 85,67 ± 4,29 | 82,62 ± 3,75 | n.s. |
| Magnesio (mg/dl) | 2,24 ± 0,07 ^a | 1,95 ± 0,05 ^b | 2,05 ± 0,07 ^b | 2,04 ± 0,05 ^b | 0,062 |
| Zinc (µg/dl) | 152,09 ± 4,12 ^a | 135,28 ± 1,82 ^b | 138,35 ± 7,69 ^b | 147,28 ± 2,54 ^{ab} | 0,021 |

^{ab}Valores de las filas con distintos superíndices son diferentes. (Values within files without a common superscripts differ).

estado reproductivo de las vacas no tuvo repercusión sobre su concentración (**tabla I**) y tan sólo fue apreciada una ligera tendencia a presentar niveles superiores en el grupo A1 (**tabla II, figura 1**).

Este mineral presentó una relación negativa con la glucosa ($r=-0,31$).

ZINC

Los valores de zinc plasmáticos oscilaron desde 43,26 hasta 296,90 µg/dL. Las vacas gestantes tenían niveles inferiores a las no gestantes (**tabla I**), pero estas diferencias eran aleatorias. Al analizar los datos de los grupos A1, A2, B1 y B2 se observaron diferencias significativas, siendo superiores en aquellas vacas que quedaron gestantes en la 1^a o 2^a IA (**tabla II, figura 1**).

Los niveles de zinc mostraron correlación positiva con el calcio ($r=0,21$) y negativa con el fósforo ($r=-0,13$).

DISCUSIÓN

Los niveles de calcio plasmático obtenidos en esta experiencia fueron ligeramente inferiores a los descritos por otros autores (Dovensky *et al.*, 1996; Seifi *et al.*, 2000), quizás debido al método utilizado para su valoración. La calcemia aparecía más elevada en vacas gestantes a la 1^a-2^a IA frente al resto de grupos, de acuerdo con los resultados de Kumar *et al.* (1986). Las vacas repetidoras presentaron concentraciones inferiores a las normales, tanto entre las preñadas como entre las vacías, lo que está de acuerdo con los resultados obtenidos por Jaham y Myenuddin (1996), Gómez Tagle (1993) y Seifi *et al.* (2000) que afirman que el nivel de calcio disminuye a medida que aumentan el número de servicios. Por otro lado, existen referencias que indican que la calcemia es menor en vacas

NIVELES QUÍMICOS PLASMÁTICOS EN VACAS REPETIDORAS TRAS I.A.

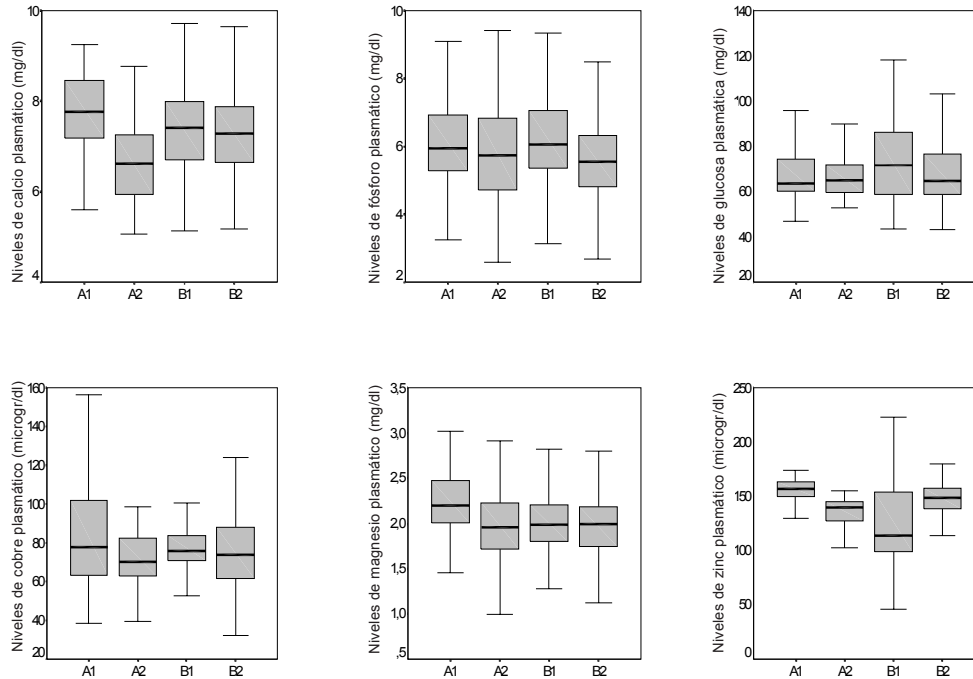


Figura 1. Asociación entre los grupos A1, A2, B1 y B2 (eje de abscisas) y las concentraciones plasmáticas de calcio, fósforo, glucosa, cobre, magnesio y zinc. Explicación de los diagramas de cajas: la línea negra presente en el centro de la caja representa la mediana; la superficie sombreada representa el 50 p.100 de las observaciones, correspondiendo la parte inferior al límite menor del 2º cuartil y la parte superior al límite superior del 3º cuartil; las líneas negras de los extremos delimitan el 95 p.100 central de los datos (no se representan los valores que caen fuera de este rango). (The association between A1, A2, B1 and B2 group (abscissa) and plasmatic concentrations of calcium, phosphorus, glucose, copper, magnesium and zinc. Explanation to box plots: black line in boxes represents median value, shaded box represents 50 percent of observations, i.e., lower limit of second quartile and upper limit of third quartile, black lines out of boxes represent variation range of observations excluding extreme values).

normales, aunque dichos estudios se refieren a periodos tempranos postparto (1ª semana postparto o 2ª mes de lactación) (Vuković *et al.*, 1992, Claypool 1976), mientras que en esta experiencia los animales se encontraban en un periodo medio o avanzado de lactación, momento en el que qui-

zás las variaciones de este mineral se hacen menos evidentes.

El fósforo, al igual que el calcio, es un elemento especialmente importante en ganado vacuno de aptitud láctea, debido a su gran porcentaje de excreción en la leche. Presentó un comportamiento similar al calcio, algo

esperable debido a que la fisiopatología en ambos casos está íntimamente relacionada. A lo largo de la experiencia, las vacas gestantes mostraron niveles ligeramente superiores a las no gestantes, y vacas en 1-2ª IA tenían valores superiores a las repetidoras, lo cual está en consonancia con los resultados obtenidos por Jaham y Myenuddin (1996), Kumar *et al.* (1986), El-Belely (1993) y Seifi *et al.* (2000). Este elemento está involucrado en la formación del coenzima NAD, importante en la síntesis de progesterona desde colesterol, y parece tener efecto sobre la concepción, de tal modo que reduciendo su presencia en la dieta (sólo 0,12 p.100 de fósforo en materia seca) Morrow (1969) observó un aumento en el número los servicios por concepción hasta 3,7, frente a 1,3 obtenido con alimentación normal. Los resultados obtenidos indican que las vacas repetidoras tienen niveles de fósforo inferiores. En repetidoras, Marai *et al.* (1992 a y b) consideran que su déficit puede acarrear una disminución de progesterona sérica y conducir a un fallo en la fertilización o muerte embrionaria (ME) y, como participa en el metabolismo de los carbohidratos, puede provocar, además de un desorden metabólico al reducir la concentración de glucosa, un descenso de carbohidratos en el tracto genital (p.e. en el mucus cervical) y dar lugar a alteraciones del ambiente uterino con isquemia del endometrio y fenómenos de exfoliación, fallos en la fertilización, repetición de celos y ME (El-Belely, 1993).

La glucosa fue inferior en vacas gestantes, observándose una diferencia importante en el grupo de vacas

con 1-2 IAs, de acuerdo con Jaham y Myenuddin (1996), y además las diferencias fueron significativas sólo en vacas de 1ª-2ª IA. Sin embargo, en vacas repetidoras los valores de glucosa plasmática no variaron, lo que indicaría que durante fases próximas al parto es más fácil encontrar alteraciones de la glucemia, mientras que en etapas posteriores las concentraciones se hacen más homogéneas, gracias a los mecanismos homeostáticos.

Las tasas de gestación en vacuno de leche están positivamente relacionadas con el cobre y magnesio (Lafi y Kaneene, 1988). A diferencia de otros autores (Dovensky *et al.*, 1996), no se apreciaron diferencias significativas respecto a las concentraciones de cobre obtenidas en cualquiera de los grupos establecidos. Oregui *et al.* (1988) observaron que este elemento variaba según el estado reproductivo, siendo menor durante el periodo comprendido entre 15 y 45 días postparto, frente a vacas con 2 a 5 meses de lactación o vacas secas; en el estudio aquí presentado los animales tenían un DEL elevado por lo que, según los resultados antes comentados, no se esperaban variaciones. En vacas repetidoras estudiadas en México, Gómez-Tagle (1993) ha descrito una relación positiva entre este elemento y las concentraciones de zinc, molibdeno y manganeso. Sin embargo, los resultados aquí presentados indican que durante el periodo posterior a la IA, el nivel de cobre en sangre sólo muestra correlación con el fósforo.

El magnesio se puede absorber sobre todo desde el retículo y rumen a través de una vía paracelular o transcelular, y dicha absorción puede

verse interferida por muchos factores como la presencia de ácidos orgánicos, excesos de potasio y calcio, o déficit de sodio (Sandoval *et al.*, 1998). Respecto a la concentraciones de magnesio medidas en esta experiencia, muestran gran similitud entre los grupos establecidos y tan sólo se notó un incremento significativo en vacas gestantes a la 1^a-2^a IA frente a no gestantes y repetidoras, resultados que están de acuerdo con los publicados por Dovenski *et al.* (1996). Ingraham *et al.* (1987) observaron que la suplementación de las raciones con magnesio+cobre mejoraba sustancialmente los índices reproductivos, mientras que cuando se aportaba sólo uno de estos minerales no se conseguían tales beneficios. En la presente experiencia, los niveles de cobre se mostraron constantes y sin diferencias entre grupos y, quizás por ello, las concentraciones bajas de magnesio pueden ser relacionadas con problemas de fertilidad, asociados a cuadros de anemia y depresión de la función ovárica, como indican los autores antes citados; estas afirmaciones no fueron valoradas en nuestra experiencia.

El zinc tiene relativa importancia en la consecución de buenas tasas de gestación, pero su mecanismo de acción en vacas repetidoras no está del todo claro. Esta experiencia demues-

tra que las vacas vacías y repetidoras tenían niveles de zinc inferiores a aquellas que concebían en la 1^a-2^a IA, de acuerdo con los estudios hechos por Marai *et al.* (1993) en Egipto y Gómez-Tagle (1993) en México. Por contra, Dovensky *et al.* (1996) sostiene que no existen diferencias significativas de este elemento entre vacas con alteraciones funcionales del útero u ovario y vacas normales.

Las concentraciones de los minerales determinados en este estudio no sufrieron variaciones dependientes del estado reproductivo tras la IA, lo que puede indicar que en momento de lactación media o avanzada, los mecanismos homeostáticos fisiológicos han estabilizado los niveles sanguíneos de estos elementos y los mantienen, independientemente de los procesos de reconocimiento materno de la gestación o de variaciones hormonales que pueden ocurrir según el estado reproductivo del animal.

Sin embargo, al comparar los resultados obtenidos agrupando el estado reproductivo y el número de IAs, se observan variaciones significativas en cuanto a niveles de calcio, fósforo, glucosa, magnesio y zinc, lo que hace pensar en su posible relación como factores etiológicos del síndrome de la vaca repetidora, aunque son necesarias más investigaciones en este sentido.

BIBLIOGRAFÍA

- Claypool, D.W. 1976. Factors affecting calcium, phosphorus and magnesium status of dairy cattle on the Oregon coast. *J. Dairy Sci.*, 59: 2005-2007.
- Dovensky, T., K. Popovsky, G. Mickousky, L.J. Kocosky, P. Trojancanec, V. Petkov and F. Popovska. 1996. Serum concentration of several biochemical parameters in cows with reproductive disorders. 13th International Congress on Animal Reproduction, Australia.

- El-Belely, M.S. 1993. Progesterone, oestrogens and selected biochemical constituents in plasma and uterine flushing of normal and repeat-breeder buffalo cows. *J. Agric. Sci.*, 120: 241-250.
- Gómez-Tagle, R. 1993. Evaluación del contenido mineral sérico y en pelo de vacas Holstein con problemas reproductivos (vacas repetidoras) en explotación intensiva. *Vet. Mex.*, 24: 346-347.
- Hewett, C.D. 1974. On the causes and effects of variations in the blood profile of Swedish dairy cattle. *Acta Vet. Scand. Suppl.* 50.
- Ingraham, R.H., L.C. Kappel, E.B. Morgan and A. Srikandakumar. 1987. Correction of subnormal fertility with copper and magnesium supplementation. *J. Dairy Sci.*, 70: 167-180.
- Jahan, S. and M. Myenuddin. 1996. Haemato-biochemical changes in repeat breeder cross-bred cows with previous history of retained placenta. *Bangladesh Vet. J.*, 30: 73-75.
- Kumar, S., Mc Sharma and S.K. Dwivedi. 1986. Calcium, phosphorus and serum electrolyte changes in anoestrus and repeat breeder cows and heifers. *Cheiron*, 15: 133-136.
- Lafi, S.Q. and J.B. Kaneene. 1988. Risk factors and associated economic effects of the repeat breeder syndrome in dairy cattle. *Vet. Bull.*, 58: 891-903.
- Marai, I.F., A.H. Daader and A.A. El-Darawany. 1992 a. Some physiological aspects of repeat breeding in Holstein Friesians and its improvement under Egyptian environment. *Beitr. Trop. Landwirtschaft. Vet. Med.*, 30: 199-209.
- Marai, I.F., A.A. El-Darawany and A.S. Nasr. 1992 b. Typical repeat breeding and its improvement in buffaloes. *Beitr. Trop. Landwirtschaft. Vet. Med.*, 30: 305-314.
- Morrow, D.A. 1969. Phosphorus deficiency and infertility in dairy heifers. *J. Amer. Vet. Ass.*, 154: 761-768.
- Muñoz, A. 1993. Métodos biométricos. Servicio de Publicaciones. Universidad de Córdoba, Capítulo VIII:19-20.
- Oregui, L.M., S. Fuentes y C. Arostegui. 1988. Niveles séricos (calcio, magnesio, fósforo, cobre y cinc) en vacuno lechero, evolución respecto a la época del año y el estado productivo. *ITEA*, 74: 9-17.
- Oxenreider, S.L. and W.C. Wagner. 1971. Effect of lactating and energy intake on postpartum ovarian activity in the cow. *J. Anim. Sci.*, 33: 1026-1031.
- Peterson, R.G. and D.E. Waldern. 1981. Repeatabilities of serum constituents in Holstein Friesians affected by feeding, age, lactation and pregnancy. *J. Dairy Sci.*, 64: 822-831.
- Rowlands, G.J., R. Manston, R.M. Pocock and S.M. Dew. 1975. Relationships between stage of lactation and pregnancy and blood composition in a herd of dairy cows and the influences of seasonal changes in management on these relationship. *J. Dairy Res.*, 42: 349-362.
- Sandoval, G.L., S. Dellamea, D.O. Pochon y M.V. Campos. 1998. Calcio, fosforo, magnesio y fosfatasa alcalina en vacas lecheras de una región subtropical suplementadas con óxido de magnesio. *Vet. Mex.*, 29: 131-136.
- Seifi, H.A., N. Farzaneh and M. Mohri. 2000. The relationships between blood profile and infertility in dairy cattle. 14th International Congress on Animal Reproduction, Schokolm (6:23):189.
- Van Saun, R.J. 1999. Valoración de los problemas de la vaca en transición: perfiles metabólicos modificados. 3^a Jornadas ANEMBE de Medicina Bovina. León. España.
- Vucovi'c, D., H. Samanc, Z. Dahnjanovic and C. Petrujki'c. 1922. Study of the influence of metabolic disorders in high-milky cows on their reproductive abilities. XII International Congress on animal Reproduction. The Hague, The Netherlands, I:117-119.

Recibido: 6-3-03. Aceptado: 19-11-03.

Archivos de zootecnia vol. 53, núm. 201, p. 68.