

Diferencia catión-anión de la dieta y su relación con la hipocalcemia en vacas lecheras¹

¿Qué es la hipocalcemia o paresia puerperal en vacas lecheras?

La hipocalcemia clínica es un trastorno metabólico muy importante en el ganado lechero y sucede entre 24 horas preparto y 72 horas posparto, en el cual las vacas no son capaces de mantener los niveles sanguíneos de calcio (Ca) debido a la alta demanda de este mineral para la producción de calostro principalmente. Una vaca que produce 10 litros de calostro, pierde aproximadamente 23 g de Ca. Esta cantidad supera en aproximadamente 9 veces el contenido de Ca en el plasma. Las vacas que tienen alto potencial genético para la producción de leche se ven sometidas a una alta exigencia metabólica durante el posparto principalmente, ya que pasan de estar en un estado donde los nutrientes son necesarios únicamente para el desarrollo fetal y su mantenimiento, a una fase de lactancia, en la que son utilizados para procesos de producción de calostro y leche, además de su mantenimiento como tal, lo que puede llegar a generar bajos niveles de Ca sérico, llegando a bajar en ocasiones a menos de 5 mg/dL, y conducir a que la salud de la vaca se vea altamente comprometida, pues por debajo de 8,0 mg/dL, se considera hipocalcemia subclínica.

En el período de preparto parece haber poca respuesta en las células-diana del hueso a altos niveles de la hormona paratiroidea (PTH), y los mecanismos para reponer el Ca sérico están relativamente inactivos, pues su demanda es muy baja. En consecuencia, el cambio repentino de altos niveles de Ca para el calostro, hace que este mineral deje los fluidos extracelulares para entrar a la glándula mamaria, más rápido de lo que puede ser reemplazado por la absorción en el tracto gastrointestinal o por la movilización de la reserva ósea, lo que lleva a hipocalcemia (nivel crítico de 6,5 mg de Ca/dL de sangre).

Signos clínicos

En un primer estadio del trastorno se presenta anorexia, estasis ruminal, agalactia, con temperatura normal. En la fase crítica se observa el animal en decúbito esternal por parálisis muscular y temperatura por debajo de la referencia. Estos signos se relacionan con la afectación del diferencial de potencial eléctrico celular, aumentando permeabilidad de los cationes, haciendo que el K^+ salga y el Na^+ entre a la célula. Con los niveles séricos de Ca bajos, se evidencia parálisis

¹ Sierra, S., Vásquez, J.D. Diferencia catión-anión de la dieta y su relación con la hipocalcemia en vacas lecheras. Seminario presentado en el curso “Fundamentos bioquímicos de los trastornos metabólicos”. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 2017. 5p.

flácida, depresión nerviosa, decúbito lateral, parálisis que afecta principalmente los miembros posteriores, los músculos abdominales, intercostales y cuello, además de bradicardia, hipotensión, pérdida de consciencia, y timpanismo. Si el cuadro clínico permanece por más de 48 horas, el daño muscular producto de la necrosis puede ser fatal.

En la hipocalcemia, el principal problema es el déficit de Ca para lograr una buena contracción muscular. Debemos tener en cuenta que en este proceso existen diferentes complejos los cuales actúan todos entre sí para poder ocurrir. Las fibras de actina y miosina están ubicadas de forma intercalada dentro de las fibras musculares o del haz contráctil. Sin embargo, las células de actina están recubiertas por otros compuestos como la tropomiosina y la troponina. La troponina a su vez está compuesta por 3 subunidades: troponina I (asociada a la actina), troponina T (asociada a la tropomiosina) y troponina C (asociada al Ca). La troponina C, en el momento que se une al Ca, cambia la conformación de todo el complejo de troponina y a su vez de la tropomiosina, la cual es la que se encarga de activar o desactivar los puntos activos de los filamentos de actina (PAFA). Sin embargo, cuando el Ca se une a la troponina y esta cambia la conformación de la tropomiosina, los PAFA quedan activos o disponibles para lograr que las cabezas de miosina se unan a los PAFA, y lograr que se acerquen las fibras de actina y miosina entre sí. No obstante, para poderse unir estos últimos, se debe fosforilar una molécula de ATP, y de esta manera las fibras de actina se acercan a las de miosina y finalmente se logra la contracción muscular. Al no poderse dar la contracción muscular, vienen los problemas metabólicos y patológicos.

Problemas relacionados con hipocalcemia y falta de contracción muscular son relacionados a continuación.

(a) Mastitis

El esfínter del pezón, no logra cerrarse de forma adecuada, permitiendo el ingreso de patógenos no deseados a la glándula mamaria, induciendo una mastitis ambiental, y para lograr controlarla es necesario la utilización de antibióticos, lo cual afecta la producción lechera, por el costo de los fármacos y por la leche que debe ser desechada debido a su tiempo de retiro.

(b) Disminución de consumo de materia seca

Las vacas, al no poderse desplazar de forma correcta, o de llegar al punto de tomar la posición de decúbito ventral, no logran consumir el forraje necesario tomar los nutrientes necesarios para su mantenimiento y producción.

(c) Depresión inmunológica

Las vacas al no poderse desplazar o desplazarse con mucha dificultad, se estresan, elevando sus niveles de cortisol y llevando de esta forma a un cuadro de depresión inmunológica, facilitando la entrada de patógenos y siendo más susceptible a otras enfermedades que le puede causar el medio.

(d) Desplazamiento de abomaso

El bajo consumo de materia seca, genera que la actividad ruminal y de todo el tracto gastrointestinal disminuya, perjudicando la motilidad y aumentando las probabilidades de tener atrofias u otros problemas gastrointestinales.

(e) Cetosis e hígado graso

Las vacas al no lograr tener una ingesta de alimento adecuada, deben acudir a sus reservas corporales para poder sobrevivir. Sin embargo, al no tener alimento, la producción de insulina es excesivamente baja, y no permite la entrada de acetil-CoA al ciclo de Krebs, llevando a la formación de cuerpos cetónicos, y a la acumulación de tejido adiposo en el hígado, causando una disfunción y llevando a otros problemas metabólicos que si no se tratan de forma correcta pueden llevar a la muerte del animal ya que la actividad cerebral se afectará en gran proporción.

Diferencia catión anión dietario (DCAD)

Varios factores pueden predisponer a que a los animales sufran de hipocalcemia, entre ellos, la edad, la dieta y la raza. La raza Jersey es más susceptible a la hipocalcemia, por tener mayor producción en relación al peso corporal y, tal vez también por tener menos receptores para la hormona 1,25-dihidroxi-colecalciferol (1,25-DHC) en los huesos, estando más predispuesta que animales Holstein de la misma edad.

Respecto a la edad, a medida que las vacas envejecen (especialmente a partir de la tercera lactancia) y con el aumento del número de partos, disminuye la habilidad para remover Ca del hueso, para realizar el transporte activo de Ca en el intestino y para producir cantidad adecuada de 1,25-DHC.

En cuanto a los factores de alimentación, la manipulación y exceso de cationes (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) en la dieta, tienen gran efecto en la incidencia de este trastorno, además de las dietas ricas en fósforo (P) (> 80 g/día), ya que la alta concentración de P inhibe la enzima 1 α -hidroxilasa, disminuyendo producción de 1,25-DHC, lo cual reduce la absorción intestinal del Ca. De igual forma la manipulación ácido-base o la diferencia catión-anión de la dieta (DCAD) puede contribuir a mejoras en salud y producción. Así, dietas bajas en Ca (< 20 g/día) por lo menos 2 semanas antes del parto pueden traer beneficios, además de suplementos de vitamina D 24-48h antes del parto.

Además toma gran importancia tener en cuenta el pH sanguíneo, pues se espera que con la adición de aniones, se liberen hidrogeniones para mantener el equilibrio químico. Esta liberación de hidrogeniones lleva a una pequeña acidosis, es decir, tratar de llevar el pH sanguíneo a 7,35 en el cual los receptores de PTH actúan mejor con dicha hormona, para facilitar la resorción de Ca de los huesos hacia la circulación. De esta manera se espera que en el momento del parto pueda tener

altos niveles de Ca circulante desde los huesos para la producción del calostro y de esta manera no afectar los niveles de Ca para no sufrir posteriormente la hipocalcemia.

Principio de la DCAD

Dashington (1975) fue el primero en documentar que la alimentación de una mezcla de sales de cloruro y sulfato, antes del parto podrían reducir en gran medida la hipocalcemia y varios estudios posteriores lo han confirmado. El concepto de balance catión-anión se basa en la gran diferencia que sugiere que un ingreso de cualquier catión o anión dentro del cuerpo del animal, resulta en una modificación del estado ácido-básico del animal, por lo tanto la diferencia de iones o cationes en la dieta, que pueden ser absorbidos, determinan el estado metabólico ácido-básico del animal. Por ejemplo las vacas entran en un estado de acidosis cuando la cantidad de aniones absorbibles predominan y en estado metabólico alcalino, cuando la cantidad de cationes absorbibles predominan. Así pues, se hace referencia a las proporciones fijas de iones específicos en la dieta. Se han publicado varias ecuaciones para calcular este balance y la más aceptada es la siguiente:

$$\text{DCAD} = [(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{S})]$$

Las unidades de concentración de los diferentes iones están en mEq/kg MS. La recomendación es que el valor se encuentre en 100 mEq/kg MS, en el periodo seco. La mejor forma de acidificar la dieta es adicionando sulfatos y cloruros de amonio. Un DCAD negativo (-100 a -200 mEq/kg MS) en las últimas 4 semanas de gestación se ha asociado con una acidosis metabólica compensada y pH bajo (< 7,0) de la orina. La realización del balance puede ayudar a reducir el tiempo y severidad de la hipocalcemia y también puede contribuir en el aumento de la producción de leche hasta en 8%.

Para lograr calcular la DCAD es importante tener en cuenta el peso molecular y la valencia de cada componente de la dieta, principalmente Na, K, Cl, S, pues son moléculas inactivas que logran establecer una manipulación del pH sanguíneo. Es común que en fincas lecheras ubicadas en clima tropical, debido a la variación de porcentajes de K en los forrajes, se presente alcalosis metabólica haciendo que el pH de la sangre y de la orina se incremente junto con el valor de DACD. Una forma de acidificar la sangre en los animales es mediante el suministro de sales aniónicas en la dieta, cuya adición se refleja en la disminución de pH sanguíneo y urinario, lo que resulta en un leve aumento de 1,25 DHC, activando la absorción intestinal de Ca, lo cual se ha relacionado con la reducción de la hipocalcemia, mientras que la adición de sodio o potasio tienen el efecto contrario.

Un método para saber si los animales responden a la adición de sales aniónicas es si un pH urinario de 5,5 a 6,2 en vacas Jersey y de 6,2 a 6,8 en vacas Holstein se asocia con efectiva respuesta a la adición de aniones. Si el pH baja de 5,5 se debe reducir cantidad de aniones en la dieta para evitar

acidosis metabólica. Según Goff (2010), la dieta preparto debe contener 0,30 a 0.37% de P; 0,40% de Mg; 0,22 a 0,40% de S; 0,85 a 1,0% de Ca; 0,1 a 0,15 de Na y 1,0% de K, además de suficiente Cl para ayudar a disminuir el pH de en la orina. Durante el período seco el aporte de Ca debe mantenerse lo más bajo posible, para que los mecanismos de movilización se mantengan activos, de lo contrario se predispone a la vaca a hipocalcemia.

Referencias

- Huala, S. Manejo de las dietas aniónicas en bovinos. Monografía. Intensificación en producción animal, nutrición y alimentación. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires, 2012. 25p.
- González, F.H.D., Correa, M.N., Castellote, J.L.B., Silva, S.C. 2012. Transtornos metabólicos de los animales domésticos. 2ª. ed. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 469p.
- Berecochea, C., Betiger, D.L., Lombana, M.E. Mecanismos moleculares de la contracción del músculo cardíaco. Disponible en: <163.178.103.176/aibc/Documentos/contraccion.pdf>