

Variaciones en la concentración de los gases sanguíneos en ganado manso y bravo

¹ESCALERA, F.; ¹ALONSO, M. E.; ¹LOMILLOS, J. M.; ²BARTOLOMÉ, D.; ²GARCÍA, J. J.;
³GONZALEZ M. R.; ¹GAUDIOSO, V.

¹ Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. 24007. León, Spain.

² Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Centro de Investigación del Toro de Lidia.

¹Departamento de Medicina Cirugía y Anatomía Veterinaria. Facultad de Veterinaria. Universidad de León.

Resumen

Una excesiva actividad metabólica, una inadecuada oxigenación de los tejidos y la acumulación de cantidades de ácidos orgánicos (pirúvico, láctico, acético, etc.) debido a la incapacidad de eliminarlos por vías oxidativas, pueden producir un acusado descenso del pH en los líquidos orgánicos. Las desviaciones serias del pH fuera del rango normal (7,4) pueden desequilibrar el metabolismo celular de manera drástica y, en consecuencia, la función corporal (Cunningham, 1999). Mantener el pH supone eliminar una considerable cantidad de radicales ácido, productos del metabolismo, los cuales aumentan, principalmente, con el ejercicio. Existen diversos sistemas de control entre los que se encuentra el sistema respiratorio. El sistema de explotación (extensivo o intensivo) y el tipo de alimentación pueden ayudar a desarrollar una mejor preparación física ante el estrés y/o ejercicio repentino. El ejercicio y/o estrés determina un trastorno en el equilibrio ácido-básico provocando un estado de acidosis y la consiguiente disminución de los valores en la mayoría de los parámetros estudiados, aumentando solamente las concentraciones de PCO₂, en todos los grupos objeto de estudio con respecto a los valores considerados como fisiológicos, siendo más acusados los del grupo de animales lidiados.

Palabras clave: Equilibrio ácido-básico, gasometría, ganado bravo, cebadero.

INTRODUCCION

Fisiológicamente, el organismo tiene la capacidad de regular la producción y eliminación de iones hidrogeno. Sin embargo, como consecuencia de una excesiva actividad metabólica, una inadecuada oxigenación de los tejidos, la presencia de fármacos o ciertas enfermedades pueden acumularse cantidades de ácidos orgánicos (pirúvico, láctico, acético, etc.) debido a la incapacidad de eliminarlos por vías oxidativas. Estas elevadas concentraciones pueden producir un acusado descenso del pH en los líquidos orgánicos. Las desviaciones serias del pH fuera del rango normal (7,4) pueden desequilibrar el metabolismo celular de manera drástica y, en consecuencia, la función corporal (Cunningham, 1999).

Mantener el pH supone eliminar una considerable cantidad de radicales ácido, productos del metabolismo, para lo cual existen diversos sistemas de control, entre los que cabe señalar: los tampones amortiguadores o bases buffers, el aparato respiratorio y el riñón. La valoración de los gases sanguíneos puede ayudarnos a tener una idea aproximada del sobreesfuerzo que supone para un organismo situaciones como el ejercicio y/o estrés.

El control pulmonar (sistema respiratorio) del equilibrio ácido-base es un proceso de autorregulación basado en el control del CO₂ en la sangre (debido a que los pulmones pueden modificar la PCO₂), cuya variación altera los valores de pH en un sentido o en otro (ecuación de

Henderson-Haselbalch) (García sacristán, 1996). Por tanto, el ritmo y el volumen respiratorio, son determinantes a la hora de la renovación del CO₂ pulmonar. Un incremento en la eliminación del CO₂ trae como consecuencia la disminución del mismo en los espacios extracelulares, y por tanto el ácido carbónico (CO₃H₂) tenderá a disociarse en ion bicarbonato (HCO₃⁻) restaurando el pH sanguíneo a los valores homeostáticos (Suárez, 1995). Mediante receptores específicos, sensibles a las variaciones de la concentración de CO₂ y pH, localizados en el bulbo raquídeo, el centro respiratorio bulbar regula la ventilación (García sacristán, 1996). Su respuesta es rápida, estableciéndose en pocos minutos, y el sistema tiene una gran reserva.

El término “gasometría” significa medición de gases en un fluido cualquiera, aunque donde mayor rentabilidad diagnóstica tiene es en sangre. Sirve para determinar si un organismo sufre algún trastorno en el equilibrio acidobásico. Dicho examen puede realizarse tanto en sangre venosa periférica como en sangre venosa central y también en sangre arterial. Para evaluar el equilibrio ácido-base se utiliza preferentemente la sangre venosa periférica, mientras que para conocer la situación de la función respiratoria se utiliza sangre arterial.

Dicha medición, incluye la obtención, e interpretación, de los valores de la presión parcial de oxígeno (PO₂), de la presión parcial de dióxido de carbono (PCO₂) y del pH (Levy, 2006). A partir de estos parámetros, se calcula el bicarbonato (HCO₃⁻). También se pueden calcular otros parámetros como el dióxido de carbono total (TCO₂), el exceso de bases (EB) y la saturación de oxígeno (sO₂) (Mock y col, 1995; Verwaerde y col, 2002).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevo a cabo en tres grupos de animales, el primero compuesto por 196 animales, entre novillos y toros, de la raza bovina de lidia de diferentes encastes y ganaderías, los cuales fueron lidiados y muertos a estoque en las plazas de Palencia, Valladolid y Salamanca, durante las temporadas de 2007 y 2008 (grupo 1); el segundo grupo lo componían 15 vacas, también de la raza de brava, de diferentes edades y explotadas en sistema extensivo (grupo 2); finalmente el tercer grupo lo integran 15 novillos, de diversas razas, con diferentes edades, mantenidos en cebadero (grupo 3). La sangre se recogió, en el caso de los toros lidiados, durante el desangrado, inmediatamente después de la lidia, mientras que el resto de muestras se tomaron en matadero, después del aturdimiento, durante el desangrado de los animales, utilizándose en todos los casos tubos de ensayo heparinizado de 3 cc. Las determinaciones se realizaron *in situ*, mediante el autoanalizador portátil i-STAT, utilizando cartuchos EG7⁺.

Se procedió al análisis estadístico de los datos utilizando el programa informático SPSS para Windows versión 15.0.

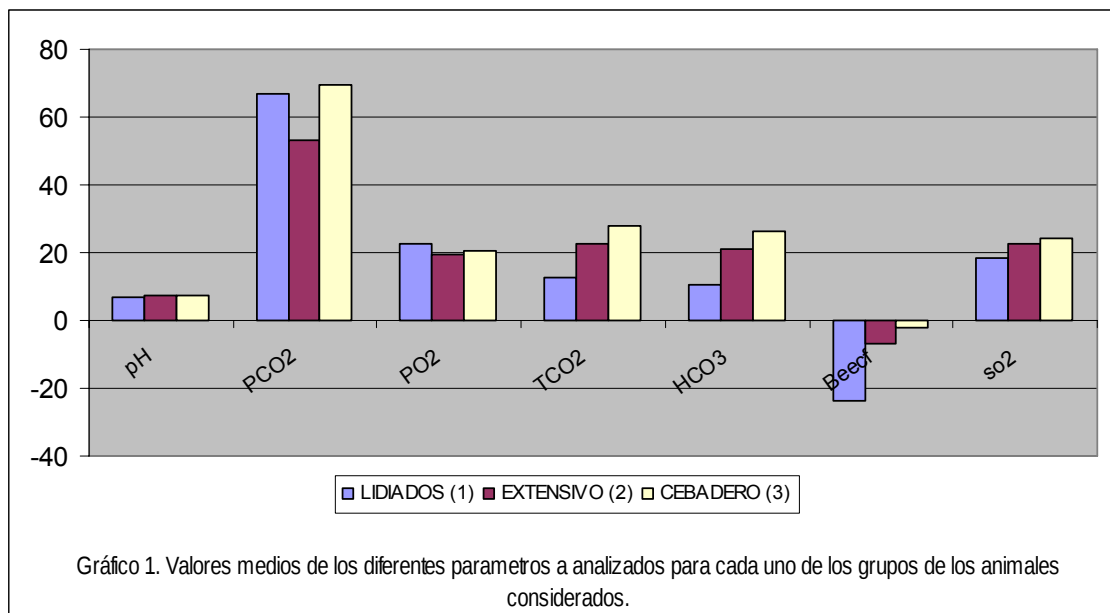
RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores medios obtenidos de pH, PCO₂ (mmHg), PO₂ (mmHg), TCO₂ (mEq/l), HCO₃⁻ (mEq/l), EB (mEq/l), sO₂ (%) plasmáticos, de los animales en estudio así como los valores de referencia, se reflejan en la Tabla 1, mientras que en el Gráfico 1 sólo se muestran los resultados de este estudio.

	pH	PCO ₂	PO ₂	TCO ₂	HCO ₃ ⁻	Beecf	sO ₂
LIDIADOS (1)	6,81 ^a	66,96 ^a	22,38 ^a	12,76 ^a	10,77 ^a	-23,50 ^a	18,31 ^a
EXTENSIVO (2)	7,21 ^b	53,11 ^a	19,40 ^a	22,87 ^b	21,27 ^b	-6,60 ^b	22,60 ^a
CEBADERO (3)	7,19 ^b	69,31 ^b	20,73 ^a	28,00 ^c	26,11 ^c	-2,20 ^c	24,07 ^a
V. de Referencia	7,35-7,50	34-45	31,9-34,5	20-30	20-30	-2-(+2)	62,32

Tabla 1. Media de los parámetros analizados.

Letras diferentes (a, b y c) indican diferencias estadísticas significativas.



Las concentraciones de pH obtenidas, en los tres grupos de estudio, están por debajo de las consideradas como fisiológicas para la especie bovina (Kaneko y col, 1997; Prieto Montaña, 1999; Radostits y col, 2002). Existen variaciones significativas entre los diferentes grupos siendo el descenso más acusado en el grupo 1, cuyos valores son similares a los descritos por Bartolomé y col (2005) y García y col (2005), en toros de raza brava tras ser lidiados, poniendo de manifiesto la existencia de un estado de acidosis tal y como mencionan Alonso (1995) Bartolomé y col (2005) y García y col (2005).

Entre las diferentes fuentes que contribuyen al incremento del ion hidrógeno se encuentran el índice metabólico, ya que con su aumento se elevan las concentraciones de CO₂, que a su vez van a permitir niveles más altos de H⁺ en sangre y como consecuencia el pH disminuirá. Este proceso durante el ejercicio intenso o la lidia de un toro bravo se acelera lo suficiente como para que dichos valores de pH desciendan, a esto podemos añadir la incapacidad de los pulmones para eliminar el CO₂ que se está produciendo (Cunningham, 2003). Considerando la falta de variación entre los valores de los grupos 2 y 3, podríamos inferir que la movilización y el transporte de los animales al matadero producen un incremento similar del índice metabólico, independientemente del tipo de raza y el sistema de explotación de procedencia.

Con respecto a la presión parcial de dióxido de carbono (PCO₂) los valores de las concentraciones se encuentran aumentados en los tres grupos de estudio, con respecto a los niveles considerados como fisiológicos en ganado bovino (Ohtsuka y col, 1997; Radostits y col, 2002). No obstante, no existen diferencias entre el grupo lidiado y los procedentes de cebadero, pero, estos dos grupos si se diferencian de los animales provenientes del sistema extensivo.

La tasa metabólica determina la celeridad y cantidad de CO_2 que se produce. En el toro de lidia éste incremento puede ser atribuido al intenso ejercicio realizado durante la lidia, mientras que no encontramos explicación en la literatura para interpretar los valores obtenidos en los animales procedentes de cebadero, siendo quizás la explicación más lógica el resultado del incremento en las reservas de grasa de los animales lo que induzca a reflejar una mayor producción de CO_2 al más mínimo incremento en el metabolismo, en este caso debido al estrés previo al sacrificio.

Los valores de la presión parcial de oxígeno (PO_2), en nuestros resultados, se encuentran disminuidos para los diferentes grupos, según los datos descritos por Fisher y col (1980). A pesar de que las diferencias no son significativas entre los grupos de animales estudiados, el grupo 2 muestra el valor más bajo y el del grupo 1 el más alto.

Esto puede ser consecuencia de la dificultad pulmonar para oxigenar al animal, como sucede tras el ejercicio intenso de la lidia, mientras que en el caso del grupo 2, el cual muestra los niveles mas bajos, pero niveles de pH más altos, la causa podría ser una deficiencia de hierro, lo cual disminuiría la captación de oxígeno por la hemoglobina, unido al menor incremento del hematocrito en estos animales (datos no publicados).

Los datos de dióxido de carbono total (TCO_2), encontrados en esta investigación para los toros después del ejercicio, están por debajo de los considerados como basales por Kaneko y col (1997) y Radostits y col (2002), mientras que los procedentes de animales en extensivo y en cebadero están dentro de los límites de la normalidad, existiendo diferencias estadísticas significativas entre grupos.

En nuestro trabajo, los valores de Saturación de Oxígeno (sO_2), en los diferentes grupos, se encuentran por debajo de los publicados por Gokce y col (2004). Las diferencias entre grupos no son significativas, aun así los valores de los animales lidiados son los más bajos.

Según Levy (2006) las concentraciones de saturación de oxígeno en sangre disminuyen cuando existe un aumento en la concentración de CO_2 y CO , cuando se inhalan contaminantes ambientales, cuando hay una PO_2 baja o por problemas de la hemoglobina para transportar oxígeno. Por otro lado la disminución del gasto cardiaco, la anemia, la hipertermia y el ejercicio incrementan el consumo de oxígeno (Levy, 2006). Todas estas circunstancias, o al menos alguna de ellas, las podemos encontrar en los animales objeto de nuestro estudio. Además, es notable la existencia de una correlación, en cada grupo, de estos niveles (sO_2) con los de PCO_2 .

Mientras que los valores de HCO_3^- se encuentran disminuidos en el toro lidiado, con respecto a los niveles de ganado bovino en reposo (Prieto Montaña, 1999; Radostits y col, 2002; Manual Merck, 2007), los valores observados para los grupos restantes están dentro de los límites fisiológicos descritos. Por otro lado, las variaciones entre grupos son significativas aun en aquellos grupos en que sus valores están dentro de la normalidad.

La concentración de hidrogeniones está determinada por el balance entre anhídrido carbónico y bicarbonato sérico, esto es, la concentración de hidrogeniones varía inversamente a la concentración plasmática de bicarbonato (Esteban, 1996). Una posible causa de la disminución de bicarbonato es la hipoventilación, ya que ésta determina un incremento en la PCO_2 y éste, a su vez, eleva los hidrogeniones disminuyendo el pH. No obstante, estos resultados debieran ser relativos al pH, es decir, no existir diferencias entre los grupos 2 y 3. Las diferencias encontradas

en nuestro estudio pueden ser el resultado de una mayor dificultad de los animales pertenecientes al grupo 2 para mantener el pH debido a una producción excesiva de otro tipo de ácidos, principalmente de origen muscular.

Existen autores que han estudiado los valores de Exceso de Bases (EB) en sangre venosa de bovinos; tal es el caso de Rauluszkiewicz y Dejneka (1985), Braun y col (1990), y Szenci y Besser (1990), los cuales describen concentraciones superiores a las encontradas en esta investigación para los grupos de animales 1 y 2, mientras que los de los valores obtenidos en los animales procedentes de cebadero son similares, siendo menores las concentraciones de toros lidiados, pudiendo ser debido al esfuerzo que supone el ejercicio desarrollado durante la lidia, ya que parece tener una influencia directa sobre las concentraciones de EB, tal y como demuestran Güttler y col (1989) al encontrar que, tras el esfuerzo que supone un parto distócico, se produce un descenso en los valores de bicarbonato y, consecuentemente, de EB.

CONCLUSIONES

1.- En animales lidiados, la mayoría de los parámetros que participan en la regulación del equilibrio ácido-básico mediante la función respiratoria, se encuentran por debajo de los considerados como fisiológicos en otras razas bovinas. Únicamente la PCO₂ está aumentada. Las variaciones observadas ponen de manifiesto el intenso esfuerzo que supone la lidia.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, ME. (1995). Estudio de la manifestación del síndrome de caída en la raza de lidia y su relación con determinados parámetros etológicos y sanguíneos. Tesis Doctoral. León, España.

BARTOLOMÉ, DJ; ALONSO, ME; FERRERO, R; GARCÍA, JJ; GAUDIOSO, VR. (2005). Correlación entre pH sanguíneo de reses de lidia y diversos parámetros hemáticos. V Congreso Mundial Taurino de Veterinaria: 117-122.

BRAUN, U; STEINER, A; KAEIG, B. (1990). Clinical, haematological and biochemical finding and the results of treatment in cattle with acute functional pyloric stenosis. Veterinary Record. 126: 107-110.

CUNNINGHAM JG. (1999). Fisiología Veterinaria. México: McGraw-Hill Interamericana. 2ª ed. 763 p.

CUNNINGHAM, JG. (2003). Fisiología veterinaria. Madrid: Elsevier. 3ª ed. 575 p.

ESTEBAN, A; MARTÍN, C. (1996). Manual de cuidados intensivos para intensivos para enfermería. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica. 3ª ed.

FISHER EW; SIBARTIE D; GIMSHAW TR. (1980). Comparison of the pH, pCO₂, pO₂ and total CO₂ content in blood from the brachial and caudal auricular arteries in normal cattle. Br Vet J. 136 (5): 496-499.

GARCÍA, JJ; ALONSO, ME; BARTOLOMÉ DJ; GAUDIOSO, VR. (2005). Primeros datos sobre la medida del pH sanguíneo y ruminal en reses de lidia. V Congreso Mundial taurino de Veterinaria: 123-127.

GOCKE, G; CITIL, M; GUNES, V; ATALAN, G. (2004). Effect of the time delay and storage temperature on blood gas and acid-base values of bovine venous blood. Reserch in veterinary Science. 76: 121-127.

GÜTRLER, H; ZELFEL, CH; SCHULZ, J; BEYREIB, A. (1989). Acid-base balance and metabolic parameters in blood plasma of cows and their calves, depending on the course of partuition. mH. Vet. Med. 44:442. En: SUÁREZ, JL. (1995). Comportamiento del equilibrio ácido-base en sangre arterial de vacas lecheras en relación con su estado fisiológico y productivo. Tesis Doctoral. Lugo, España.

KANEKO, JJ; HARVEY, JW; BRUSS, ML. (1997). Clinical biochimestry of domestic animals. San Diego: Academic Press. 932 p.

LEVY, MN; KOEPPEN, BM; STANTON, BA. (2006). Berne y Levy Fisiología. Madrid: Elsevier España. 4ª ed. 836 p.

MANUAL MERCK de VETERINARIA/Editor: CYNTHIA M. KAHN. (2007). Barcelona: Oceano/Centrum. 6ª ed. vol. II. 2620 p.

MOCK, TD; MORRISO, D; YASTSCOFF, R. (1995). Evaluation of the i-STAT System: A Portable Chemistry Analyser for the measurement of Sodium, Potasium, Chloride, Urea, Glucose and Hematocrit. Clin Biochem. 28: 187-192.

PRIETO MONTAÑA, F. (1999). Exploración Clínica Veterinaria. León: Universidad de León. 563 p.

OHTSUKA, H; MORI, K; KOIWA, M; SATO, H; YOSHINO, T; TAKAHSHI, K. (1997). Metabolic alkalosis in caliform mastitis. J Med Med Sci. 59: 471-472.

RAULUSSZKIEWICZ, S; DEJNEKA, FN. (1985). Investigations of prophylactic application of CO₃Ha in cows about partuition period. Zesz. Nauk. Akade. Rolniz. We Wrocla. XLVI (172): 17-23.

RADOSTITS, OM; GAY, CC; BLOOD, DC; HINCHCLIFF, KW. (2002). Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del Ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Madrid: McGraw-Hill Interamericana. 9ª ed. Vol. II. 2215 p.

SUÁREZ JL. (1995). Comportamiento del equilibrio ácido-base en sangre arterial de vacas lecheras en relación con su estado fisiológico y productivo. Tesis Doctoral. Lugo, España.

SZENCI, O, BESSER, T. (1990). Changes in blood gas and acid-base values of bovino venous blood during storage. JAVMA. 197: 471-474.

VERWAERDE, P; MALET, C; LAGENTE, M; DE LA FARGE, F; BRAUN, JP. (2002). The accuracy of the i-STAT portable analyser for measuring blood gases and pH in whole-blood samples from dogs. Res Vet Sci. 73: 71-75.