

Dinámica de componentes físico químicos del agua en las lagunas de abrevaderos en sabanas hiperestacionales de bancos, bajíos y esteros de Mantecal, estado Apure

René Torres*, Rafael Aparicio†, Luis Astudillo y José Carrasquel

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Apure, San Fernando, estado Apure, Venezuela. *Correo electrónico: grtorres@inia.gob.ve

RESUMEN

Con el fin de estudiar la dinámica de los componentes físico-químicos de las aguas de lagunas de abrevaderos ubicadas en fisiografías de bancos, bajíos y esteros de una sabana hiperestacional de Mantecal, estado Apure, Venezuela se realizaron durante el período marzo - 2005 a abril - 2007 evaluaciones a muestras obtenidas de las mismas. Se encontró en general una pobreza de elementos minerales para una adecuada nutrición mineral, la existencia de bajas conductividades eléctricas y pH ligeramente ácidos, aún cuando en períodos de sequía tienden a la neutralidad, disminuyendo con el inicio de lluvias. Los cationes sodio, potasio, calcio y en menor frecuencia el magnesio, presentaron mayores valores en lagunas ubicadas en las fisiografías de esteros y bajíos, especialmente durante los períodos de sequía. Mientras que las concentraciones de azufre e hierro se elevaron en período de sequía, cuando ocurre la temporada de apareamiento, lo cual podría inducir desordenes metabólicos en la nutrición mineral de los rebaños.

Palabras Clave: aguas, abrevadero, sabanas, minerales.

Dynamics of physicochemical variables of the water of lagoons situated on physiographys of “bancos, bajíos y esteros” to watering places for cattle, on hyperstational savannas of Mantecal, Apure state

ABSTRACT

In order to study the dynamics of physicochemicals components of water obtained from lagoons situated on physiographys of “bancos, bajíos y esteros” that serve as watering places for cattle, samples from savannas of Mantecal, Apure state, Venezuela were taken and measured between march - 2005 to april - 2007. Results showed proverty of mineral elements for adequate mineral nutrition, low electric conductivity and slightly acids pH, which in periods of draught had a tendency to neutrality. Sodium, potassium, calcium cations and less frequent magnesium, presented greater values on the lagoons in the physiographys of “esteros and bajíos” specially during the dry season. Concentrations of sulfur and iron rise during the dry season, coinciding with reproductive season, this could induce metabolic disorder related to mineral nutrition of the herds.

Keywords: water, lagoons, savannas, mineral.

INTRODUCCION

Los suelos de las sabanas venezolanas presentan una serie de deficiencias de los principales elementos minerales para una adecuada nutrición de los rumiantes que sobre ellos pastorean, dado que sus pasturas poseen características y dinámicas de nutrimentos minerales en función de estos suelos como recurso de obtención. Así mismo, se ha documentado la existencia de altas concentraciones de elementos que obstaculizan una aceptable nutrición mineral al generar principalmente antagonismos, en especial en hierro, aluminio, manganeso y referido a sabanas hiperestacionales, azufre. (Chicco y Godoy, 2005; Tejos, 1998).

No obstante, aunque los animales consumen entre 8 y 12 % de su peso vivo en agua, variando con su estado fisiológico, dieta, orientación productiva y condiciones climáticas principalmente (Murphy *et al.*, 1983; Preston y Leng, 1989; Sager, 2000), existe poca información sobre la caracterización de los elementos minerales que ingresan al animal al abrevar.

Distintos factores pueden hacer un agua inapta para el consumo del ganado, como la contaminación microbiana, presencia de toxinas orgánicas o minerales tóxicos, contaminación con agroquímicos o desechos industriales y principalmente la salinidad (Bavera *et al.*, 1979, Ferrara *et al.*, 2007). Al respecto McDowell *et al.*, (1997), plantean que ocasionalmente y en forma localizada el agua puede contener elementos en concentraciones tóxicas, especialmente para regiones de fluorosis endémicas del mundo, el cual no es el caso en Venezuela, pero en los estados Guárico, Carabobo y Sucre, principalmente, existen fuentes de agua con altos contenidos de sulfuros que requieren atención ante su utilización por humanos, animales y agricultura vegetal.

Por ello el objetivo del presente trabajo estuvo en evaluar la dinámica de calidad del agua, referida a las propiedades de una fuente que influye sobre su aptitud para un uso específico, poniendo énfasis en las características físico químicas.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el Campo Experimental de Mantecal (7°35' LN y 69°10' LO), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones

Agrícolas (INIA), durante el período marzo 2005 a abril 2007.

Las características del área experimental y su manejo han sido descritas por Torres *et al.* (2003 a,b), reportando suelos con pH de 5,15 en agua (1:25); 2,69 % de Materia Orgánica; 10 ppm de fósforo (P); 76,70 ppm de potasio (K); 88,33 ppm de calcio (Ca); 43 ppm de magnesio (Mg); 93 ppm de hierro (Fe); 2,53 ppm de cobre (Cu); 4,20 ppm de zinc (Zn), 36 ppm de manganeso (Mn) y 5,62 ppm de molibdeno, como valores promedios que varían entre fisiografías.

Las muestras de agua fueron tomadas con una frecuencia de 49,5 d en 5 lagunas de abrevadero en fisiografía de banco, 2 en bajío y 3 en estero, colectadas en frascos de vidrio (250 ml), color ámbar y refrigeradas (5° C) hasta su análisis en forma de muestras compuestas por fisiografía, con 3 repeticiones. Se analizó por espectrofotometría de absorción atómica azufre (S), Fe, Ca, Mg, sodio (Na), K, HCO₃, sulfato y cloruro. Resultando además, niveles por debajo del límite de detección en Cu, Zn, Mn, molibdeno y carbonato, con alta frecuencia. A su vez, se estableció Conductividad Eléctrica y pH en agua (1:25).

Los resultados fueron analizados con el apoyo del paquete estadístico INFOSTAT (2007), con un modelo completamente aleatorizado simple hasta el establecimiento de diferencias por la prueba de Tukey, y la creación del Intervalo de Confianza al 95%, para comparaciones entre fisiografías y fechas de evaluación en cada variable evaluada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos son mostrados en el Cuadro, con una generalizada pobreza en todas las aguas de abrevadero de las diferentes fisiografías, especialmente en macro cationes, ello podría tener su origen dado la baja fertilidad de los suelos de estas planicies centrales del estado Apure, las cuales aún cuando son formadas de varias deposiciones del Cuaternario (Sarmiento y Pinillos, 2001), no poseen significativos aportes de la erosión de la Cordillera andina, y a que sus lagunas se llenan de aguas de lluvias, que poco incorporan minerales (López *et al.*, 1986).

Así existieron bajas conductibilidades eléctricas, aún cuando no tan reducidas como en los tramos de

Cuadro. Características físico-químicas de aguas de lagunas de abrevaderos ubicadas en las fisiografías de bancos, bajos y esteros de una sabana hiperestacional en Mantecal, estado Apure, Venezuela.

Fechas	12-04-2005	18-05	29-06	18-08	23-09	14-11	16-01-2006	27-03	09-06	13-07	31-08	15-11	22-01-2007	06-03
A CE	0,04 2ab	0,05 2b	0,03 1a	0,03 1a	0,04 1ab	0,04 1ab	0,04 2ab	0,04 2ab	0,06 2bc	0,03 1a	0,04 1ab	0,04 1ab	0,04 2ab	0,08 2d
B	0,12 1a	0,07 1c	0,01 2g	0,03 1f	0,05 1d	0,05 1d	0,07 1c	0,08 1c	0,1 1b	0,04 1df	0,03 1f	0,04 1df	0,05 2d	0,12 1a
C	0,05 2d	0,08 1b	0,03 1e	0,03 1e	0,05 1d	0,05 1d	0,06 1cd	0,07 1bc	0,11 1a	0,03 1e	0,03 1e	0,04 1de	0,07 1bc	0,11 1a
A pH	5,72 1cd	5,53 2c	5,86 3d	5,87 3d	6,02 1e	7,23 1g	7,18 1g	6,72 1f	7,19 2g	4,71 2a	5,06 1b	6,00 2de	5,66 3c	6,73 2f
B	5,48 2b	6,13 1d	6,33 1e	6,18 1d	5,86 2c	7,21 1h	7,21 1h	6,85 1f	7,34 1i	5,13 1a	5,01 1a	6,17 1d	6,43 1e	7,04 1g
C	5,73 1c	5,58 2b	6,16 2e	6,01 2de	6,14 1e	7,34 1h	7,18 1g	6,85 1f	7,36 1h	4,76 2a	4,74 2a	5,91 2d	5,93 2d	6,90 1f
A Na	0,13 3de	0,14 3e	0,04 1a	0,04 1a	0,05 2ab	0,13 1de	0,12 3d	0,12 2d	0,13 3de	0,07 1b	0,09 1bc	0,10 1c	0,11 3cd	0,29 2f
B	0,38 1f	0,25 2d	0,05 1a	0,06 1a	0,09 1b	0,14 1c	0,30 1e	0,26 1d	0,31 1e	0,08 1b	0,07 12ab	0,10 1b	0,16 2c	0,39 1f
C	0,16 2c	0,36 1f	0,05 1a	0,06 1a	0,10 1b	0,14 1c	0,21 2d	0,27 1e	0,27 2e	0,06 1a	0,05 2a	0,09 1b	0,28 1e	0,38 1f
A K	0,12 1ef	0,17 2g	0,03 1a	0,06 1bc	0,09 1d	0,08 2cd	0,04 3ab	0,05 3ab	0,14 3ef	0,08 1cd	0,10 1de	0,06 1bc	0,06 1bc	0,20 2h
B	0,42 1g	0,32 1f	0,03 1a	0,06 1b	0,09 1c	0,13 1d	0,10 2c	0,24 1e	0,25 2e	0,06 12b	0,04 2ab	0,05 1ab	0,05 1ab	0,24 1e
C	0,17 2fg	0,34 1i	0,03 1a	0,05 1ab	0,10 1d	0,08 2cd	0,14 1e	0,16 2ef	0,40 1j	0,05 2ab	0,06 2bc	0,06 1bc	0,19 2g	0,23 1h
A Ca	0,07 2b	0,10 1c	0,02 2a	0,11 1cd	0,11 3cd	0,10 2c	0,12 2de	0,08 2b	0,18 3g	0,08 2b	0,10 1c	0,13 1ef	0,12 12de	0,13 2ef
B	0,10 1c	0,05 3a	0,09 1c	0,10 1c	0,15 2e	0,13 1de	0,15 1ef	0,13 1de	0,24 1h	0,12 1d	0,07 2b	0,14 1ef	0,13 1de	0,19 1g
C	0,07 2b	0,08 2bc	0,09 1c	0,08 2bc	0,17 1g	0,12 1de	0,14 1f	0,13 1ef	0,22 2h	0,06 3ab	0,05 3a	0,13 1ef	0,11 2d	0,18 1g
A Mg	0,08 12cd	0,07 2bc	0,01 2a	0,08 1cd	0,09 2d	0,08 1cd	0,07 2bc	0,06 2b	0,12 3e	0,07 2bc	0,08 1dc	0,08 2cd	0,12 1e	0,08 2cd

./...continúa

/...continuación

Fechas	12-04-2005	18-05	29-06	18-08	23-09	14-11	16-01-2006	27-03	09-06	13-07	31-08	15-11	22-01-2007	06-03
B	0,09 1c	0,05 3a	0,07 1b	0,07 1b	0,10 2cd	0,09 1c	0,11 1de	0,10 1cd	0,19 1g	0,09 1c	0,06 2ab	0,11 1de	0,11 1de	0,15 1f
C	0,07 2ab	0,09 1c	0,06 1a	0,07 1ab	0,14 1e	0,08 1bc	0,11 1d	0,09 1c	0,14 2e	0,06 2a	0,06 2a	0,11 1d	0,11 1d	0,14 1e
A S	0,59 2c	0,56 2c	0,02 1a	Sd	Sd	0,01 1a	0,16 1a	0,45 2c	0,28 2b					
B	1,26 1d	1,06 1d	0,08 1a	Sd	Sd	0,01 1a	0,24 1b	0,62 1c	0,31 2b					
C	1,31 1d	0,72 2c	0,06 1a	Sd	Sd	0,02 1a	0,18 1a	0,73 1c	0,45 1b					
A Fe	2,18 3a	6,89 2a	3,81 1a	Sd	Sd	1,62 1a	0,55 1b	10,65 1a	1,86 1a					
B	21,52 2ab	30,08 1b	3,39 1a	Sd	Sd	2,56 1a	4,22 2a	11,62 1a	3,89 1a					
C	105,66 1b	3,66 2a	3,54 1a	Sd	Sd	1,97 1a	3,16 2a	8,36 1a	7,01 1a					
A HCO3	0,31 1ef	0,34 1f	0,29 1de	0,09 1b	0,29 2de	0,28 2de	0,29 2de	0,26 3d	0,51 3g	0,28 1de	0,13 1bc	0,15 1c	0,02 2a	0,01 1a
B	0,34 1fg	0,19 2c	0,24 2d	0,11 1b	0,28 2de	0,36 1f	0,55 1i	0,48 1h	0,61 2j	0,30 1ef	0,10 1b	0,18 1c	0,05 2a	0,03 1a
C	0,33 1e	0,31 1e	0,24 2d	0,09 1ab	0,34 1e	0,33 1e	0,51 1f	0,32 2e	0,66 1g	0,23 2d	0,10 1b	0,18 1c	0,18 1c	0,05 1a
A Sulfato	0,03 2	0,05 3			0,11 2	0,09 1	0,08 1	0,09 2	0,08 2				0,07 1	0,61 1
B	0,41 1	0,27 1			0,19 1	0,02 2	0,10 1	0,03 3	0,12 2				0,04 1	0,34 2
C	0,07 2	0,19 2			0,21 1	0,13 1	0,10 1	0,30 1	0,20 1				0,05 1	0,57 1
A Cloruro	0,06 3	0,10 3		0,23 1			Sd	Sd			0,24 1	0,24 1	0,30 2	0,24 2
B	0,28 1	0,19 2		0,19 1			0,05 2	0,12 1			0,12 2	0,24 1	0,36 1	0,48 1
C	0,15 2	0,51 1		0,19 1			0,11 1	0,08 1			0,12 2	0,24 1	0,24 2	0,48 1

Notas: Fisiografías A (Banco); B (Bajo); C (Estero); Variables: CE (Conductibilidad Eléctrica, ds/m); pH (acidez); Na (sodio, meq/l); K (potasio, meq/l); Ca (calcio, meq/l); Mg (magnesio, meq/l); S (azufre, meq/l); Fe (hierro, meq/l); (HCO₃; sulfato y cloruro en meq/l). Números diferentes en columnas/variable= (P<0,05). Letras diferentes en filas/variable= (P<0,05). Sd = sin determinación.

los ríos Alto Orinoco y Ventuari (Mora *et al.*, 2007). Al considerar la variable por fisiografía existió una tenencia hacia mayores conductividades en las lagunas de esteros y bajíos, ante las existentes en bancos, con mayor frecuencia en períodos de sequía.

Los valores de pH en su conjunto resultaron medianamente ácidos y más favorables al ser menos ácidos que los del río Cinaruco (Montoya *et al.*, 2006) o los de las aguas negras del Ventuari que poseen rango de 3,96 a 4,80 (Mora *et al.*, 2007). Existió una tendencia a mayor frecuencia de obtención de valores superiores ($P < 0,05$), en las aguas de las lagunas en los bajíos. Así como en todas las fisiografías menores valores ($P < 0,05$), durante los períodos de inundación, ello podría estar relacionado con la acción bacteriana sobre la materia orgánica en condiciones anaeróbicas (Bavera *et al.*, 1979; Bulla *et al.*, 1980 a,b), al incrementar los sulfuros, compuestos nitrogenados y ácidos húmicos por procesos de descomposición. Durante el período de evaluación se obtuvo mayores valores ($P < 0,05$) en sequía en todas las fisiografías, con valores cercanos a la neutralidad, sin superar el rango óptimo de 6,1 a 7,5 según Bavera *et al.* (2001), citados por Pérez – Carrera *et al.* (2007).

Los cationes Na y K presentaron tendencias muy similares con valores superiores ($P < 0,05$) en bajíos y esteros (promedio 18,57 meq/l en Na y 14,71 en K) al comparar con las aguas de lagunas en bancos (11,14 meq/l en Na y 9,14 en K). Ambos cationes al concentrarse las aguas durante el período de sequía presentaron superioridad ($P < 0,05$), ante evaluaciones en período de lluvias o inundación, y según Bavera *et al.* (1979), ambos cationes concentran poca cantidad, lo cual al eliminar el efecto salinidad, contribuyen a una clasificación de las aguas como “ideales” para su consumo por bovinos, no obstante, la contribución de estos a la nutrición mineral resulta a su vez precaria.

En los cationes Ca y Mg la jerarquización por fisiografía fue menor, resultando en promedio 10,36 y 6,71 meq/l en lagunas en bancos, 12,79 y 9,93 meq/l en lagunas en bajíos y 13,21 y 8,93 meq/l en lagunas en esteros, en valores promedio para Ca y Mg, respectivamente. No obstante, existió una tendencia a una superior ($P < 0,05$) cantidad de Ca en las lagunas de las fisiografías de esteros y bajíos durante el período de sequía, ante aguas de lagunas existentes en bancos, similarmente en los tenores de magnesio, aún cuando no tan pronunciado. La concentración

de ambos cationes resultaron bajas, y similares a las observadas para ríos del estado Amazonas (Mora *et al.*, 2007).

En el caso de S existieron problemas de detección, pero en períodos evaluados fueron establecidos altos tenores durante períodos de sequías ($P < 0,05$), ante períodos de lluvias, especialmente en lagunas existentes en esteros y bajíos, cuando estas superficies son destinadas por pastoreo diferido a su utilización; según valores referenciados por Bavera *et al.* (2001), citados por Pérez – Carrera *et al.* (2007). Ello podría suponer la inducción de una problemática de metabolismo y utilización de elementos como el Cu, durante una necesaria temporada de apareamiento durante el período de sequía. Similar comportamiento se detecta con Fe, con límite máximo sugerido de 2 mg/l según Pérez – Carrera *et al.* (2007), y ello también podría contribuir a antagonismos, resultando en detrimento de una adecuada nutrición mineral. Como evidencia de ello, Aparicio *et al.* (2007), encontraron en becerros en crecimiento suplementados parenteralmente con Cu, mayor aumento de peso vivo ($P < 0,05$), al comparar con sus similares no suplementados.

En referencia a sulfatos, cloruros y bicarbonatos la información no permite ser concluyente, pero existió una tendencia hacia mayores tenores en lagunas en esteros y bajíos durante el período de sequía.

CONCLUSIONES

Las aguas de lagunas ubicadas tanto en bancos, como esteros y bajíos, resultaron pobres en los principales elementos para contribuir a una adecuada nutrición mineral de los bovinos.

Durante el período de sequía, las aguas de abrevaderos ubicadas en esteros y bajíos, poseen niveles de S e Fe que podrían inducir procesos antagónicos en la absorción y metabolismo mineral, especialmente de Cu.

LITERATURA CITADA

- Aparicio R., R. Torres, L. Astudillo, L. Córdova y J. Carrasquel. 2007. Suplementación parenteral con cobre sobre el peso de becerros en crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 25(3):221-224.
- Bavera G., E. Rodríguez, H. Beguet, O. Bocco y J. Sánchez. 1979. *Aguas y Aguadas*. Ed.

- Hemisferio Sur. 1ª Edic. Buenos Aires, Argentina. 284 p.
- Bulla L., R. Miranda y R. Pacheco. 1980 a. Producción, descomposición, flujo de materia orgánica y diversidad en una sabana de banco del Módulo Experimental de Mantecal. Estado Apure, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*. 31: 331-338.
- Bulla L., R. Pacheco y R. Miranda. 1980 b. Ciclo estacional de la biomasa verde, muerta y raíces en una sabana inundable de estero en Mantecal. Venezuela. *Acta Científica Venezolana*. 31:339-344.
- Chicco C. y S. Godoy. 2005. Deficiencias minerales y condiciones asociadas en la ganadería de carne de las sabanas de Venezuela. **In:** Obispo, Salazar y Romero (comp. y Eds.). Primer Curso Internacional Sobre Avances en la Nutrición de los Rumiantes. (Memorias). INIA-FONACIT. Maracay, Venezuela. (Serie G. N° 5). 101-128.
- Ferrara de Giner G., M. Najul y R. Sánchez. 2007. Calidad del recurso hídrico. UCV – ULA (SIDITA). 366 p.
- InfoSTAT. 2007. InfoStat Ver. 2007. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- López D., M. Sosa, M. Niño y L. Yánes. 1986. Balance de elementos en una sabana inundable) Módulo Experimental de Mantecal, Edo. Apure, Venezuela). I. Entrada y salida de materiales. *Acta Científica Venezolana* 37: 174-181.
- McDowell L., J. Velásquez y G. Valle. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Universidad de Florida. Gainesville. 83 p.
- Mora A., L. Sánchez, C. Lasso y C. Mac-Quhae. 2007. Parámetros físicoquímicos de algunos cuerpos de agua adyacentes a la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 41(1):44-59.
- Montoya J., D. Roelke, K. Winemiller, J. Corner and J. Snider. 2006. Hydrological seasonality and benthic algal biomasa in a neotropical floodplain river. *J. North American Benthological Society*. 25(1):157-170.
- Murphy M., C. Davis and G. McCoy. 1983. Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. *J. of Dairy Science*. 66: 35-38.
- Pérez – Carrera A., C. Moscuza, D. Grassi y A. Fernández – Cirelli. 2007. Composición mineral del agua de bebida en sistemas de producción lechera en Córdoba, Argentina. *Vet. Méx.*, 38(2): 153 – 164.
- Preston T. y R. Leng. 1989. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. *Consultorías para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico*. Cali, Colombia. 312 p.
- Sager R. 2000. Agua para bebida de bovinos. Instituto Nacional de Tecnología Agrícola. Estación Experimental San Luís. Argentina. Serie Técnica N° 126. 9 p.
- Sarmiento G. and M. Pinillos. 2001. Patterns and processes in a seasonally flooded tropical plain the Apure llanos, Venezuela. *J. of Biogeography*. 28:985-996.
- Tejos R. 1998. Fertilización estratégica de pasturas introducidas. En: XIV Cursillo sobre bovinos de carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Plasse, Peña, Romero (Eds). Maracay. 143-165.
- Torres R., E. Chacón, F. Ovalles, O. Guenni, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003a. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. I. Sucesión del pastizal. *Zootecnia Tropical*, 21(4):425-448.
- Torres R., E. Chacón, W. Machado, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003b. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. II. Composición proteica y de minerales en planta y suelo. *Zootecnia Tropical*, 21(4):449-466.