



Revista Cubana de Ciencia Agrícola

ISSN: 0034-7485

rcca@ica.co.cu

Instituto de Ciencia Animal

Cuba

Galindo, Juana; Gutiérrez, Odilia; Ramayo, Maida; Leyva, Laura
Estatus mineral de las vacas y su relación con el sistema suelo-planta en una vaquería de la región
oriental de Cuba

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 48, núm. 3, 2014, pp. 241-245

Instituto de Ciencia Animal

La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193032133006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Estatus mineral de las vacas y su relación con el sistema suelo-planta en una vaquería de la región oriental de Cuba

Juana Galindo¹, Odilia Gutiérrez¹, Maida Ramayo² y Laura Leyva³

¹Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

²Empresa Agropecuaria MINAZ, Las Tunas, Cuba

³Universidad "Vladimir Ilich Lenin", Las Tunas, Cuba

Correo electrónico: jgalindo@ica.co.cu

Se estudió el estatus mineral de las vacas y su relación con el sistema suelo-pasto en una vaquería de la región oriental de Cuba. Para el análisis del suelo, se determinaron los contenidos de Na, K, Mg, Ca y P en las diferentes áreas de producción de alimento animal. Se determinó la composición química de los pastos y se tomaron muestras de sangre a 10 % del rebaño, para analizar su composición en macro y microelementos. El contenido mineral de los suelos varió en relación con el sistema agroproductivo donde pastaban los animales. Los pastos presentaron contenidos de PB inferiores a los informados para las especies. Las vacas mostraron severas deficiencias de Cu y Zn, por debajo de los tenores que se consideran normales. La relación Ca/P no fue la adecuada. Se concluye que los sistemas productivos en estudio presentan deficiencias minerales. Se recomienda el uso de fórmulas minerales correctoras.

Palabras clave: *minerales, suelo, pasto, sangre, vacas*

Los minerales tienen una función fundamental en los procesos metabólicos y fisiológicos que se efectúan en los organismos vivos. Sus deficiencias son de gran repercusión en el comportamiento productivo y reproductivo de la mayoría de las especies de interés agropecuario. Los elementos traza actúan como cofactores, activadores enzimáticos o estabilizadores de la estructura molecular secundaria. Los macro elementos forman parte de los principales órganos de sostén y son responsables del mantenimiento del balance electrolítico en los fluidos corporales, según lo señalado por Morgen (1998).

En trabajos realizados durante 1997 y 1999, por el Centro de Investigación y Mejora Animal (CIMA), se informó que en 240 rebaños, correspondientes a 38 empresas ganaderas en todo el país, se constataron deficiencias simples o múltiples de macro y micro elementos, con el consecuente deterioro de los indicadores productivos y reproductivos de la hembra bovina. Con posterioridad Gutiérrez *et al.* (2006) informaron deficiencias de fósforo y microelementos en varias empresas ganaderas en las provincias de Pinar del Río y La Habana.

A partir de estos antecedentes, se desarrolló esta investigación, con el objetivo de conocer el estatus mineral y su relación con el sistema suelo-pasto-animal en una vaquería de la región oriental de Cuba.

Materiales y Métodos

El experimento se condujo en áreas de la vaquería 12, perteneciente a la Granja "Veguitas", en la Empresa Pecuaria "Cuenca Lechera de Las Tunas". Esta unidad se encuentra insertada en el sistema nacional de vaquerías

escuela, donde se evalúa el modelo de lechería tropical de Martínez 2000). El área total de la vaquería es de 134.2 hacaballerías.

La base alimentaria de la vaquería la integran pastos y forrajes, que constituyen el principal alimento voluminoso de la dieta de los animales: *Pennisetum purpureum* vc Cuba CT - 115 (26.8 ha), *Panicum maximum* (guinea, 3 ha), *Brizanta* vc. mulato (3 ha), *Leucaena leucocephala*, asociada en el 100% del área, con densidad poblacional de 6 000 plantas/ha, (5 ha).

La mayor población de pastos del sistema ganadero está integrada por pastos naturales (80.4 ha). La estructura de los pastos naturales fue: *Sporobolus indicus*, *Dechantisum anmorlatum* y *Paspalum notatum*.

La unidad también dispone de un área de forraje integrada por *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT - 169 (2 ha) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, 1 ha), así como de un área boscosa, integrada por árboles como albizia (*Albizia lebeck*, 2 ha).

El sistema ganadero tiene 25 años de explotación sobre suelo pardo sialítico, sin riego ni fertilización.

El rebaño de la unidad productiva lo integran 136 vacas lecheras de diferentes gradaciones de sangre con Holstein, Cebú, ganado criollo y Suizo Pardo, que promediaron 460 kg de PV.

Se determinó la composición química del suelo, pastos y suero sanguíneo de acuerdo con la AOAC (1995).

Procedimiento de muestreo. Se efectuaron calicatas de suelo, de manera que se obtuvieron muestras donde se sembraron las plantas previamente señaladas. Para ello se usaron cilindros de 20 cm de largo, que se

introdujeron en el suelo con el auxilio de un leve golpe en su parte superior. Las muestras se esparcieron sobre una superficie de cemento. Se secaron y se procedió a determinar la composición mineral (Na, K, Mg, Ca y P)

Pastos. Para la toma de muestras se efectuaron tres muestreos en la etapa, por el método de Haydock y Shaw (1975), mientras que para leucaena se simuló el ramoneo de tres plantas (pequeña, mediana y grande), 15 plantas de cada hilera. La composición química se determinó según AOAC (1995).

Sangre. Se tomaron muestras al 10 % del rebaño (15 vacas) para el análisis clínico y de macro y microelementos. Las muestras se obtuvieron con agujas "California" para recoger suero y plasma y determinar la composición mineral.

Los minerales se determinaron por espectroscopia de absorción atómica, en un equipo SP-9 Pey Unicam inglés. El fósforo se analizó por Amaral (1972).

Análisis estadístico. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el sistema estadístico SPSS para Windows (Visauta 1998). Los valores medios se compararon mediante la dócima de Duncan (1955).

Resultados y Discusión

La tabla 1 muestra el contenido en minerales del suelo en los cinco sistemas productivos de la vaquería (guinea, silvopastoril, pastos naturales, *P. purpureum* vc. CT -115 y arboleda).

El contenido de sodio fue diferente en los sistemas productivos evaluados. En el suelo de la arboleda fue superior ($P < 0.01$) con respecto a los demás sistemas, mientras que donde se encontraban los pastos naturales *P. purpureum* vc. Cuba CT- 115 y la arboleda, el contenido en calcio fue superior ($P < 0.01$) con respecto a aquellos donde estaba la guinea, el sistema silvopastoril y los pastos naturales, sin diferencias entre sí para estos últimos sistemas productivos.

El contenido de potasio y de magnesio no difirió entre los diferentes sistemas que integran la unidad productiva.

Los mayores tenores de fósforo se obtuvieron en el suelo con *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT 115 con respecto a los demás sistemas. Esto se puede deber, posiblemente, al elevado error estándar de 49.64 para ese mineral. Esto indica la alta variabilidad de este compuesto inorgánico en el sistema. El mayor contenido de este elemento en el suelo de la arboleda puede tener su explicación en la sucesiva

acumulación de hojarasca y en la ausencia de extracción de nutrientes en este sistema, aspectos que se deben considerar en estudios futuros. Los contenidos en este mineral variaron entre 25, 50 y 274,50 ppm. La relación Ca/P de 2:1 no se mantuvo en ninguna de las áreas de suelos evaluados.

A partir de los resultados, se puede inferir que la variabilidad en los contenidos de nutrientes de los suelos se puede deber, entre otros factores, a que la deposición de las bostas y las micciones en el pastizal produce efectos en la dinámica de los nutrientes en el suelo, debido a la forma de descomposición de estas excreciones y a la manera en que se produce la liberación de los nutrientes contenidos en ellas (Crespo *et al.* 2009).

En las bostas, los elementos o nutrientes se convierten gradualmente en formas asimilables, en la medida que los microorganismos atacan la materia orgánica del suelo y la descomponen, mientras que en las micciones, los nutrientes, especialmente el N y el K, se presentan en forma rápidamente asimilable por las plantas (Nennich *et al.* 2006).

Se ha demostrado que el fósforo es devuelto, principalmente, por las bostas, donde es asimilado lentamente por las plantas. En la orina, este elemento se encuentra en cantidades insignificantes, con poco efecto en el suelo y en el pasto (Clark *et al.* 2010).

Se puede señalar que la presencia de hojarasca en el sistema también puede tener su influencia en la variación de los nutrientes en el suelo. Crespo y Fraga (2002) demostraron que la producción individual de hojarasca de plantas arbóreas muestra normalmente alta variabilidad, lo que parece haber influido en el mayor contenido de nutrientes en los suelos del sistema de las arboledas.

La composición química de los pastos se muestra en la tabla 2. Leucaena presentó altos contenidos en PB en relación con las demás plantas del sistema, lo que es lógico al considerar que es una leguminosa. Sin embargo, sus tenores se encuentran por debajo de los informados por Marrero (1994), Galindo *et al.* (2007 y 2009). Las gramíneas del sistema también presentan valores bajos de proteínas en relación con otros informados antes por diversos investigadores.

El mayor contenido de nutrientes en leucaena ha sido también señalado por Jordán (2009), cuando realizó estudios al respecto. Alonso (2003), al demostrar los factores que intervienen en la producción de biomasa en sistemas silvopastoriles, indicó las ventajas

Tabla 1. Contenido en minerales de los suelos de la Granja "Veguitas"

Pastos	Na, cmol/kg	K, cmol/kg	Ca, cmol/kg	Mg, cmol/kg	P, ppm	Ca/Mg
Guinea	0.08 ^a	0.14	16.83 ^a	6.52	36.83 ^a	2.58
Sistema silvopastoril	0.09 ^a	0.13	11.83 ^a	8.25	25.50 ^a	1.43
Pastos naturales	0.15 ^a	0.16	23.75 ^b	10.07	57.33 ^a	2.36
<i>P. purpureum</i> vc. CT 115	0.17 ^a	0.08	25.58 ^b	7.58	174.5 ^{ab}	3.37
Arboleda	0.28 ^b	0.17	27.83 ^b	8.42	274.50 ^b	3.31
EE ±	0.04	0.05	1.91	0.95	49.64	
	P < 0.01		P < 0.01		P < 0.01	

^{a, b}Medias con letras diferentes dentro de la misma columna, difieren a $P < 0.05$ (Duncan 1955)

Tabla 2. Composición química de los diferentes pastos de la vaquería, %

Pasto	MS	PB	Cen	Ca	P	Ca/P
Guinea	93.34±0.29	5.45±0.05	12.18±0.33	0.61±0.02	0.19±0.02	3.21
Mulato	94.02±1.47	6.20±0.17	12.17±0.32	0.22±0.05	0.19±0.03	1.15
Pastos naturales	94.48±0.30	4.90±0.13	12.68±0.45	0.49±0.09	0.13±0.04	3.76
CT 115	93.06±0.10	6.43±0.32	10.34±0.12	0.52±0.05	0.27±0.03	1.92
Leucaena	92.84±0.34	21.09±1.46	12.60±0.22	1.05±0.16	0.30±0.04	3.50

nutricionales de las leguminosas comparadas con las gramíneas. Gutiérrez *et al.* (2000) midieron el consumo y la digestibilidad de los nutrientes provenientes de los pastos en animales que tuvieron acceso a sistemas silvopastoriles con bancos de proteína conformados por leucaena. Estos autores encontraron resultados que favorecieron a estos últimos, con respecto a lo que hallaron en animales que no tuvieron acceso a los bancos de proteína, lo que está dado, principalmente, por el elevado contenido en PB de esta planta.

Con respecto al *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT- 115, Martínez (2000) informó valores de PB, comprendidos entre 9.5 y 10.8 % de MS. Asimismo, Valenciaga (2007) también halló contenidos de PB de 7.78 % para plantaciones de 140 d de rebrote, en suelo ferralítico rojo, sin riego ni fertilización. Este autor enfatizó en observaciones de Herrera *et al.* (2002) acerca de que los cambios en la composición química de esta variedad cultivable no son tan marcados como en otras gramíneas tropicales, lo que pudiera estar relacionado con su elevada capacidad de rebrote.

El relativamente bajo contenido en proteína (N x 6.25) de los vegetales en la unidad estudiada se constató desde el punto de vista macroscópico, por clorosis en las hojas, debido, probablemente, a afectaciones en el contenido de clorofila, efecto que ha sido señalado por Herrera (2009).

Para el fósforo, los valores que presentan guinea, mulato, y la mezcla de pastos naturales estuvieron por debajo del nivel crítico establecido (0,25%). Con respecto al Ca, el mulato fue el pasto que registró valores por debajo de 0.30%, considerados como críticos para este vegetal. Es importante señalar que el contenido de fósforo en las especies de gramíneas introducidas, en general, fue superior a la media indicada por Fajardo (2009) y Gutiérrez (2010) para los pastos en Cuba.

Las deficiencias de nutrientes que se encontraron en los pastos naturales coinciden con lo señalado por Fajardo (2009), García (2009) y Gutiérrez (2010), quienes realizaron estudios del estado mineral en las regiones occidental, central y oriental de Cuba. Al respecto, Garmendía (2007) plantea que en el ambiente tropical existen limitaciones climáticas y de suelo, que imponen severas restricciones nutricionales a los pastos naturales que se desarrollan sobre ellos.

Los resultados obtenidos podrían determinar, en la gran mayoría de los casos, poco suministro de biomasa forrajera, asociado a la escasa provisión de nutrientes. Esto se traducirá, sin dudas, en una deficiente respuesta

animal. Al respecto, en la unidad estudiada, la tasa de concepción estuvo por debajo de 45 %, mientras que la edad, peso al primer servicio y parto estuvieron muy por debajo de valores considerados eficientes para mantener una ganadería productiva.

La tabla 3 muestra la composición mineral del suero de la sangre de las vacas.

Existen marcadas deficiencias en minerales tan importantes como el Cu y el Zn. Todos los animales presentaron tenores de estos minerales por debajo del límite crítico. Este fue de 11.0 $\mu\text{mol/L}$ para el Cu y, en el caso particular del Zn, fue de 12.2 $\mu\text{mol/L}$.

Se conoce que estos minerales son esenciales para los animales, aunque se requieren en pequeñas cantidades. El Zn es un componente esencial de la anhidrasa carbónica, enzima que desempeña una función importante en el equilibrio ácido-básico del organismo y en el desprendimiento de CO_2 en la mucosa gástrica. Su deficiencia en sangre puede manifestar ligera disminución en los tejidos hepáticos, renales, cardíacos y musculares, y un descenso más intenso en el páncreas, lo que afecta el consumo de los animales.

El cobre se involucra en la formación de los eritrocitos jóvenes, pero no en la concentración de hemoglobina. Participa en la absorción de hierro, en el proceso de osteogénesis; en funciones protectoras, en la pigmentación y queratinización del pelo (Gutiérrez 2010 y Gutiérrez *et al.* 2013). Es componente de la citocromo oxidasa, ceruloplasmina, galactosa oxidasa y uricasa. La anemia es un síntoma general de deficiencia de Cu. Su deficiencia en sangre provoca altos niveles de hierro y bajos de cobre en el hígado, y ello se manifiesta cuando los pastos son pobres en este mineral. Los niveles de Mg y P en sangre fueron normales. Sin embargo, el cobre se encontró por debajo del límite umbral crítico, aspecto que es necesario atender.

En la mayoría de los animales no se cumplió la relación Ca /P de 2:1, necesaria para mantener los procesos metabólicos en condiciones normales.

En el caso del cobre, son numerosos los trabajos que señalan deficiencias de este micro elemento relacionado con las concentraciones en los pastos. Se han informado diferentes rangos de referencia para el Cu plasmático en bovinos. Pavlata *et al.* (2000) sugirieron valores entre 12.6 y 18.9 $\mu\text{mol/L}$, mientras que Radostitis *et al.* (2000) recomendaron cifras entre 11 y 19.8 $\mu\text{mol/L}$. Estos últimos autores plantearon que niveles de Cu en suero sanguíneo, inferiores a 7.85 $\mu\text{mol/L}$, se corresponden

Tabla 3. Contenido en minerales del suero sanguíneo de vacas de la vaquería 12 "Veguitas"

No. Vacas	Cu, $\mu\text{mol/L}$	Zn, $\mu\text{mol/L}$	Ca, mmol/L	Mg, mmol/L	P, mmol/L	Ca/P
1	1.17	3.31	3.69	2.36	2.24	(1.64:1)
2	1.28	2.52	3.11	1.28	1.77	(1.76:1)
3	1.11	4.24	3.04	1.67	1.77	(1.72:1)
4	1.20	2.58	3.93	1.87	1.77	2.22:1
5	0.26	1.69	3.60	1.86	1.88	(1.91:1)
6	0.87	2.38	3.59	2.56	1.77	2.03:1
7	0.60	2.16	3.92	0.72	2.24	(1.65:1)
8	0.35	3.44	2.43	1.97	1.77	(1.38:1)
9	0.96	2.00	4.68	1.75	1.77	2.65:1
10	1.44	3.26	3.59	2.61	1.77	2.09:1
11	1.00	1.50	3.51	1.95	1.88	(1.86:1)
12	0.89	2.03	3.48	1.86	2.12	(1.64:1)
13	0.90	2.29	3.50	1.58	1.77	(1.98:1)
14	0.40	0.90	4.95	1.85	2.00	2.47:1
15	1.34	1.73	3.45	1.92	1.27	2.73:1
Media	0.92	2.5	3.63	1.85	1.85	(1.96:1)
DE						
Límite crítico	11.0 $\mu\text{mol/L}$	12.2 $\mu\text{mol/L}$	2 mmol/L	0.78 mmol/L	1.6 mmol/L	

con niveles bajos del mineral en tejido hepático, mientras que superiores a 14.2 $\mu\text{mol/L}$ tienen que ver con valores normales de Cu en hígado.

El nivel sanguíneo se puede afectar, según Arthington (2003), por dos causas fundamentales: el consumo de alimentos, con bajo contenido del mineral en cuestión, o el efecto antagónico de otros minerales que interfieren en su metabolismo.

En este estudio, las causas de los bajos niveles séricos parecen estar relacionadas con las bajas concentraciones del mineral en los pastos. Se debe señalar que las concentraciones de fósforo en suero no se correspondieron con los niveles en los pastos. Esto corrobora lo planteado por Gutiérrez *et al.* (1986), quienes demostraron que, en condiciones de pastoreo, los niveles de fósforo en suero no son los más idóneos para mostrar el estatus de este mineral en el sistema suelo-planta-animal.

En el caso del zinc, que presentó niveles umbrales, se debe destacar que en los bovinos la deficiencia de este mineral produce retrasos en el crecimiento, decoloración del pelo, alopecia, paraqueratosis (endurecimiento y lesiones abiertas de la piel) en orejas, cuello, hocico, escroto y en la zona posterior de las patas; además de marcha envarada y tumefacción de tarsos y carpos (Mufarrege 2001 citado por Gutiérrez y Savón 2006)

Estos autores señalaron que la deficiencia de Zn conduce a disfunción del sistema inmune, aspecto que predispone a los animales a adquirir enfermedades. Desde el punto de vista reproductivo, se señalan anomalías estrales, aumento de las distocias y retención placentaria. En el macho disminuye el tamaño testicular y la libido (Patterson y Engle 2005). En las ovejas, la deficiencia

de Zn en los últimos meses de gestación implica pérdida del feto (Mufarrege 2001 citado por Gutiérrez y Savón 2006).

Se concluye que los sistemas productivos evaluados presentan deficiencias minerales. Ante esta condición, se recomienda el uso de fórmulas minerales correctoras, así como el mejoramiento de los suelos de la unidad productiva.

Agradecimientos

Se agradece a los trabajadores de la granja "Veguitas" por su valiosa colaboración en la ejecución de esta investigación.

Referencias

- Alonso, J. 2003. Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala* vc. Perú) y guinea (*Panicum maximum* vc. likoni). Tesis Dr. Cs. La Habana, Cuba
- Amaral, A. 1972. Técnicas analíticas para evaluar macronutrientes en ceniza de caña de azúcar. Laboratorio de nutrición de la caña. Escuela de Química. Univ. La Habana, p. 55
- AOAC 1995. Official Method of Analysis. 16th Ed. Ass. Off. Agric. Chem. Washington, D.C.
- Arthington, J.D. 2005. Effects of copper oxide bolus administration or high-level copper supplementation on forage utilization and copper status in beef cattle. *J. Animal Sci.* 83:2894
- Clark, C.E.F., McLeod, K.L.M., Glassey, C.B., Gregorini, P., Costall, D.A., Betteridge, K. & Jago, J.G. 2010. Capturing urine while maintaining pasture intake, milk production, and animal welfare of dairy cows in early and late lactation. *J. Dairy Sci.* 93:2280
- Crespo, G. & Fraga, S. 2002. Technical note on the contribution of litter and nutrients to the soil by the species *Cajanus cajan* (L.) Millsp and *Albizia lebbek* (L.) Benth in silvopastoral systems. *Cuban J. Agric. Sci.* 36:383

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 48, Número 3, 2014.

- Crespo, G., Rodríguez, I. & Lok, S. 2009. Los suelos y su relación con la nutrición mineral de los pastos y la salud animal. En: "Los minerales en la producción agropecuaria". Maestría de Producción Animal para la Zona Tropical. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1
- Fajardo, H. 2009. Suplementación mineral estratégica de hembras bovinas en pastoreo y su influencia en la reproducción en el Valle del Cauto. Tesis Dr. Cs. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Galindo, J., García, C., Marrero, Y., Castillo, E., Aldana, A.I., Torres, V. & Sarduy, L. 2007. Effect of the composition of a grassland of *Lecucaena leucocephala* with grasses on the microbial rumen population of bulls. *Cuban J. Agric. Sci.* 41:137
- Galindo, J., González, N., Delgado, D., Sosa, A., Marrero, Y., González, R., Aldana, A.I. & Moreira, O. 2009. Effect of defaunating plants on ruminal Methanogenic population. Symposium on sustainable improvement of animal production and health. Vienna. Austria
- García-López, R. 2009. Necesidades de los minerales para la producción de carne y leche. En: "Importancia de los minerales en la producción animal". Maestría en Producción Animal para la Zona Tropical. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Garmendía, J. 2007. Minerales, producción y reproducción bovina. Universidad Central de Venezuela, Maracay. Disponible <<http://www.produccion-animalcom.ar>> [Consultado: 24/9/2010]
- Gutiérrez, O. 2010. Evaluación biológica de fuentes minerales Cubanas para rumiantes y monogástricos y corrección del estatus mineral del bovino en pastoreo en el occidente de Cuba. Tesis Dr. Cs. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque, Cuba
- Gutiérrez, O., Crespo, G., Oramas, A., Cairo, J. & Fraga, S. 2006. Situación actual del estatus mineral en áreas ganaderas del occidente de Cuba. Congreso de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados. Granma, Cuba. CD-ROM.
- Gutiérrez, O., Delgado, D., Oramas, A. & Cairo, J. 2004. Effect of the supplementation with bentonite on the protection of ruminal protein. *In vitro* studies. *Cuban J. Agric. Sci.* 38:257
- Gutiérrez O., Méndez, M., Ramírez, B., Martínez, A., Cairo, J., Fraga, L.M., Torres, V. & Mollineda, A. 2013. Caracterización y mejora de la eficiencia productiva y reproductiva de la hembra bubalina en la provincia Granma. Premio ACC. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque, Cuba
- Haydock, K.K. & Shaw, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter of pasture. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 15:663
- Herrera, R. 2009. Nutrición mineral. En Curso: pastos y forrajes. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Pp.17-33
- Herrera, R.S., Martínez, R.O., Tuero, R., García, M. & Cruz, A.M. 2002. Movement of substances during grazing and regrowth of the clone Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum* sp). *Cuban J. Agric. Sci.* 36:403
- Jordán, H. 2009. El pasto como alimento. Curso del Diplomado en Ganadería. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque, Cuba. p. 65
- Marrero, Y. 1994. Contribución al estudio de la fermentación ruminal de la mimosina en animales que consumen *Leucaena leucocephala* vc Perú. Trabajo de Diploma. Instituto Superior de Ciencias Agrarias de La Habana, Cuba
- Morgen, P. 1980. Electrolytes in nutrition: review of basic principles and practical applications in poultry and swine. *Proc. int.Min. Chem. crop. Mundelein*, p. 1
- Nennich, T.D., Harrison, J.H., VanWieringen, L.M., St-Pierre, N.R., Kincaid, R.L., Wattiaux, M.A., Davidson, D.L. & Block, E. 2006. Prediction and Evaluation of Urine and Urinary Nitrogen and Mineral Excretion from Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 89:353
- Paterson, J.A. & Engle, T.E. 2005. Trace mineral nutrition in beef cattle. Department of Animal Sci. University of Tennessee. Disponible: <<http://www.tennesseenutritionconference.org/pdf/Proceedings2005/JohnPaterson.pdf>> [Consultado: 23/9/2009].
- Pavlatá, L., Pechová, A., & Illek, J. 2000. Direct and indirect assessment of selenium status in cattle. A comparison. *Acta Vet. Brno.* 69:281
- Radostitis, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C. & Hinchcliff, K.W. 2000. *Veterinary Medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats, and horses.* 9th Ed. W. B. Saunders Co. Ltd. Londres
- Valenciaga, D. 2007. Caracterización química y estructural de las paredes celulares de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT – 115 y su degradabilidad ruminal en búfalos de río (*Bubalis Bubalus*). Tesis Dr. Cs. Vet. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Visuata, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Estadística multivariada. Vol II. Mc Growth Hill/interamericana, España, p. 358

Recibido: 15 de noviembre de 2013