

Pastoreo racional Voisin para la producción bovina sostenible. (Artículo reseña, segundal parte)

Guillermo Guevara Viera, Raúl Guevara Viera y Lino Curbelo Rodríguez

Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal (CEDEPA), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camaguey, Cuba.

E-mail: gguevara@cag.reduc.edu.cu

RESUMEN

Se resumen los efectos de la aplicación del pastoreo racional sobre los procesos que rigen el reciclaje de nutrientes en el trinomio suelo-planta-animal. Los suelos de ganadería se desarrollan en relieve llano y ondulado-alomado, se caracterizan por una vegetación de sabana; laderas y bosques tropicales en menor cuantía; generalmente no poseen una gran fertilidad y además sus propiedades físicas e hidrológicas, su susceptibilidad a la erosión y la fertilidad natural relativamente baja, pueden influir en desbalances de nutrientes minerales. En este sentido para aplicar tecnologías a los sistemas de pastoreo, debe considerarse el nivel de entradas y salidas de nutrientes al sistema, proceso que puede estar influido por diversos factores como el tipo de suelo, forma e intensidad de explotación del pastizal, fertilizantes, tiempo de reposo, presencia de leguminosas y sobre todo el grado de racionalidad de uso de los pastos. Se revisaron estos efectos para los métodos de pastoreo racional.

Palabras clave: *Suelos de ganadería, pastoreo racional, fertilidad, reciclaje de nutrientes*

ABSTRACT

The effects of Voisin restricted grazing utilization in a number of processes regulating nutrient recycling in the soil-plant-animal trinomial are summarized. Cattle raising soils develop in plain and wavy-hilly land surfaces and they are characterized by savannah vegetation, but in lesser quantity by slopes and tropical forests. In general, their fertility levels are not high and the relatively low values concerning their physical and hydrological properties, erosion susceptibility, and natural fertility can negatively impact mineral nutrient balance. In this context, technology applied to grazing systems must take into account nutrient system input and output levels, which can be influenced by different factors such as soil type, grazing exploitation way and intensity, fertilizers, soil resting time, legume presence and above all, restricted grazing utilization level. All these effects were discussed for restricted grazing methods.

Key words: *grazing grounds, restricted grazing, fertility, nutrient recycling*

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la productividad de las pasturas tropicales es complejo y está relacionado con limitaciones de diversa naturaleza, como el clima, la intensidad de explotación, fertilizantes y modo de uso del pastizal según su racionalidad.

Los factores críticos que controlan y determinan la productividad del sistema son los flujos de nutrientes entre las interfases y que implican pérdidas o entradas de nutrientes al sistema (Till, 1981; Paretas, 1990; Guevara, 1999; Reyes, 2003).

En este sentido es importante el estudio de los ciclos de fertilización y suplementación en sistemas de bajos insumos, desde el punto de vista de la sostenibilidad biológica de cada tipo de explotación en el decursar del tiempo. Es de gran utilidad conocer la dinámica de los componentes de estos ciclos, lo que resulta el objetivo principal de esta revisión.

Influencia del pastoreo racional en el ciclo de nutrientes en la ganadería vacuna.

Los suelos de ganadería y la mejora de su fertilidad con el empleo del pastoreo racional

En relación con la utilización de los suelos de ganadería, que constituyen un verdadero mosaico por sus diversas condiciones de fertilidad y limitantes, se realizó un programa de regionalización para definir las mejores relaciones de adaptación entre los pastos y forrajes y los suelos; se recomendó emplearlo como herramienta de trabajo de agrotecnia y manejo de los pastos en el país (Paretas, 1990).

Los suelos de ganadería, de acuerdo con los informes de Paretas (1990), se desarrollan en relieve llano y ondulado-alomado, sufren escasez de humedad en la época de seca, ya que el agua se pierde por mal drenaje, la topografía y poca profundidad del suelo. Se caracterizan por una vegetación de sabana, laderas y bosques tropicales en menor cuantía.

Las propiedades físicas e hidrológicas de estos suelos, su susceptibilidad a la erosión y la fertilidad natural relativamente baja, posibilitan la formación sabanosa, que es muy explotada para la ganadería y en la que deben observarse cuidadosamente aspectos del manejo y agrotecnia de los pastos para evitar su deterioro según el citado autor.

Arteaga *et al.* (1997), al usar estiércol como fertilizante orgánico en guinea común, sobre suelos pardos en pastoreo racional para vaquerías, obtuvo mejoras en la fertilidad y los rendimientos de los pastos, con efectos positivos en el fósforo del suelo.

La deposición de estiércol y orina influyen en los diferentes indicadores bioquímicos del suelo. Se acepta que la bosta mejora el pH, su contenido en materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y los tenores de algunos microelementos minerales (Primavesi, 1990).

La productividad de los pastizales que sostienen sistemas de bajos insumos está comprometida si el hombre no es capaz de desarrollar un manejo que potencie sus capacidades de utilización de nutrientes, considerando que la planta pratense es defoliada por el rumiante, pisoteada, y que sobre ella se depositan las deyecciones y orina como vía de nutrientes al suelo (Guevara, 1999; Reyes, 2003).

Las altas intensidades de pastoreo no provocan compactación del suelo cuando el manejo es racional; sin embargo en situaciones de sobrepastoreo sí se produce este dañino proceso, como reportan Jianlog y Ping (1997). De igual modo Ray (2000) en vertisoles y Guevara (1999) en cambisoles no reportaron indicadores de cambio en la fertilidad del suelo cuando se aplicó el pastoreo racional.

Ciclo de nutrientes principales en ecosistemas de pastizal bajo pastoreo racional

En áreas de ganadería y, específicamente en zonas tropicales, se presentan agudos problemas de deterioro de la relación suelo-pastizal, con pérdidas de la fertilidad de los suelos, erosión y otros fenómenos (ej. salinidad) y baja persistencia. Se ha señalado por varios autores (Till, 1981; Paretas, 1990; Botero, 1997), que muchos de los factores que limitan la producción de las pasturas tropicales, están relacionados con limitaciones de los suelos.

El ciclo de nutrientes en el ecosistema de pastizal se define como la absorción, utilización, libe-

ración y reutilización de los nutrientes dentro del sistema complejo de las relaciones entre el suelo, el pasto y el animal (Till, 1981).

Los procesos que se integran en este sistema son de índole física, química y biológica que en buena medida interactúan y dan lugar a acumulaciones o "Pools" de nutrientes y a flujos. Los factores críticos que controlan y determinan la productividad del sistema son los flujos de nutrientes entre las interfases que implican pérdidas o entradas de nutrientes al sistema (Till, 1981).

En este sentido es importante el estudio de los ciclos de fertilización y suplementación en sistemas de bajos insumos, desde el punto de vista de la sostenibilidad biológica de cada tipo de explotación en el decursar del tiempo. Es de gran utilidad conocer la dinámica de los componentes de estos ciclos, que en nuestro estudio priorizó al nitrógeno.

La absorción del nitrógeno por las plantas forrajeras ocurre por mecanismos similares al resto de las plantas, pero se puede ver influida por otros factores como son la concentración del nutriente, temperatura, contenido de O₂, pH y contenido de otros minerales. En el caso de los pastizales tropicales, con cierta frecuencia el suministro de nitrógeno es inadecuado, ya que su alto potencial de fotosíntesis y crecimiento, crea una gran demanda de ese elemento. En segundo orden se ha comprobado un pobre suministro de nitrógeno por parte del suelo en condiciones de alta humedad (Till, 1981).

La función de reciclaje del nitrógeno, al igual que el resto de los nutrientes, se cumple por la vía de los tres compartimientos esenciales: suelo, planta y animal, estando el suelo en equilibrio con los residuos de la fracción orgánica, restos vegetales, organismos y excrementos (Voisin, 1963).

Existen dos procesos importantes en relación con el nitrógeno la mineralización y la inmovilización. Así, por ejemplo, los pastizales tienen altas poblaciones de microorganismos que están estimulados por el suministro de materia orgánica vía planta y animal y es allí donde ocurre la mineralización de esta materia orgánica. El nitrógeno se mineraliza para ser tomado por las plantas como iones amonio. El proceso inverso es la inmovilización donde el nitrógeno retorna a su forma orgánica no aprovechable directamente por el pasto. Con frecuencia estos dos procesos se mantienen en equilibrio. Los sustratos carbonatados que

suministran energía y aseguran la competencia por el amonio, incrementan el nitrógeno potencialmente disponible por la planta, con el aumento de la materia orgánica, influido esto por pH, erosión, salinidad y otros factores (Till, 1981; Coleman *et al.* 1993; Argel, 1996; Cabrera Grisell y Crespo, 2001)

En relación con la influencia de la biota edáfica en la fertilidad del suelo en ganadería, se ha planteado que en el reciclaje de nutrientes tienen un papel de vanguardia los organismos responsables de la aireación del suelo, de la descomposición de la materia orgánica y de otros procesos como el troceado de materiales vegetales y de origen animal, entre los que destacan los diplópodos, otros descomponedores y coleópteros coprófagos, así como ácaros, colémbolos y hongos y bacterias (Pobozsny *et al.*, 1992; Hansen y Engelstad, 1999; Miranda *et al.*, 1998; Cabrera, 2001).

Un aspecto importante dentro del ciclo es el hecho de que una pequeña fracción del N absorbido por la planta es retenida por el animal. El resto es excretado y una parte de cierta consideración es tomado por la planta mientras que el restante se incorpora al suelo; se ha comprobado que incluso pequeñas cantidades de nitrógeno mineralizado pueden llenar los requerimientos para el crecimiento del pasto hasta un discreto nivel (Lazenby, 1981; Hendrix *et al.*, 1992; Miranda *et al.*, 1998; Hatch *et al.*, 2000; Ferreira *et al.*, 2000). Existe alguna información sobre las pérdidas por lixiviación y denitrificación de nitrógeno que se incorpora por la lluvias (Peña *et al.*, 1989), parte se pierde por volatilización; se han registrado pérdidas de hasta 0,3 kg de N/ha/día (Till, 1981; Rodríguez *et al.*, 2001).

Los fertilizantes nitrogenados hacen los aportes más significativos del elemento, ocasionando altas respuestas, generalmente lineales al incremento en las tasas de fertilización; así, por ejemplo, Lazenby (1981) plantea efecto en los rendimientos de hasta 800 kg/ha/año. En este sentido Paretas (1990) informa que el efecto sobre los rendimientos en áreas de pastoreo para suelos rojos de Cuba es de hasta 240 kg/ha/año, para condiciones de secano, debido al reciclaje de nitrógeno por la vía del estiércol y la orina. Es importante plantear que es muy discutible la factibilidad de utilizar altos niveles de nitrógeno por problemas ecológicos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas con nitratos, por la economía de las

explotaciones y por la calidad e incluso la trazabilidad de los productos de origen animal que se consumen (Van Horn *et al.*, 1994; Guevara, 1999; Vera, 2000).

La otra vía importante de adición de nitrógeno al ciclo de pastizal es la utilización de leguminosas como monocultivo o asociadas a las gramíneas, práctica muy conocida mundialmente y que puede reportar, por las vías de las fijaciones simbióticas, aportes considerables de nitrógeno. Esto tiene sus variaciones en relación con el género de leguminosas, condiciones agroquímicas del suelo y del manejo en corte, pastoreo o como cultivo agrícola de otra índole (Paretas, 1994). En el caso particular de las leguminosas tropicales se han reportado valores diferentes en asociación con gramíneas o cultivos puros, influidos por los factores citados anteriormente. Miller y Van der List (1977) reportaron 90 kg de N/ha/año, fijados por *Calopogoneum mucunoides*; estos y otros autores informaron fijaciones de 108 kg de N/ha en *Centrosema pubescens* y se refieren a tasas de transferencia del nitrógeno de las leguminosas a las gramíneas que oscilan entre 10 y 39 % del N fijado (Argel, 1996).

Las vías principales de transferir el N por las leguminosas son la acumulación de compuestos solubles de nitrógeno, residuos de hojas y otros restos de estas plantas que se acumulan en el suelo y por los excrementos y la orina de los animales en pastoreo (Mesquida de Carvalho, 1986; Flores, 1994). La mayor parte del nitrógeno transferido ocurre por los dos últimos factores mencionados, donde parte del N contenido en esas dos fuentes es inmediatamente aprovechado por los pastos, una parte se volatiliza y el restante es convertido a compuestos orgánicos estables, más lentamente disponibles para las plantas (Argel, 1996; Rodríguez *et al.*, 1998).

Es conocido que la aplicación del nitrógeno como fertilizante posibilita altos niveles de producción de leche y carne por animal y por ha (Jerez *et al.*, 1986; Miranda *et al.*, 1998; Guevara, 2001). Desde el punto de vista del balance de nitrógeno dentro del ecosistema de pastizal, el saldo generalmente es positivo, pues las entradas al sistema productivo son mayores que las extracciones, a pesar de que ocurren pérdidas del nitrógeno por volatilización, lixiviación y denitrificación (Lazenby, 1981; Rodríguez *et al.*, 2001).

Este proceso de reciclaje puede afectarse por la volatilidad del N de la orina, que ocurre entre 3 y 8 % (Catchpoole y Blair-Graeme, 1992).

En experimentos de balance de nitrógeno en granjas lecheras, cuando se aplicó como fertilizante, los resultados fueron positivos en términos de la producción animal y de la nutrición del suelo y la planta, aunque se señalaron riesgos elevados de contaminación con nitratos (Kirchmann *et al.*, 1988; Van Horn *et al.*, 1994; Vera, 2000).

En áreas tropicales las producciones sostenibles obtenidas con el uso de nitrógeno por la vía de inclusión de leguminosas en las gramíneas han contribuido con aumentos de las ganancias de peso vivo desde 24 hasta 93 kg/ha/año, y en un incremento de 1 a 2 kg de leche/vaca/día.

En otros casos los aumentos de peso fueron superiores con nitrógeno como fertilizante (Mezquida de Carvalho, 1986). Esta investigadora indica las ventajas que tiene el uso de leguminosas aunque las ganancias no sean superiores. En las condiciones de Cuba se han obtenido ganancias superiores a 700 g/UA/d, cuando se utilizó leucaena cv Perú en bancos de proteínas para complementar gramíneas, con incrementos del 51 % de las producciones por área durante tres años (Ray, 2000; Guevara, 2001).

La economía del nitrógeno en el ciclo bioquímico que se origina en el pastizal necesita ser estudiada más a fondo (Lazenby, 1981; Savory, 1986; Guevara, 1999). Aunque se sabe que en las mejores condiciones se aprovecha el 70 % del nitrógeno que circula en el sistema, se precisan experimentos de campo a largo plazo que arrojen luz sobre el destino de todas las fracciones del nitrógeno dentro del ecosistema, considerando siempre el papel del animal como componente esencial dentro del sistema, con el rol de las excretas sólidas y líquidas en la recirculación del nitrógeno, de los restantes nutrientes y el agua, (Lazenby, 1981; Van Horn *et al.*, 1994; Savory, 1996; Rodríguez *et al.*, 2001).

El fósforo es el segundo elemento de vital importancia para la producción vegetal y la nutrición animal. En áreas de pastizales, según la intensidad de explotación de los mismos, los volúmenes de P₂O₅ reciclados pueden representar del 58 al 65 % del nutriente total en el ciclo (Flores, 1994).

Un análisis del pool de fósforo en el suelo indica que su contenido total significa la posibilidad de remoción de grandes cantidades del elemento.

En la práctica esto se ve limitado por las cantidades de fósforo orgánico y mineral disponible por la planta (Till, 1981). En ensayos de pastoreo, During y Weeda (1973) encontraron que el efecto de la bosta-orina se tradujo en un aumento de la fijación de los fosfatos e incrementaba el pH a consecuencia de elevar el tenor de materia orgánica del suelo, de mejorar las condiciones hidrofísicas del suelo y las relaciones entre los minerales del suelo y el fósforo. Till (1981) plantea que el contenido de fósforo inorgánico es variable. Se ha comprobado por éste y otros investigadores que cuando se aplica el estiércol al suelo o se deposita allí por los rumiantes en volúmenes considerables, las cantidades de fósforo asimilables se mantienen en niveles apreciables.

Suárez *et al.* (1981) reportaron valores en las heces de 9 a 11 kg de P/ha/año; de igual modo Hutton *et al.* (1967) informaron en rebaños lecheros, en Nueva Zelanda, que un consumo de P de 237 g/vaca/día, dio lugar a una excreción de 66 g/día en las heces y 25,7 g/vaca en la leche y retención del 8,4 % en su cuerpo. En otro sentido, Van Horn *et al.* (1991) reportan que la excreción del fósforo puede variar drásticamente con el nivel de consumo de P en la dieta de las vacas lecheras altas productoras; confirman que un criterio muy adecuado para evaluar la excreción mineral por vacas es la diferencia entre lo consumido menos lo excretado en la leche. Los valores informados están en un rango de 18 a 34 kg de P/animal/año; estos valores significan aportes importantes si se utiliza este estiércol en los forrajes, el pasto u otros cultivos dentro de la explotación (Van Horn *et al.*, 1991; Ogaard, 1996; Hatch *et al.*, 2000).

En vaquerías de producción de leche con bajos niveles de calcio en el pasto y pobre suplementación, pueden presentarse casos de carencia de calcio o fiebre de la leche, rompiendo la homeostasis del elemento al inicio de la lactancia (Underwood, 1983; Fisher *et al.*, 1997). Horst *et al.* (1994), citados por Guevara (1999), reportan que en una vaca de 500 kg de peso vivo, el calcio dietético ingresa al pool de calcio extracelular con niveles entre 8 a 10 g; presenta niveles de excreción de 20 a 80 g que son eliminados en la leche, 2 a 7 g/día pasan al hueso fetal si la vaca está gestante y 5 a 8 se pierden diariamente por las heces y una pequeña cantidad por la orina (0,2 a 1,0 g/día).

CONCLUSIONES

En el sentido de las respuestas esperadas en los cambios de la fertilidad del suelo, cuando se explotan pastizales en forma racional se deben tener en cuenta diferentes aspectos del manejo y propiamente edáficos, que pueden provocar mejora o deterioro del ecosistema y desbalances de nutrientes que repercuten de modo significativo en la productividad de los sistemas de producción bovina.

REFERENCIAS

- ARGEL, P. J.: Contribución de las leguminosas forrajeras tropicales a la producción animal en sistemas semi-intensivos de pastoreo. pp. 3-7, Primer Foro Internacional de Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales, 7 al 9 de noviembre de 1996, Veracruz, México, 1996.
- ARTEAGA, O.; J. FERNÁNDEZ, J. M. FERNÁNDEZ Y C. FRÓMETA: Los pastos como base alimentaria del ganado bovino en las condiciones actuales del Escambray, pp. 45-46, Resúmenes, VI Seminario Científico Técnico Estación Experimental de Suelos y Fertilizantes Escambray, Las Villas, Cuba, 1997.
- BOTERO, R.: Fertilización racional y renovación de pasturas mejoradas en suelos ácidos tropicales, pp. 1-14, III Seminario sobre Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes. UNELLEZ, 1997.
- CABRERA, GRISELL Y G. CRESPO: Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, (35) 1: 3-9, 2001.
- CATCHPOOLE, D. W. Y J. BLAIR-GRAEME: Forage Tree Legumes, III Release of Nitrogen from Leaf, Faeces and Urine Derived from Leucaena and Gliricidia Leaf, *Aust. J. agric. Res.*, 41 (3): 539-47, 1992.
- COLEMAN, D.C.; C. V. COLE Y E. T. ELLIOT: Decomposition, Organic Matter Turnover and Nutrient Dynamics in Agroecosystems, in: *Agricultural Ecosystems, Unifying Concepts*, Ed. R. Lowrance, B. R. Stinner and G. J. House, Wiley/Interscience, New York, 1993.
- DURING, C. Y W. C. WEEDA: Some Effects of Cattle Dung on Soil Properties, Pasture Production and Nutrient Uptake. I. Dung as a Source of Phosphorus, *N. Z. J. Agric. Res.*, 16 (3): 423-30, 1973.
- FERREIRA, E.; C. P. RESENDE E I. GALINDO: Recuperação do nitrogenio da urina bovina pela pastagem de *Brachiaria humidicola* cultivada no sul de Bahia, XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Montevideo, Uruguay, 2000.
- FISHER, M. J.; I. M. RAO Y R. J. THOMAS: Nutrient Cycling in Tropical Pastures, with Special Reference to the Neotropical Savannas, Proc. XVIII International Grassland Congress, Canada, 1997.
- FLORES, A.: Significado de las bostas y la orina en el rendimiento y composición química del pasto, p. 158, Tesis de Maestría, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 1994.
- GUEVARA, R. V.: Contribución al estudio del pastoreo racional con bajos insumos en vaquerías comerciales, p. 106, Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 1999.
- GUEVARA, R. V.: Evaluación de sistemas de producción bovina sostenibles, p. 36, Conferencia de la Maestría en Producción Animal Sostenible, Universidad de Camaguey, Cuba, 2001.
- HANSEN, S. Y F. ENGELSTAD: Earthworm Populations in a Cool and Wet District as Affected by Tractor Traffic and Fertilization, *Applied Soil Ecology*, 13: 3, 1999.
- HATCH, D. J.; R. D. LOVELL, R. S. ANTIL, S. C. JARVIS Y P. M. OWEN: Nitrogen Mineralization and Microbial Activity in Permanent Pastures Amended with Nitrogen Fertilizer or Dung, *Biology and Fertility of Soil*, 30: 288, 2000.
- HENDRIX, P. F.; D. C. COLEMAN Y D. A. CROSSLEY: Using Knowledge of Soil Nutrient Cycling Processes to Design Sustainable Agriculture, *J. Sustain. Agric.*, 2: 63, 1992.
- HUTTON, J. B.; K. JOURY Y E. B. DAVIES: Studies on the Nutritive Value of New Zealand Dairy Pastures, 5, The Intake and Utilization of Potassium, Sodium, Calcium, Phosphorus and Nitrogen in Pasture Herbage by Lactating Dairy Cattle, *N. Z. J. Agric. Research*, 10: 367, 1967.
- JEREZ, IRMA; M. A. MENCHACA Y J. L. RIVERO: Evaluación de tres gramíneas tropicales, 2, Efecto de la carga en la producción de leche, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 3: 235-241, 1986.
- JIANLONG, L. Y J. PING: Efectos de diferentes intensidades de pastoreo rotacional sobre el suelo, el pasto y la producción ovina en el norte de Tianshar en China, *Arch. Zootecn.*, 46: 301, 1997.
- KIRCHMANN, H.; B. TORSSELL Y EWA ROSLON: A Simple Model for Nitrogen Balance Calculations of Temporary Grassland Ruminant Systems, *Swedish J. Agric. Res.*, 18: 3-8, 1988.
- LAZENBY, A.: Relaciones del nitrógeno en los ecosistemas de pastizales, pp. 27-32, (trad), XIV Congreso Mundial de Pastos, E. U. A, 1981.
- MEZQUIDA DE CARVALHO, MARGARIDA: Fixação biológica como fonte de nitrogenio para pastagens, pp. 126-143, (eds), en *Calagem e Adubação de pastagens*. Associação Brasileira para pesquisa de potassa e do fosfato, Piracicaba, Sao Paulo, 1986.

- MILLER, C. P. Y J. T. VAN DER LIST: Yield, Nitrogen Uptake, and Liveweight Gains from Irrigated Grass-Legume Pasture on a Queens Land Tropical Highland, Aust J. of Exp. Agric. and Anim. Husb., 17: 949-60, 1977.
- MIRANDA, C. H. B.; J. C. C. SANTOS E I. BIANCHI: Contribution of Onthophagus Gazella to Soil Fertility Improvement through Incorporation of Bovine Feces Into Soil. I. Greenhouse Studies, *Revista Brasileira Zootecnia*, 27: 4, 1998.
- OGAARD, A. F.: Effect of Fresh and Composted Cattle Manure on phosphate Retention In Soil, *Acta Agric. Scand*, 46: 98, 1996.
- PARETAS, J.J.: Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba, Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, Minagri, Editora de la Universidad de la Habana, 177 pp., 1990.
- PARETAS, J.J.: Centrosema. Potencial y uso, Conferencia central, pp. 10-12, I Taller Nacional sobre Centrosema, Estación Experimental de Pastos y Forrajes, Las Tunas, 27-28 de mayo, 1994.
- PEÑA, V. F.; J. L. PEÑA, T. CANCIO Y CONSUELO HERNÁNDEZ: Fertilización y enmiendas en un suelo pardo grisáceo erosionado, *Cien. Téc. Agríc. Suelos y Agroq.*, 12 (1): 33-41, 1989.
- POBOZSNY, M.; R. GONZÁLEZ Y M. E. RODRÍGUEZ: The Role of *Trigonoiulus lumbriacus* Gerst. (Diplopoda) in The Decomposition of Leaf Litter in Some Plant Communities of Cuba, *Opuse. Zool. Budapest*, 25: 89-93, 1992.
- PRIMAVESI, ANA: Manejo ecológico do solo. A agricultura em regioes tropicais, p. 549, Livraria Novel, Sao Paulo, Brasil, 1990.
- RAY, J.: Comparación del pastoreo racional con el porcionado en *Brachiaria humidicola* sobre suelo vertisol para la producción de leche, Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencia Animal-Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba, 2000.
- REYES, J. J.: Efecto de las altas cargas y el manejo de la intensidad de pastoreo, en el sistema suelo-planta-animal en condiciones de bajos insumos, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencia Animal-Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba, p. 104, 2003.
- RODRÍGUEZ, I.; G. CRESPO, V. TORRES Y S. FRAGA: Estudio de la velocidad de desaparición de bostas vacunas en un pastizal de *Cynodon nlenfuenses*. Estación seca, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 32: 221, 1998.
- RODRIGUEZ, I.; G. CRESPO, V. TORRES Y S. FRAGA: Variación de la composición química de las bostas vacunas en el pastizal, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35 (3): 305-311, 2001.
- SAVORY, A.: Formas de pastoreo, Center for Holistic Resource Management, Albuquerque, New Mexico, E. U. A., 1996.
- SÚAREZ, J. J.; A. SENRA Y JUANA GALINDO: Estudio del aporte de nutrientes por las heces de vacas en tres sistemas de pastoreo rotacional, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.*, 15 (1): 91-8, 1981.
- TILL, A. R.: Cycling of Plant Nutrients in Pastures, pp. 33-53, en Morley, F. H. W. (ed). *Grazing Animals*, Elsevier Publications Amsterdam, Netherlands, 1981.
- UNDERWOOD, E. J.: Los minerales en la alimentación del ganado, Ed. Acribia, España, 1983.
- VAN HORN H. H.; A. R. NORDSTEDT, E. BOTTCHEER, E. HANLON Y CHAMBLISS: Dairy Manure Management: Strategies for Recycling Nutrients to Recover Fertilizer Value, Florida Coop. Ext. Serv. Circ.1016, Univ. Florida, 1991.
- VAN HORN, H. H.; A. C. WILKIE, W. J. POWERS Y R. A. NORDSTEDT: Components of Dairy Manure, *J. Dairy. Sci.*, 77: 2008-2030, 1994.
- VERA, R.: Sistemas de pastoreo. Una síntesis prospectiva de oportunidades, Reunión ALPA, Uruguay, 2000.
- VOISIN, A.: Productividad de la hierba, Ed. Tecnos, España, 499 pp., 1963.

Recibido: 10/6/2002

Aceptado: 20/11/2003