

Caracterización de algunos componentes químicos, en suelos de diferentes agroecosistemas ganaderos

Characterization of some chemical components, in the soil of different agro- ecosystems of cattle farms

Ernesto Noval-Artiles¹, Juan Ramón García-Díaz¹, Roberto García-López², Reinaldo Quiñones-Ramos¹ y Ángel Mollineda-Tujillo³

¹Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Cuba

²Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba

³Centro de Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Cuba

E-mail: ernestona@uclv.edu.cu

RESUMEN. Se caracterizó la concentración de algunos componentes químicos en suelos de agroecosistemas destinados a la ganadería con diferentes relieves, uno ubicado en el llano y otro en la zona de premontaña. Se determinó materia orgánica, pH, P₂O₅, K₂O, Cu, Zn, Fe y Mn. Los estadísticos descriptivos fueron calculados para todas las variables; mediante una prueba de t-Student para muestras independientes, se compararon las variables determinadas entre los periodos lluvioso y poco lluvioso. En el agroecosistema de llanura el 24,5, 75,4, 20,7, 41,5, 33,9 y 56,6 % de las muestras se encontraban por debajo del límite crítico para materia orgánica, P₂O₅, K₂O, Cu, Mn y Zn, respectivamente. En la premontaña las concentraciones de la materia orgánica y los elementos químicos mencionados fueron deficientes en un 25, 80, 42,5, 7,5 y 25 %, y el 2,5 % en las muestras de Fe. Se encontraron niveles significativos de Cu para el periodo lluvioso, mientras que en el agroecosistema de llanura la significación fue del Mn para el periodo poco lluvioso. Los menores valores significativos del Cu, Fe y Mn en la premontaña fueron para el periodo poco lluvioso, al contrario del P₂O₅, que se manifestó con los menores valores durante el periodo lluvioso. Se concluye que independiente del agroecosistema se encontraron porcentajes de muestras de suelo deficientes, igualmente existió variación significativa en los niveles de esos minerales en dependencia de la época.

Palabras clave: suelo, agroecosistema, cinc, cobre, manganeso.

ABSTRACT. The concentration of some chemical components was characterized, in soils of an agro-ecosystem of a cattle farm with different reliefs, one located in the plains and another in a hilly area. The statistical descriptive variables were calculated for organic matter, pH, P₂O₅, K₂O, Cu, Zn, Fe and Mn; by means of a t-Student test for independent samples, the variables were compared among the rainy and dry seasons. In the agro-ecosystem of the plains the 24.5, 75.4, 20.7, 41.5, 33.9 and 56.6 % of the samples were below the critical limit for organic matter, P₂O₅, K₂O, Cu, Mn and Zn, respectively. In the hilly region the concentrations of the organic matter and the mentioned chemical elements were deficient in a 25, 80, 42.5, 7.5 and 25 %, and 2.5 % in the samples of Fe. They were significant levels of Cu for the rainy season, while in the Mn was significant in the dry season for the agro-ecosystem of the plains, while in the hilly region there were small significant values in the Cu, Fe and Mn in the dry season, on the contrary of the P₂O₅ that showed small values during the rainy season. It concludes that independent in the agro-ecosystems that there were deficiencies in a percent of the soil samples, equally significant variation existed in the levels of the minerals in conjunction with the season.

Key words: soil, agro-ecosystem, zinc, cooper, manganese.

INTRODUCCIÓN

La naturaleza del suelo juega un papel fundamental en la disponibilidad de micronutrientes, y en su comportamiento a nivel suelo-planta, el cobre,

hierro, manganeso y zinc son cuatro metales esenciales para el crecimiento vegetal. A pesar de las pequeñas cantidades requeridas por las plantas,

los suelos agrícolas suelen ser deficitarios en uno o más micronutrientes de forma que su concentración en los tejidos de los vegetales cae por debajo de los niveles que permiten un crecimiento óptimo. (Roca *et al.*, 2007)

La degradación de los suelos y la insuficiente atención a los procesos que la ocasionan, comprometen seriamente a la agricultura cubana y a la de la mayoría de los países de la región tropical. (MINAGRI 2001 y Vargas 2008)

En Cuba Muñoz y Compte (2008) identificaron las características generales de los sistemas agropecuarios en sus dimensiones productivas, económicas, sociales y ecológica; dentro de esta última, los describen en suelos con índices elevados de degradación por erosión, compactación, bajo contenido de materia orgánica, alta acidez o alcalinidad, pobre cobertura vegetal herbácea y arbórea, escasa biodiversidad, con deterioro de las fuentes de abasto de agua, gran fragilidad y baja resiliencia.

El análisis detallado de los resultados obtenidos en los mapas de suelos de Cuba, a escala 1: 50 000 y 1: 25 000, indica que el 74 % de los mismos resultan poco o muy poco productivos, el 48,8 % son de baja fertilidad natural, el 69,6 % muestran bajo contenido de materia orgánica, 43,3 % presentan

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en cinco unidades de producción de dos agroecosistemas ganaderos, típicos de la ganadería bovina en la provincia de Villa Clara. Uno ubicado en la llanura (Unidad Básica de Producción Cooperativa “Desembarco del Granma”) y el otro en zonas de premontaña pertenecientes a la empresa pecuaria “La Vitrina”.

En el área experimental predominan los suelos pardos con carbonatos, de rápida desecación, arcillosos y profundos sobre rocas calizas; estos suelos son equivalentes al grupo de los Cambisoles en el sistema de clasificación de suelos FAO-UNESCO. (Hernández *et al.* 2005)

Se utilizaron cinco unidades pecuarias representativas, dos vaquerías y un centro de novillas en el agroecosistema de llanura, mientras

erosión de fuerte a media, 14,9 % son salinos y 40,3 % ácidos. (Soca *et al.* 2008)

Entre los años 1979 y 2003, se comprobó una tendencia creciente a la disminución de los contenidos de P_2O_5 y K_2O en los suelos destinados a la ganadería, siendo extremadamente agudos los bajos contenidos de potasio y la baja fertilidad general en las áreas de forraje, campos de semilla y pastoreo intensivo (Crespo 2009). Estudios realizados por García *et al.* (2010) en suelos pardos con carbonato reportaron deficiencias de Cu en el 100 % de las muestras mientras que en los microelementos Zn y Mn las deficiencias fueron de 61 y 67 %, respectivamente.

Las limitaciones mencionadas trajo consigo la disminución significativa de la eficiencia reproductiva de los rebaños bovinos (MINAGRI 2005), no obstante, el principal factor limitante del desempeño reproductivo en las hembras bovinas lo constituye la alimentación deficiente y dentro de ella, las deficiencias minerales (Alfonso *et al.* 2007). Los signos de estas deficiencias pueden ocurrir en el ganado que consume forrajes provenientes de suelos deficientes en minerales. (NRC, 2001)

Debido a lo anteriormente expuesto el trabajo tuvo como objetivo caracterizar la concentración de algunos componentes químicos, en suelos de diferentes agroecosistemas ganaderos.

que en el agroecosistema de premontaña se investigaron los suelos de dos vaquerías, determinándose la composición mineral de los mismos.

Para la obtención de las muestras de suelo se siguieron los procedimientos descritos por Rodríguez (2000), las que después de secadas al aire se pasaron por un tamiz con malla de 0.5 mm. A las muestras se les determinó la materia orgánica mediante el método colorimétrico de Walkley y Black (citado por Jackson, 1970) y el pH por el método potenciométrico, según la NRAG 878/1987; el P_2O_5 y K_2O fue mediante fotolorimetría, por el método de Oniani (1964) y los minerales trazas (Cu, Zn, Fe y Mn) se evaluaron por espectrofotometría de absorción atómica, según la NRAG 894/1988.

Para los procesamientos estadísticos fue empleado el paquete estadístico Statgraphics Centurión XV ver. II. Se calcularon los estadísticos descriptivos mediante una prueba de t-Student para muestras

independientes y compararon las variables determinadas entre los periodos lluvioso y poco lluvioso de cada ecosistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis químico del suelo en el ecosistema de llanura (tabla 1) ofreció valores de materia orgánica (MO) de $4,94 \pm 0,98$; aunque el 24,5 % de las muestras presentaron valores superiores al 5 %, considerado el límite crítico para este tipo de suelo (Cairo y Fundora, 2005) son superiores a los reportados en otros trabajos. (Vargas *et al.* 2002 y Rodríguez *et al.* 2006)

El pH de este ecosistema se clasifica de ligeramente ácido y están en correspondencia con otros estudios desarrollados sobre suelos pardos con carbonatos. (Vargas *et al.* 2002; Rodríguez *et al.* 2006)

El P se encuentra deficiente en el 75,4 % de las muestras examinadas, con valores promedios muy bajos en relación con el límite de deficiencia de este mineral en el suelo, aunque están en correspondencia con los obtenidos en otros trabajos realizados bajo condiciones similares (Vargas, 2008; García, 2008). Este resultado corrobora la afirmación de que el P es uno de los elementos más deficitarios en los suelos ganaderos de Cuba (Crespo y Duran, 1990). En cambio las concentraciones promedios de K_2O son consideradas altas y coinciden con estudios realizados por Fundora y Yepis (2000); Vargas (2008) y García (2008), aunque el 20,7 % de las muestras presenta valores deficientes.

Tabla 1. Estadística descriptiva de algunas variables químicas del suelo en las unidades investigadas en el agroecosistema de llanura (n=35)

Variable	$\bar{x} \pm DE$	IC 95%	LC*	Muestras	
				n	%
MO (%)	$4,94 \pm 0,98$	4,03 – 5,34	< 5	13	24,50
pH	$6,25 \pm 0,67$	6,08 – 6,42	–		
P_2O_5 (mg/100g)	$10,72 \pm 4,04$	7,70 – 11,74	15	40	75,40
K_2O (mg/100g)	$14,81 \pm 5,64$	13,31 – 16,31	10	11	20,70
Cu (ppm)	$1,37 \pm 1,25$	1,02 – 1,71	0,60	22	41,50
Fe (ppm)	$19,23 \pm 8,16$	16,43 – 22,03	2,50	0	0
Mn (ppm)	$37,21 \pm 17,86$	32,20 – 42,13	19	18	33,90
Zn (ppm)	$2,05 \pm 0,91$	1,19 – 2,30	2	30	56,60

Los niveles críticos de minerales en el suelo que son sugestivos de deficiencias son establecidos según McDowell y Arthington (2005)

Se encontraron deficiencias de Cu, Mn y Zn en el 41,5, 33,9 y 56,6 % respectivamente de las muestras investigadas, con valores inferiores a los niveles críticos establecidos por McDowell y Arthington (2005) para los mismos. Los resultados obtenidos en el Mn y el Zn coinciden con los reportados para ecosistemas localizados en la misma región (García, 2008); este autor reportó un porcentaje de muestras deficientes en Cu superior a lo encontrado en la presente investigación, aunque en la misma se corrobora que la carencia de este microelemento en el suelo está ampliamente distribuida en las regiones tropicales. (Tiffany *et al.* 2000; McDowell y Arthington, 2005; Kalmbacher *et al.* 2005)

La disminución en este agroecosistema de los valores de Cu y los altos niveles de materia orgánica presentes en el mismo, provocan que al formarse uniones muy fuertes entre ambas partículas, este elemento no sea asimilable por la planta por lo que no llega al animal, situación ésta observada con anterioridad por Arthington (2003).

En el ecosistema de montaña la situación es similar en cuanto al P, con marcadas deficiencias de este mineral; sin embargo, en estas condiciones se detectó un porcentaje de muestras deficientes en K_2O (42,5 %) significativamente superior al del ecosistema de llanuras ($P < 0,05$) e inferior en los casos de Cu ($P < 0,05$), Mn y Zn ($P < 0,01$) (tabla 2). Lo anterior demuestra las variaciones de estos minerales en los diferentes ecosistemas estudiados.

Tabla 2. Estadística descriptiva de algunas variables químicas del suelo en las unidades investigadas en el agroecosistema de premontaña (n=40)

Variable	$\bar{x} \pm DE$	IC 95%	LC*	Muestras	
				n	%
MO (%)	4,51 ± 1,12	3,94 – 5,21	< 5	10	25
pH	5,24 ± 0,7	5,03 – 5,46	-		
P ₂ O ₅ (mg/100g)	8,40 ± 3,86	7,17 – 9,64	15	32	80
K ₂ O (mg/100g)	15,54 ± 8,93	13,05 – 18,02	10	18	42,50
Cu (ppm)	2,88 ± 1,34	2,45 – 3,31	0,6	9	22,50
Fe (ppm)	21,48 ± 7,84	18,97 – 23,99	2,5	1	2,50
Mn (ppm)	51,09 ± 11,54	47,40 – 54,78	19	3	7,50
Zn (ppm)	3,08 ± 1,00	2,44 – 3,725	2	10	25

*Los niveles críticos de minerales en el suelo que son sugestivos de deficiencias son establecidos según McDowell y Arthington (2005)

Los coeficientes de variación (CV) para el Zn (CV = 43.06 y 54.84 %), Cu (CV = 57.70 y 46.53 %), Fe (CV = 42.43 y 36.25 %) y el Mn (CV = 48 y 22.58%) en los ecosistemas de llanura y premontaña respectivamente indican que existe una marcada variabilidad en los niveles de estos microelementos en las muestras investigadas lo que pudo deberse a las características del suelo de donde fueron tomadas, tales como pH, drenaje, relieve, arrastre de las partículas de suelo debido a la acción de las lluvias (McDowell y Arthington, 2005), en el caso de la llanura que manifestó una mayor variación se debió además a que el trabajo con cargas instantáneas superiores al de la premontaña, incidió en la compactación del suelo, lo que reduce la capacidad para retener agua y suministro de oxígeno (Handeh 2003), en el caso de la premontaña donde las áreas de pastoreo tienen un tamaño excesivamente grande, existe pérdida de fertilidad por falta de restitución de los nutrientes del suelo bien sea en forma heces u otro tipo de fertilización (Altieri M. y Yurjevic A., 1991). No obstante, se requieren investigaciones futuras para profundizar en las causas de las variaciones del contenido de microelementos en la zona de estudio.

Las concentraciones de Fe y Mn en ambos ecosistemas son excesivamente altos (McDowell y Arthington, 2005). En el caso del Fe, los resultados son similares a los obtenidos en la Florida por Kalmbacher *et al.* (2005) y pueden condicionar una deficiencia de Cu secundaria en los animales. (McDowell y Arthington, 2005)

Al analizar el efecto de la época del año sobre la composición química del suelo en el ecosistema de llanura se apreció que la misma influyó

significativamente sobre los niveles de Cu ($P < 0,05$) para el periodo lluvioso; mientras que para el Mn ($P < 0,001$) fueron superiores en el periodo poco lluvioso (tabla 3). Sparrow y Uren (2002) encontraron que los niveles de reducción del Mn aumentaron con la temperatura y bajos niveles de pH, ayudado además por la presencia de los organismos vivos del suelo que solubilizan el elemento, sin embargo, el incremento de las concentraciones durante el periodo poco lluvioso pudo deberse a formas del Mn menos biodisponibles producto de una elevación significativa en el valor del pH ($P < 0.001$), el cual pudo estar motivado por el aumento de las bases en el suelo.

La diferencia de pH encontrada en el ecosistema de llanura puede estar dada a causa de que durante las lluvias son removidas las bases del suelo por el agua, entre ellas el K₂O, lo que provoca una disminución del pH en este periodo. (Rodríguez et al. 2006)

En el ecosistema de premontaña la época del año influyó de manera significativa sobre los niveles de Cu ($P < 0.001$), Fe ($P < 0.05$) y Mn ($P < 0.05$), a favor del periodo lluvioso (tabla 4). Además, la disponibilidad aumenta a rangos de pH entre 5 a 7 (McCauley *et al.* 2009). Sin embargo, los niveles de P₂O₅ fueron superiores ($P < 0.05$) en el periodo poco lluvioso, el valor del K₂O aumentó para esa misma época, aunque no de forma significativa. Según McCauley *et al.* (2009) el P se encuentra más disponible a un rango de 6 a 7, mientras que el K lo hace a un rango de 6.5 a 8.

Tabla 3. Comparación de los valores de las variables químicas en el componente suelo según el periodo del año en el agroecosistema de llanura

Variable	Periodos	
	Lluvioso $\bar{x} \pm DE$	Poco lluvioso $\bar{x} \pm DE$
MO (%)	3,98 ± 1,35 ^a	4,21 ± 1,3 ^a
pH	5,76 ± 0,73 ^{b***}	6,62 ± 0,28 ^a
P ₂ O ₅ (mg/100g)	12,67 ± 12,67 ^a	10,90 ± 6,95 ^a
K ₂ O (mg/100g)	13,48 ± 6,54 ^a	15,77 ± 4,76 ^a
Cu (ppm)	1,92 ± 1,22 ^{a*}	0,94 ± 0,71 ^b
Fe (ppm)	26,41 ± 8,26 ^a	20,70 ± 7,88 ^a
Mn (ppm)	29,64 ± 19,08 ^{b***}	47,08 ± 9,70 ^a
Zn (ppm)	2,06 ± 0,98 ^a	2,03 ± 0,86 ^a

a, b medias con letras diferentes en los superíndices indican diferencias estadísticas significativas (t-Student para muestras independientes). * $P < 0.05$, *** $P < 0.001$

Tabla 4. Comparación de los valores de las variables químicas en el componente suelo según el periodo del año en el agroecosistema de premontaña

Variable	$\bar{x} \pm DS$ Periodos	
	Lluvioso	Poco Lluvioso
MO (%)	4,43 ± 1,65 ^a	4,87 ± 0,63 ^a
pH	5,14 ± 0,88 ^a	5,36 ± 0,89 ^a
P ₂ O ₅ (mg/100g)	7,26 ± 3,16 ^{b*}	10,51 ± 5,12 ^a
K ₂ O (mg/100g)	14,14 ± 8,84 ^a	16,74 ± 8,99 ^a
Cu (ppm)	3,44 ± 0,97 ^{a***}	1,83 ± 1,33 ^b
Fe (ppm)	23,40 ± 5,79 ^{a*}	17,93 ± 9,96 ^b
Mn (ppm)	54,00 ± 6,76 ^{a*}	45,69 ± 16,21 ^b
Zn (ppm)	3,10 ± 2,13 ^a	3,05 ± 1,79 ^a

a, b medias con letras diferentes en los superíndices indican diferencias estadísticas significativas (t-Student para muestras independientes) * $P < 0.05$, *** $P < 0.001$

CONCLUSIONES

Se concluye que independiente del agroecosistema se encontraron porcentos de muestras de suelo deficientes de minerales, igualmente existió variación

significativa en los niveles de esos minerales, en dependencia de la época.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, A.; A. Figueroa; T. García; I. Rodríguez; M. Donatién: Influencia de la época, momento del servicio post-parto y eficiencia del celaje sobre el comportamiento reproductivo del Siboney de Cuba. Memorias del Vi congreso de ciencias veterinarias, palacio de las convenciones, La Habana, Cuba. CD-ROM 978-959-282-047-3. 2007.
- Altieri, M.; A. Yurjevic: La agroecología y el Desarrollo Rural Sostenible en América Latina. Agroecología y Desarrollo. CLADES. Año 2. No. 1 25-36 p. 1991.
- Arthington, J.: Mineral antagonisms may influence copper deficiencies. Feedstuffs. 75 (24): 11 - 17. 2003.
- Cairo. C. P.; H. O. Fundora: Edafología. Primera Parte. Editorial "Félix Varela". La Habana. Cuba, 2005. 265p.
- Crespo, G.: Recuperación de la fertilidad del suelo en áreas ganaderas degradadas. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 4:355. 2009.

6. Fundora, O.; Olga Yepis: Ahorro de fertilizantes en empresas de cultivos varios y limitación de la contaminación ambiental. XIII Fórum de Ciencia y Técnica. Santa Clara, Cuba. 2000.
7. García, J.R.: Relación entre la cupremia y los indicadores reproductivos de la hembra bovina. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias veterinarias. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) - Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" (UNAH). 2008.
8. García, J.R.; L. R. García; R. Quiñones; J.M. Figueredo; R. Faure; R. Pedroso; A. Mollineda, A.: Caracterización del contenido de microelementos en el sistema suelo-planta-animal y su influencia en la reproducción bovina en la zona central de Cuba. 2010.
9. Handeh, N.H.: Compaction and Subsoiling Effect on Corn Growth and Soil Bulk Density. *Soil Sci. Soc. Of Am. J.* 67: 1213-1219. 2003.
10. Hernández, J. A.; G. M. O. Ascanio; Marisol Morales Díaz; R. A. Cabrera: Correlación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de cuba con las clasificaciones internacionales y nacionales: una herramienta útil para la investigación, docencia y producción agropecuaria. INCA. La Habana. Cuba. 62p. 2005.
11. Kalmbacher R.S.; E.V. Ezenwa; J.D. Arthington; F.G. Martin: Sulfur fertilization of bahiagrass with varying levels of nitrogen fertilization on a Florida Spodosol. *Agron. J.* 97: 661-667. 2005.
12. McDowell, L. R.; D. J Arthington: Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Cuarta Edición. Universidad de La Florida. EEUU. 2005. 98p.
13. McCauley, Ann; J. Clain; J. Jacobsen: Soil pH and Organic Matter. Nutrient Management Module No. 8. Montana State University. 2009. En sitio Web: <http://www.msuextension.org/publications.asp>. (Consultado: 22 de Julio de 2012).
14. MINAGRI: Características de la ganadería vacuna. Informe del Viceministro de Ganadería. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana. 2005.
15. MINAGRI: Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Instituto de Suelos. AGROINFOR. Agencia de Información y Comunicación para la Agricultura. La Habana. 2001, 39 p.
16. Muñoz, E.; X. Compte: Apuntes para el balance sistémico en la recuperación de la habilidad productiva de la tierra en agroecosistemas ganaderos. II Taller Nacional de Fertilidad de los suelos de la ganadería. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. CD-ROM. 2008.
17. NRC (National Research Council): Nutrient Requirements of Dairy Cattle. (7th Rev. Ed.). Natl. Acad. Sci., Washington, D.C. 2001.
18. Roca Núria; Mabel Susana Pasos; J. Bech: Disponibilidad de cobre, hierro, manganeso, zinc en suelos del NO argentino. *Revista Ciencia del Suelo (Argentina)* 25:31. 2007.
19. Rodríguez, I.: Influencias de las excreciones de vacas lecheras en el reciclaje de los macronutrientes en el agroecosistema de pastizal. Tesis presentada en opción al grado de doctor en ciencias agrícolas. Instituto de ciencia animal. La Habana, Cuba: 31. 2000.
20. Rodríguez, Idalmis.; G. Crespo; Verena Torres; B. Calero; Amalia Morales; Lázara Otero; L. Hernández; S. Fraga; Bertha Santillán: Evaluación integral del complejo suelo-planta-animal en una unidad lechera con silvopastoreo en la provincia la habana, cuba. IV Congreso Latinoamericano de agroforestería para la producción pecuaria sostenible, Varadero Cuba. 2006.
21. Soca, M.; C. Irigoyen; R. Fuentes: Desarrollo y estado actual de los suelos dedicados a la ganadería. II Taller Nacional de Fertilidad de los Suelos de la Ganadería. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. CD-ROM. 2008.
22. Sparrow, L. A.; N. C. Uren: Oxidation and reduction of Mn in acidic soils: Effect of temperature and soil pH. *Soil Biology and Biochemistry*. En sitio web: [http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717\(87\)90073-3](http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717(87)90073-3). (Consultado: 19 de enero de 2012) 2000.
23. Tiffany, M.E.; L.R. McDowell; G.A. O'Connor; H. Nguyen; F. G. Martin; N.S. Wilkinson; E.C. Cardoso: Effects of pasture-applied biosolids on forage and soil concentrations over a grazing season in North Florida. II Microminerals. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 31: 215-227. 2000.

24. Vargas, S.: Rediseño, manejo y evaluación de un agroecosistema de pastizal con enfoque integrado para la producción de leche bovina. Tesis de Dr. Universidad Central de Las Villas, Cuba. 2008. 110 p.

25. Vargas, S.; P. Cairo; R. Franco; E. Oramas; E. Muñoz; P. Torres; R. Jiménez; Oralia Rodríguez; Inés Abreu., Diagnóstico de la fertilidad físico química del suelo en un agroecosistema lechero. Pastos y Forrajes. 25: 99 – 105. 2002.

Recibido:03/06 /2013

Aceptado:05 /11 /2013