

Recuperación de la fertilidad del suelo en áreas ganaderas degradadas

G. Crespo

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana
Correo electrónico: gcrespo@ica.co.cu

Se realiza un análisis detallado de los resultados obtenidos en los mapas de suelos de Cuba, a escala de 1:250 000, 1:50 000 y 1:25 000. En la dinámica de la fertilidad de los suelos ganaderos, entre los años 1977 – 2000, hubo una tendencia creciente a la disminución de los contenidos de fósforo y potasio, y fueron extremadamente agudos los bajos contenidos de materia orgánica y de potasio, así como la baja fertilidad natural en las áreas de forrajes, semillas y pastoreo intensivo. Entre los problemas más graves que enfrenta la ganadería cubana, se identifica la degradación de los suelos y la atención indebida de los procesos que la ocasionan, lo que compromete seriamente el futuro de esta actividad económica. Cuando los sistemas agrícolas incluyen la cobertura vegetal, las mezclas múltiples de leguminosas, el silvopastoreo y el aporte de abonos órgano-minerales, se recuperan las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo degradado. Las propiedades del suelo que muestran mayor grado de sensibilidad al manejo del hombre son la materia orgánica, el fósforo asimilable, la estabilidad estructural, los agregados estables, el factor de estructura y la relación agua-aire. Se recomiendan las medidas que se deben tomar a corto plazo para la recuperación de los suelos degradados.

Palabra clave: *ganadería, suelos, degradación, tecnologías.*

INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos y la insuficiente atención a los procesos que la ocasionan, comprometen seriamente la agricultura cubana y la de la mayoría de los países de la región tropical, por lo que es imprescindible detener los procesos que la ocasionan (MINAGRI 2001 y Vargas 2008) y establecer sistemas agrícolas capaces de satisfacer la creciente demanda de alimentos para la población,

Las investigaciones recientes indican que, en los suelos semidegradados o degradados, la integración de sistemas con gramíneas y leguminosas, los sistemas silvopastoriles y el suministro de materia orgánica, constituyen fuentes importantes de carbono y nitrógeno que ayudan a recuperar la fertilidad de los suelos. Para su conservación es necesario dirigir permanentemente el proceso de transformación de los restos orgánicos hacia la formación de sustancias húmicas estables, de modo que se eleve la productividad de los ecosistemas terrestres. La drástica reducción del contenido de materia

orgánica en los suelos de Cuba (Soca *et al.* 2008) ha sido inducida mayormente por el hombre, sobre todo como consecuencia de la incorrecta aplicación de agrotecnologías modernas (Altieri 1996 y Martínez *et al.* 1999).

Ante esta situación, es necesario establecer sistemas de manejo del suelo que permitan obtener resultados productivos sostenibles y, a la vez, elevar el contenido de materia orgánica de los suelos cubanos, con el consecuente mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

El objetivo de esta conferencia es explicar el comportamiento de la fertilidad de los suelos en Cuba durante los últimos años, específicamente en las áreas ganaderas. Se pretende además, mostrar los resultados más relevantes de la aplicación de diversas tecnologías y alternativas, encaminadas a la recuperación de la fertilidad en áreas degradadas. También se sugirieron opciones que permiten avanzar en la producción ganadera sostenible.

DESARROLLO

Una elevada proporción de los sistemas agropecuarios en Cuba se encuentra fuertemente disminuida en lo que respecta a su capacidad de carga animal (MINAGRI 2008). Muñoz y Compte (2008) identificaron las características generales de estos sistemas en sus dimensiones productivas, económicas, sociales y ecológicas. La tabla 1 muestra esta caracterización.

El análisis detallado de los resultados obtenidos en los mapas de suelos de Cuba, a escala 1:50000 y 1:25000, indica que 74 % de los suelos resultan poco, o muy poco productivos, 48.8 % son de baja fertilidad natural, 69.6 % muestran bajo contenido de materia orgánica,

43.3 % presentan 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 ganaderos, siendo extremadamente agudos los bajos contenidos de potasio y la baja fertilidad general en las áreas de forraje, campos de semilla y pastoreo intensivo.

En las áreas ganaderas influidas por los procesos de degradación de los suelos, los pastizales disminuyeron drásticamente la producción de biomasa. Los procesos de degradación se han originado, en alto grado, por el

Tabla 1. Características de los sistemas

Dimensión	Características
Productiva	- Bajos rendimientos de los cultivos, pastos y forrajes. - Baja tasa reproductiva de los hatos y rebaños. - Reducidos niveles de producción de leche. - Bajos tasas de crecimiento y desarrollo de los recién nacidos.
Económica	- Elevados costos de producción. - Bajos tasas de ingresos por comercialización de productos agropecuarios. - Rentabilidad disminuida. - Baja capacidad para remuneración de empleos. - Elevados costos ambientales
Social	- Afectaciones en la calidad de vida de los agricultores. - Inestabilidad de los agricultores. - Inseguridad alimentaria. - Depresión y frustración. - Poco reconocimiento.
Ecológica	- Suelos con índices elevados de degradación por erosión, compactación, bajo contenido de materia orgánica, alta acidez o alcalinidad, pobre cobertura vegetal herbácea y arbórea, así como escasa biodiversidad, deterioro de las fuentes de abasto de agua, gran fragilidad y baja resiliencia.

manejo inadecuado del pastoreo y por ineficientes métodos de explotación de los suelos, lo que propicia la erosión y compactación, así como la acidez y otros procesos que limitan su productividad (Vargas 2008).

En la tabla 2 se indican los principales factores edáficos que afectan los suelos de la agricultura cubana. Entre los más importantes se encuentra el bajo contenido de MO, la baja fertilidad y la erosión, así como el mal drenaje. Como consecuencia, el rendimiento y la calidad de los pastizales disminuyen continuamente, unido al deterioro de los mismos (MINAGR 2008).

La degradación de los suelos, y la indebida atención a los procesos que la ocasionan, constituyen los problemas más graves que enfrenta la ganadería cubana, lo que compromete significativamente el futuro agropecuario (Soca *et al.* 2008). Entre las alternativas más factibles para el restablecimiento de los suelos degradados, se pueden citar el control de la erosión, la integración de sistemas con gramíneas y leguminosas, los sistemas silvopastoriles y el suministro de abonos órgano-minerales, entre otras.

El poco desarrollo del sistema radicular de la mayoría de las gramíneas que prevalecen en los pastizales, las hacen muy susceptibles a un comportamiento muy pobre durante los extensos períodos de sequía. Esto disminuye notablemente la producción de biomasa, con el consiguiente efecto de la erosión y la pérdida de la fertilidad del suelo (Hernández *et al.* 1998). En la tabla 3 se muestra que, en el pasto *Brachiaria humidicola*, más de 85 % del peso radicular se presenta en los primeros 30 cm de profundidad. Un comportamiento similar señalaron Crespo y Lazo (2001) para un grupo importante de gramíneas, destinadas al pastoreo en Cuba.

Contrarias a las gramíneas, las raíces de las leguminosas herbáceas crecen a mayor profundidad, lo que hace que toleren mejor las condiciones de sequía. Así lo demostraron los resultados de Lok y Crespo (2006), al investigar el peso de raíces (g/100 cm³) de una mezcla múltiple de leguminosas (*Neonotonia wightii*, *Stylosanthes humilis*, *Pueraria phaseoloides* y *Macroptillium atropurpureum*) en condiciones de pas-

Tabla 2. Principales factores edáficos limitantes en los suelos agrícolas de Cuba

Factores	Millones de ha	Por ciento del área
Salinidad y sodicidad	1.00	14.9
Erosión (de fuerte a media)	2.90	43.3
Mal drenaje	2.70	40.3
Con mal drenaje interno	1.80	26.9
Baja fertilidad	3.00	44.8
Compactación elevada (natural o provocada)	1.60	23.9
Acidez (pH CIK 6.0)	2.70	40.3
pH CIK 4.6	0.70	12.2
Muy bajo contenido de MO	4.66	69.6
Baja retención de humedad	2.50	37.3
Pedregosidad y rocosidad	0.80	11.96
Muy rocosas y/o pedregosas	0.45	0.7

Tabla 3. Distribución porcentual del peso seco de raíces en el pasto *Brachiaria humidicola* (Hernández et al. 1998)

Capa de suelo, m	Raíces			
	Gruesas	Medias	Finas	Total
0.0 - 0.1	41.8	47.8	60.0	56.1
0.1 - 0.2	29.1	30.2	20.2	22.7
0.2 - 0.3	13.6	9.9	7.9	8.7
0.3 - 0.4	9.1	5.2	5.9	6.0
0.4 - 0.5	3.6	2.6	2.8	2.8
0.5 - 0.6	0.9	1.7	2.0	1.9
0.6 - 0.7	1.8	2.6	1.7	1.8

toreo durante varios años. Estos autores constataron que, hasta la profundidad de 42 cm del suelo, el peso de la fitomasa subterránea aumentó con los años de evaluación, si se compara con los primeros doce meses.

La actividad biológica del suelo, que es reflejo de su grado de fertilidad, está influenciada por el tipo de vegetación existente en el pastizal. Lok y Crespo (2006), al investigar la población de lombrices en diversos tipos de pastizales, informaron que el número de individuos fue de 40/m² en el silvopastoreo de *L. leucocephala*/ *P. maximum*, y de 20/m² en la mezcla múltiple de leguminosas herbáceas. Por el contrario, en el pastizal compuesto por monocultivo de *P. maximum*, la población de lombrices disminuyó de 12/m² en el primer año de evaluación, a solamente 4/m² en el tercer año.

Otro aspecto importante es el efecto de las leguminosas en el aumento de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, lo que es muy necesario en las condiciones de sequía. En la figura 1 se muestra que la capacidad de penetración del agua en el suelo es muy lenta en el pastizal nativo. Sin embargo, en los pastizales compuestos por mezclas de gramíneas/leguminosas, esa

capacidad se incrementa, sobre todo con *A. gayanus*/*S. guianensis*.

Una de las investigaciones más completas acerca de la influencia del uso agrícola en la evolución de la fertilidad integral del suelo, fue realizada por Cairo et al. (2008) en los suelos pardos sialíticos de la región central de Cuba.

Los sistemas agrícolas investigados fueron los siguientes:

- 1. Bosque natural de 45 años
- 2. Pasto natural de 5 años
- 3. Sistema silvopastoril de 5 años
- 4. Sistema silvopastoril de 10 años
- 5. Agricultura convencional de 40 años
- 6. Caña de azúcar durante 30 años

Los mayores contenidos de materia orgánica (figura 2) se presentaron en el sistema bajo bosque natural, y en el sistema silvopastoril de 10 años, mientras que el menor valor de este indicador ocurrió en el área bajo agricultura convencional. Se estima que la acumulación de hojarasca y la incorporación al suelo de restos de gramíneas, leguminosas y estiércol influyeron decisivamente en este comportamiento.

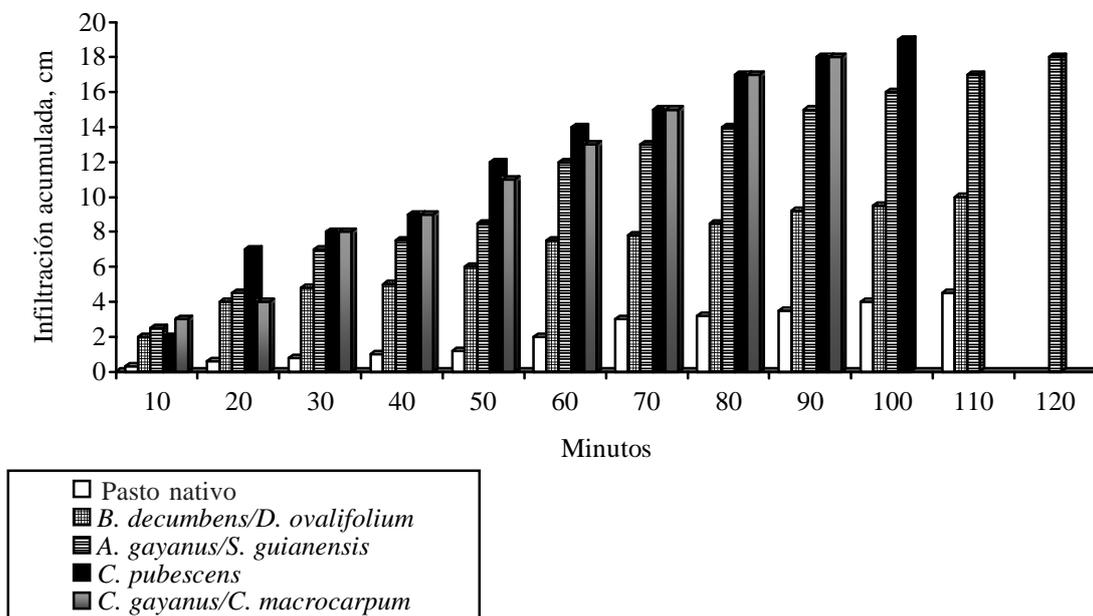


Figura 1. Efecto del tipo de pastizal en la infiltración de agua acumulada por el suelo durante 120 min.

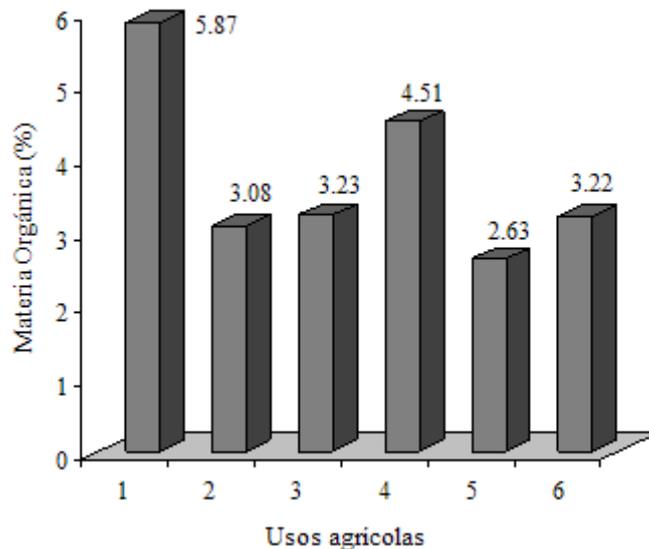


Figura 2. Efecto del sistema agrícola en el contenido de materia orgánica (%) en la profundidad de 0-10 cm

Otro efecto del sistema agrícola no menos importante es el relacionado con la estabilidad estructural del suelo. Los resultados de estas investigaciones demostraron que la mayor estabilidad (expresada como índice de inestabilidad) se alcanzó en el bosque natural y el silvopastoreo de cinco años (figura 3), lo que coincidió con los mayores contenidos de MO en estos sistemas.

nados con el efecto acumulativo del estiércol animal y el aporte de biomasa de las gramíneas y las leguminosas. Como consecuencia, ocurre la biocenosis antrópica, que se manifiesta en un alto grado de actividad biológica, con presencia de macroorganismos, principalmente de lombrices (Noval 2000).

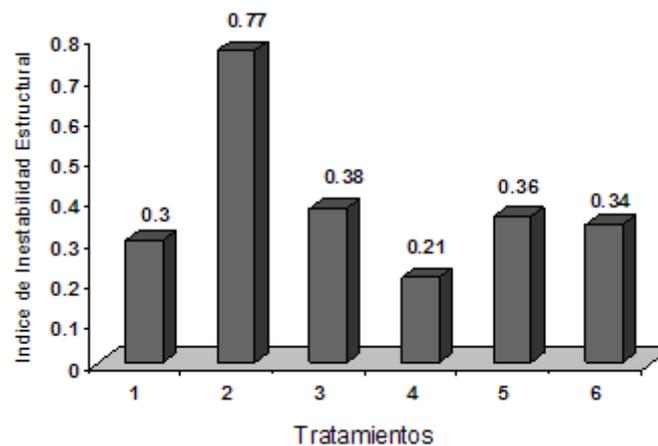


Figura 3. Efecto del sistema agrícola en el estado estructural a la profundidad de 10-20 cm

Estos resultados coinciden con los de Delgado *et al.* (1994) y Preciado (1997, citados por Cairo *et al.* 2008), quienes demostraron que las excesivas labores agrícolas degradan la estructura del suelo y disminuyen, al mismo tiempo, su contenido de materia orgánica. Esto produce disminución de la estabilidad de los agregados al agua.

Las figuras 4 y 5 muestran el análisis comparativo de las propiedades estructurales e hidrofísicas entre el pastizal nativo y el silvopastoreo de 10 años.

El factor de estructura y los agregados estables al agua son mayores en el silvopastoreo. En este sistema ocurren procesos naturales relacio-

Estos organismos perforan galerías en todas direcciones y segregan una mucosa que da firmeza a las paredes de las galerías, mejorando así la circulación y almacenamiento de agua.

Ruiz *et al.* (2006) también constataron el efecto favorable del sistema de silvopastoreo en el aumento de fertilidad del suelo, después de 15 años de establecido (tabla 4).

En pastizales de gramíneas, el rendimiento anual puede ser alto con la aplicación combinada de fertilizante mineral y abono orgánico. Así lo demostraron Aspiolea y Paretas (2008), quienes encontraron que, en suelos pardos sin carbonatos, la combinación de 160 kg/ha de N + 25 t/ha de estiércol/año produjo durante tres años

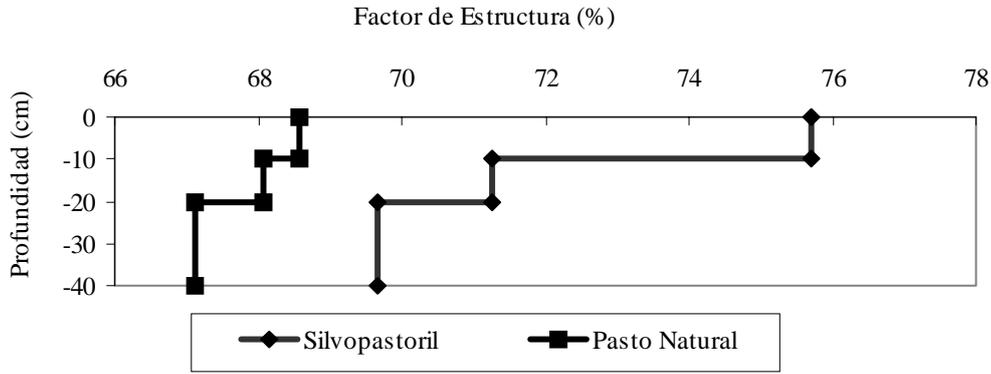


Figura 4. Factor de estructura en la profundidad del perfil 0 – 40 cm en el silvopastoreo y en el pastizal natural.

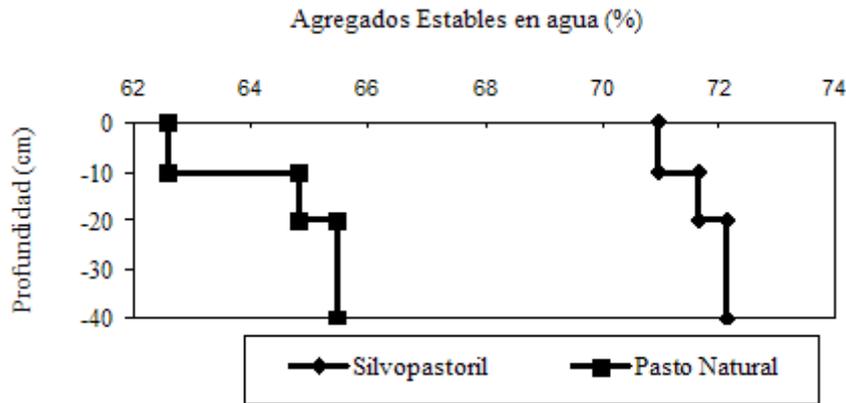


Figura 5. Agregados estables al agua en la profundidad del perfil 0 – 40 cm en el silvopastoreo y en el pastizal natural.

Tabla 4. Efecto del tipo de pastizal en la composición química de un suelo ferrálico cálcico, a los quince años de explotación (Ruiz *et al.* 2006)

Indicador	Sistema		
	Pastizal de gramínea (inicio)	Sistema silvopastoril (15 años)	Pastizal gramínea (15 años)
MO, %	4.0	6.5	4.8
P, ppm	32.0	151.0-283.0	22.0
K, ppm	75.0	171.0-227.0	48.0
Ca, %	3.5	3.6	1.7
Mg, %	0.33	0.41	0.19
pH	6.3	6.0	5.0

un rendimiento de pasto guinea similar al obtenido con la aplicación del doble de nitrógeno solo. Esto también fue informado por Crespo y Curbelo (1992) en *Pennisetum purpureum* vc. King grass, en un suelo ferrálico cálcico.

En pastizales de gramíneas, el rendimiento anual puede ser alto con la aplicación combinada de fertilizante mineral y abono orgánico. Así lo demostraron Aspiolea y Paretas (2008), quienes encontraron que, en suelos pardos sin carbonatos, la combinación de 160 kg/ha de N + 25 t/ha de estiércol/año produjo durante tres años un rendimiento de pasto guinea similar al obtenido con la aplicación del doble de nitró-

geno solo. Esto también fue informado por Crespo y Curbelo (1992) en *Pennisetum purpureum* vc. King grass, en un suelo ferrálico cálcico.

La combinación de los abonos orgánicos y fertilizantes nitrogenados también ha demostrado la posibilidad de aumentar el grado de fertilidad del suelo (tabla 5). Los resultados obtenidos indican que, cuando los sistemas agrícolas incluyen la cobertura vegetal, las mezclas múltiples de leguminosas, así como el silvopastoreo y el aporte de abonos órgano-minerales, se recuperan las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos degradados.

Tabla 5. Influencia de la aplicación de estiércol y fertilizante mineral en algunos indicadores de la fertilidad de un suelo pardo (inceptisol) al final del cuarto año

Tratamiento ¹	Nutrientes			
	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	Ca, %	MO, %
Testigo	1.49	9.00	8.25	2.24
Estiércol	3.92	29.75	10.25	3.05
N ₁₅₀ + estiércol	4.23	22.50	11.75	3.13
N ₃₀₀	1.48	5.25	8.25	2.21
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₅	2.33	5.37	9.25	2.15
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₅ + estiércol	14.26	21.12	10.0	2.82
N ₃₀₀ P ₂₀₀ K ₂₅₀	6.23	8.62	9.25	2.16

¹ Las dosis de N, P y K se refieren a kg/ha/año, mientras que la dosis de estiércol fue de 21 t/ha/año.

CONCLUSIONES

Las recomendaciones generales para lograr la recuperación de la fertilidad de los suelos degradados en la ganadería pueden ser las siguientes:

- Favorecer la cobertura permanente.
- Incrementar y mantener la diversidad de especies vegetales.

- Manejar fertilizaciones orgánicas e inorgánicas, en función de las necesidades del suelo y el pasto presente.

- Incluir leguminosas herbáceas y arbustivas.

REFERENCIAS

- Altieri, A. M. 1996. Bases agroecológicas para una agricultura sustentable. Agroecología y Agricultura Sostenible. Módulo 1. p. 122
- Aspiolea, J.L & Paretas, J.J. 2008. Influencia de la fertilización y el manejo de las áreas, en el rendimiento, conversión y economía de una Empresa Ganadera. II Taller Nacional de Fertilidad de los suelos de la ganadería. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. CD-ROM.
- Cairo, P., Vargas, S., Díaz, V., Nodal, E., Torres, P., Jiménez, R., Dávila, A., Rodríguez O. & Rodríguez, A. 2008. Influencia del manejo de los suelos pardos sialíticos sobre sus propiedades físicas, químicas y biológicas bajo condiciones de producción Ganadera y Agrícola. II Taller Nacional de Fertilidad de los suelos de la ganadería. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. CD-ROM.
- Crespo, G. & Curbelo, F. 1992. Influencia del estiércol vacuno y el fertilizante mineral en el rendimiento de *Pennisetum purpureum* vc. King grass en un suelo ferralítico rojo. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 26:79
- Crespo, G. & Lazo, J. 2001. Estudio de la biomasa de raíces de *C. nlemfuensis* vc. panameño, *P. maximum* vc. Likoni y *D. annulatum* sp. y su aporte de nutrientes. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 35: 277
- Hernández, L., Sánchez, J.A. & Lazo, J. 1998. Caracterización espacial de la biomasa subterránea en pastizales del Instituto de Ciencia Animal. Acta Botánica Cubana. No 116. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana, Cuba. 7 pp.
- Lok, S. & Crespo, G. 2006. Estudio y selección de indicadores de la estabilidad en el sistema suelo-planta de pastizales en explotación. Informe técnico CITMA - Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 35 pp.
- Martínez, R. F., Calero, B., Aguado, J. & Tuve, N. 1999. Influencia del nitrógeno sobre la síntesis de humus y sus fracciones en suelos ferralíticos rojos. Rev. Cubana Agricultura. 8:3
- Ministerio de la Agricultura. 2001. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Instituto de Suelos. AGROINFOR. Agencia de Información y Comunicación para la Agricultura. La Habana. 39 p.
- Ministerio de la Agricultura. 2008. Informe de Agrotecnia y Alimentación. Área de Ganadería. C. de La Habana, Cuba. 30 p.
- Muñoz, E. & Compte, X. 2008. 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
- Noval, E. 2000. Importancia de la integración del árbol en la fertilidad de los suelos pecuarios. Tesis de Maestría. Universidad Central de Las Villas, Cuba
- Ruiz, T. E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E., Mejías, R & Crespo, G. 2006. Sistemas silvopastoriles. Conceptos y tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. En: Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. Tomo II. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 311
- Soca, M., Irigoyen, Cancio, R. & Fuentes. 2008. 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
- Vargas, S. 2008. 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. 110 pp.

Recibido: 20 de enero de 2009