

SUELO

ARTÍCULO ORIGINAL

Estado de la fertilidad química de los suelos ferralíticos rojos de la granja Los Pinos

State of the Chemical Fertility of the Red Ferralitics Soils in the Farm Los Pinos

M.Sc. Clara M. John-Louis^I, Antonio Vantour-Causse^{II}, Armando Antonio Tamayo-Sierra^{III}

^I Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

^{II} Ministerio de Ciencia Innovación y Medio Ambiente (CITMA), Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, Playa, La Habana, Cuba.

^{III} Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR), UCT GEOCUBA-IC, GEOCUBA, Cuba.

RESUMEN. El manejo inadecuado de los agroecosistemas de la Granja Los Pinos, contribuyó al incremento del estado desfavorable de la fertilidad química de los suelos Ferralíticos Rojos asociados a los sistemas de riego, generando procesos de inestabilidad en los volúmenes de producción agrícolas, así como en el medio ambiente. Para lograr una solución a esta problemática se llevaron a cabo un conjunto de investigaciones de campo y laboratorio para conocer los valores de los indicadores de pH, complejo de intercambio, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. Los resultados demostraron que los suelos de los sistemas de riego de esta Granja presentan tendencia a la elevación del pH hacia la zona básica, en particular, en el sistema de riego Zapote, en el complejo de intercambio predominan el calcio y magnesio, cationes que deben influir en los valores del pH ya que los tenores de sodio no son alto y las relaciones Ca/Mg, son adecuadas. Los valores de la materia orgánica oscilan de medio a bajo, mientras que los del nitrógeno total lo hacen en los rangos de medio, bajo y muy bajo con relaciones C/N entre medio y alto. En sentido general, las cantidades de fósforo y potasio presentes en los suelos de los sistemas de riego clasifican en las categorías de alto y muy alto, lo que pudiera generar antagonismo con otros elementos esenciales de las plantas cultivadas. Por tanto, es necesario establecer una mejor política en el manejo de los fertilizantes para lograr la sostenibilidad de estos agroecosistemas.

Palabras clave: agroecosistemas, fertilizantes, sistemas de riego.

ABSTRACT. The Inadequate management of the Granja Los Pinos contributed to the increase in the unfavorable state of the chemical fertility of the soils associated with irrigation systems, generating instability processes in the volumes of agricultural production, as well as in the environment. To achieve a solution to this problem, a set of field and laboratory investigations were carried out to determine the values of pH, exchange complex, organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium. The results showed that the soils of irrigation systems of this farm present a tendency to raise the pH to the basic zone, in particular in the Zapote irrigation system, in the exchange complex, calcium and magnesium predominate, cations that must influence the pH values since the sodium tenors are not high and the Ca / Mg ratios are adequate. The values of organic matter oscillate from medium to low, while those of total nitrogen do so in the medium, low and very low ranges with C / N ratios between medium and high. In general, the amounts of phosphorus and potassium present in the soils of irrigation systems classified in the categories of high and very high, which could generally antagonize other essential elements cultivated plants. It is, therefore, to establish a better policy in the management of fertilizers to achieve the sustainability of this production system.

Keywords: Agro ecosystems, Fertilizers, Watering systems.

INTRODUCCIÓN

La Granja Los Pinos forma parte del conjunto de unidades agropecuarias pertenecientes a la “Empresa Agropecuaria Militar del Este de La Habana”, la cual es parte integrante

del Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR). Esta Granja tiene sus áreas en lo fundamental dedicadas a la producción viandas, hortalizas, granos, frutales

Sistema de Riego	Área, ha
Zapote-2	37
Zapote-3	50
Zapote-4	39
Zapote-5	32
Zapote-6	25
Zapote-7	22

Partiendo de la premisa anterior, para evaluar el estado de la fertilidad química de los suelos, en cada área asociada a un sistema de riego se realizó un muestreo³ en la capa de 0-30 cm, y la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, según Hernández *et al.* (1999), para la cartografía detallada y evaluación integral de los suelos, así como la metodología del Instituto de Suelos⁴, para la cartografía agroquímica de los suelos. En todos los casos, el muestreo se realizó por cuadrícula que abarcaban superficie de 5,0 ha cada una, conformándose una muestra por 20,0 submuestras, las muestras tomadas fueron posteriormente enviadas al laboratorio para proceder al análisis de las mismas.

En la evaluación del estado de la fertilidad se hizo énfasis en indicadores químicos, en tal sentido, se determinaron los siguientes: pH, cationes cambiabiles (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ y Na⁺), Capacidad de intercambio Catiónico (CIC), Capacidad de intercambio de base (CCB), M.O, Nitrógeno, Fósforo y **Potasio**. En todos los casos los análisis se efectuaron de acuerdo con las metodologías establecidas en el Manual de Técnicas Analíticas del Instituto de Suelos e Instituto de Investigaciones del Tabaco⁵. Los criterios de muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, fueron tomados de las categorías de rangos establecidas en cada técnica analítica empleada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos Ferralíticos Rojos de los sistemas de riego de la Granja Los Pinos presentan un pH en KCl entre 7,08-7,60 (Tabla 3), los que se clasifican desde neutro hasta ligeramente básico⁴. En sentido general, los menores valores de este indicador se aprecian en los suelos donde se ubican los sistemas de riego Alegría, en particular, Alegría-1 y Alegría-2, mientras que los mayores tenores se aprecian en los suelos de los sistemas de riego Zapote, sobre todo, Zapote-6 y Zapote-7, donde el uso

agrícola es más elevado, incluido un mayor uso de productos químicos y agua de riego con pH superior a 8,0 (John *et al.*, 2015)¹.

Los resultados obtenidos, demuestran que existe una tendencia a la elevación del pH hacia la zona alcalina en los suelos sometidos a la explotación agrícola de esta Granja, sobre todo en los sistemas de riego Zapote, relacionado con una mayor intensidad de uso agrícola.

El pH elevado se puede convertir en una limitante para el desarrollo adecuado de los cultivos que se producen en esta unidad productiva al impedir que los nutrientes esenciales puedan ser asimilados por las plantas. La elevación del pH en los suelos Ferralíticos de la provincia La Habana según los criterios planteados por Alfonso-Linares y Monejero (2004), y Hernández *et al.* (2014), se debe a la influencia antrópica lo que esta conllevando a una recalificación de los horizontes superiores e influyendo negativamente en los rendimientos y calidad de los cultivos de viandas, hortalizas y granos.

En los suelos Ferralíticos Rojos de la Granja Los Pinos, los contenidos de calcio en el complejo de intercambio oscilan entre 10,74-15,91 cmol (+).kg⁻¹ (Tabla 4), valores que se clasifican como medio⁴. En sentido general, los tenores de este catión son semejantes en los suelos de los sistemas de riego de Alegría, mientras que en los suelos de los sistemas de riego de Zapote hay mayores diferencias, presentando Zapote-2 las menores cantidades y Zapote-4 las mayores cuantías.

TABLA 3. Evaluación del pH por áreas asociadas a los sistemas de riego

No.	Sistema de Riego	Valor	pH-KCl
			Evaluación
1	Alegría-1	7,08	Neutro
2	Alegría-2	7,09	Neutro
3	Alegría-3	7,14	Neutro
4	Alegría-4	7,32	Ligeramente Básico
5	Zapote-2	7,30	Neutro
6	Zapote-3	7,53	Ligeramente Básico
7	Zapote-4	7,18	Neutro
8	Zapote-5	7,41	Ligeramente Básico
9	Zapote-6	7,50	Ligeramente Básico
10	Zapote-7	7,60	Ligeramente Básico

TABLA 4. Evaluación del Complejo de Intercambio por sistemas de riego

No.	Sistema de Riego	Complejo de Intercambio cmol(+). kg ⁻¹						Relación Ca/Mg	
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CCB	CIC	Valor	Evaluación
1	Alegría-1	14,05	3,01	1,38	0,03	18,47	19,35	4,67	Adecuado
2	Alegría-2	11,97	4,79	1,39	0,08	18,23	18,68	2,50	Adecuado
3	Alegría-3	12,46	3,85	1,14	0,05	17,50	18,56	3,24	Adecuado
4	Alegría-4	14,05	3,90	0,96	0,09	19,00	20,89	3,60	Adecuado
5	Zapote-2	10,74	5,05	0,31	0,19	16,29	17,45	2,13	Adecuado

³ Hernández, A., J. Paneque, J. M. Pérez, A. Mesa, D. Bosch y Enma Fuentes. Metodología para la cartografía detallada y evaluación integral de los suelos. Instituto de Suelos y Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes. La Habana, 53 pp. 1995.

⁴ Instituto de Suelos. Metodología para el mapeo agroquímico de los suelos a escala detallada. Instituto de Suelos, MINAG. La Habana. 56pp. 1990.

⁵ Instituto de Suelos. Manual de Técnicas Analíticas de Suelos, Plantas y Agua. MINAG. La Habana, 150 pp. 1994.

⁶ Instituto de Investigaciones del Tabaco. Manual de Técnicas Analíticas de Suelos, Plantas y Agua. MINAG. La Habana, 87 pp. 2010

No.	Sistema de Riego	Complejo de Intercambio cmol(+). kg ⁻¹					Relación Ca/Mg		
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CCB	CIC	Valor	Evaluación
6	Zapote-3	11,53	4,90	0,56	0,13	17,12	18,77	2,35	Adecuado
7	Zapote-4	15,91	5,02	0,31	0,11	21,35	22,41	3,17	Adecuado
8	Zapote-5	13,66	5,41	0,76	0,07	19,90	21,08	2,52	Adecuado
9	Zapote-6	14,14	5,18	0,72	0,05	20,09	21,52	2,73	Adecuado
10	Zapote-7	13,72	5,10	0,78	0,05	19,65	20,97	2,69	Adecuado

En la Tabla 4 se puede apreciar que los tenores del magnesio varían de 3,01-5,41 cmol (+).kg⁻¹ en los suelos Ferralíticos Rojos de los sistemas de riego de la Granja Los Pinos, magnitudes que pueden catalogarse de media⁴; este catión por sus valores ocupa el segundo lugar después del calcio en el complejo de intercambio de estos suelos. Los contenidos de Mg²⁺ en los suelos de los sistemas de riego Zapote son relativamente mayores que las cantidades que presentan los suelos de los sistemas de riego de Alegría. Los suelos de los sistemas de riego Zapote-5 y Zapote-6, tienen los contenidos más altos de este elemento en el complejo de intercambio y los menores se encuentran en los suelos de Alegría-1 y Alegría-3.

La presencia de mayores cantidades de calcio y magnesio en los suelos de los sistemas de riego Zapote parece estar relacionado con la intensidad en el uso agrícola de estas áreas, así como con los valores de estos cationes que tiene el agua de riego. La retención de estos elementos en la capa superficial se debe a los procesos de compactación que presentan los horizontes inferiores de los suelos Ferralíticos Rojos de la antigua provincia La Habana (Artemisa y Mayabeque⁷).

En el caso del potasio intercambiable, los valores son relativamente altos, sobre todo, en los suelos de los sistemas de riego de Alegría donde alcanzan cifras mayores de 0,96 cmol (+).kg⁻¹ (Tabla 4), clasificados como muy alto⁴, este fenómeno puede estar relacionado con la aplicaciones de fertilizantes minerales potásicos y la poca rotación de cultivos que se práctica en esta áreas (John

et al., 2015). Por su parte, los tenores de sodio intercambiable son en sentido general, bajos y muy bajos en el complejo de intercambio de los suelos de los sistemas de riego evaluados, a pesar que el agua de riego tiene tenores altos de este elementos, lo que pudiera explicarse por su mayor movilidad en el suelo y su antagonismo con el potasio y el magnesio (Zapata, 2004; Ibáñez, 2007).

Por último, las CCB y la CIC presentan valores de medios y altos, en particular, en los suelos asociados a los sistemas de riego de Zapote, donde sobresalen por sus cantidades Zapote-4, Zapote-5 y Zapote-6. Los tenores menores de estos indicadores importantes de la fertilidad química de los suelos evaluados se encuentran en el sistema de riego Zapote-2. Por su parte la relación Ca/Mg, es en todo los casos inferior a diez, por lo que puede evaluarse como adecuada para el desarrollo normal de los cultivos agrícolas⁴.

Según los datos de la Tabla 5, los contenidos de materia orgánica oscilan entre 2,61-3,84% en los suelos Ferralíticos Rojos de los sistemas de riego de la Granja Los Pinos, estos valores son evaluados en las categorías de bajo a medio⁴. Los tenores más elevados se ubican en los suelos de los sistemas de riego Alegría, destacándose Alegría-3 y Alegría-4 por sus mayores cantidades en esta sustancia, mientras que las menores magnitudes se encuentran en los suelos de los sistemas de riego de Zapote, sobre todo, en Zapote-2, Zapote-6 y Zapote-7, lo que pudiera explicarse por una mayor explotación agrícola, el no aporte de materia orgánica a los suelos y ausencia de un programa de rotación de cultivo⁸.

TABLA 5. Evaluación de la M.O., N-total y Relación C/N por sistemas de riego

No.	Sistema de Riego	Materia Orgánica		Nitrógeno total		Relación C/N	
		Valor	Evaluación	Valor	Evaluación	Valor	Evaluación
1	Alegría-1	3,08	Bajo	0,089	Bajo	20,12	Alto
2	Alegría-2	3,22	Medio	0,112	Medio	16,72	Medio
3	Alegría-3	3,84	Medio	0,124	Medio	18,00	Medio
4	Alegría-4	3,84	Medio	0,131	Medio	17,04	Medio
5	Zapote-2	2,61	Bajo	0,039	Muy Bajo	38,91	Alto
6	Zapote-3	3,74	Medio	0,118	Medio	18,43	Medio
7	Zapote-4	3,50	Medio	0,115	Medio	17,69	Medio
8	Zapote-5	3,09	Bajo	0,092	Bajo	19,53	Medio
9	Zapote-6	2,90	Bajo	0,047	Muy Bajo	35,87	Alto
10	Zapote-7	2,91	Bajo	0,044	Muy Bajo	38,45	Alto

Los contenidos de N-total oscilan desde 0,039 hasta 0,131% en los suelos Ferralíticos Rojos asociados a los sistemas de riego de la Granja Los Pinos (Tabla 5), clasificándose como muy bajo, bajo y medio⁴, en sentido general, los valores más elevados se encuentran en los suelos de los sistemas de riego de Alegría, mientras que los menores tenores se localizan en los suelos de los sistemas de riego

⁷ Vantour, A., E. Peart, C. M. John, M. Morales y T. Fraser. Tecnología de Labranza y Manejo de Suelos para una Agricultura Sostenible en los Agroecosistemas de cultivos varios. Informe Final del Proyecto 002-00-113. Dirección Provincial de Suelos La Renee-Habana, Instituto de Suelos, MINAGRI. Ciudad de La Habana. 92 pp., 2003.

⁸ John, C. M. A. Vantour y A. Tamayo. Diagnóstico de la calidad del agua de riego para disminuir los riesgos de la degradación de los suelos de la Granja Agrícola Los Pinos. Empresa de Proyectos Contra Desastres S. A. (PRODESA). Informe Científico-Técnico, 32 pp. 2013.

Zapote. Como puede apreciarse, los contenidos de nitrógeno total en los suelos evaluados tienen el mismo comportamiento que los valores de la materia orgánica en cada sistema de riego estudiado, demostrando la relación directa que existe entre los compuestos orgánicos del suelo y la forma total de nitrógeno, reserva importante de este nutriente en el suelo para las plantas⁷.

Por otra parte, los valores de la relación C/N varían entre 16,72-38,95 (Tabla 5), valores que son evaluados de medio, alto⁴, en particular, se puede apreciar que en los suelos de los sistemas de riego Alegría-1, Zapote-2, Zapote-6 y Zapote-7, relación esta desproporcionada, lo que limita la mineralización del nitrógeno total (Vantour *et al.*, 1980).

Después del carbono, el nitrógeno de la materia orgánica es el elemento más importante. Este nutriente en forma de N-total, no es aprovechado de manera directa por las plantas, tiene que ser mineralizado por los microorganismos, en este sentido, un

papel significativo lo juega la relación C/N, en la medida que sus valores disminuyen por debajo de 20, aumenta la disponibilidad del nitrógeno en el medio en formas de amonio, nitratos y compuestos nitrogenados hidrolizables⁹.

Los contenidos de fósforo disponible varían entre 8,23 hasta 64,80 mg.Kg⁻¹ en los suelos estudiados. (Tabla 6), estos valores se evalúan como bajos, medios, altos y muy altos⁴. Se puede apreciar que las cantidades presentes de este nutriente son mayores en los suelos de los sistemas Alegría, sobre todo, en Alegría-1 y Alegría-2, mientras que los menores tenores los poseen los suelos de los sistemas de riego Zapata, en particular, Zapata-2 y Zapata-4. Este fenómeno para estar relacionado con las aplicaciones de los fertilizantes fosfatados, que en muchos casos sobrepasan las normas exigidas por los cultivos, así como una mayor retención de este nutriente por los constituyentes químico-mineralógicos de los suelos⁷.

TABLA 6. Evaluación de P-móvil, K-móvil por sistemas de riego

No.	Sistema de Riego	Fósforo mg.kg ⁻¹		Potasio mg.kg ⁻¹	
		Valor	Evaluación	Valor	Evaluación
1	Alegría-1	52,90	Muy Alto	58,47	Muy Alto
2	Alegría-2	64,80	Muy Alto	61,06	Muy Alto
3	Alegría-3	42,97	Alto	45,95	Muy Alto
4	Alegría-4	42,00	Alto	40,36	Muy Alto
5	Zapote-2	8,23	Bajo	14,66	Medio
6	Zapote-3	22,14	Medio	24,85	Alto
7	Zapote-4	13,67	Bajo	14,96	Medio
8	Zapote-5	27,76	Medio	31,14	Muy Alto
9	Zapote-6	19,08	Medio	31,03	Muy Alto
10	Zapote-7	32,05	Alto	26,41	Alto

En los suelos Ferralíticos Rojos asociados a los sistemas de riego de la Granja Los Pinos los contenidos de potasio disponible para la plantas oscilan desde 14,66 hasta 61,06 mg.kg⁻¹ (Tabla 6), estos valores de potasio se clasifican como medios, altos y muy altos de acuerdo con las categorías establecidas en el Manual de Técnicas Analíticas del Instituto de Suelos⁴. Puede apreciarse que todos los suelos de los sistemas de riego Alegría presentan cantidades muy alta de este nutriente, mientras que en los suelos de los sistemas de riego Zapote, se encuentra una mayor variabilidad de los tenores de este elemento, sobresaliendo por sus magnitudes menores los sistemas de riego Zapote-2 y Zapote-4. El potasio como lo señalan algunos autores (Fassbender, 1987; Zapata, 2004), tiende acumularse en los suelos tropicales, debido generalmente a las elevadas demandas que hacen la mayoría de los cultivos de esta región, alcanzado una gran variabilidad espacial.

El fósforo y potasio son dos elementos esenciales para la nutrición de las plantas, los que unido al nitrógeno, forman los tres elementos mayores utilizados en la fertilización de los cultivos (Sánchez, 1981; Fassbender, 1987). En general, las formas del P-móvil y K-móvil, también consideradas disponibles, constituyen las principales fuentes directas de nutrición

fosfórica y potásica de las plantas en los suelos, manteniendo un equilibrio dinámico con las fracciones activas de estos dos elementos (Valdés *et al.*, 1985).

CONCLUSIONES

- Los suelos Ferralíticos Rojos presentan un pH en KCl entre 7,08-7,60, los que se clasifican desde neutro hasta ligeramente básico, mientras que los contenidos de calcio y magnesio oscilan entre 10,74-15,91 y 3,01-5,41 cmol (+).kg⁻¹, respectivamente, valores que se catalogan como medio, lo que pueden influir en los tenores del pH y su tendencia a la alcalinización de los suelos.
- Los valores de K⁺ varían entre 0,31-1,39 cmol (+).kg⁻¹, en los sistemas de riego de la Granja, clasificados como tenores medios y altos, mientras que las cantidades de Na⁺ son bajos y muy bajos.
- Los contenidos de fósforo y potasio disponible oscilan de 8,23-64,80 y 14,66-61,06 mg.kg⁻¹, estos valores se evalúan como bajos, medios, altos y muy altos
- Los contenidos de materia orgánica y nitrógeno total, varían entre 2,61-3,84 y 0,039-0,131% en los suelos, estos valores

⁹ Aguilar, Y., Riverol, M., Cabrera, E., Llenez, J. M., León, G. y C. Hernández. Manual para el Manejo del Abonado Verde en Suelos Dedicados a Cultivos Varios. Instituto de Suelos, CIGEA., La Habana. 30 p. 2011.

- son evaluados en las categorías de bajo y medio para la M.O, así como muy bajo, bajo y medio para el N-total.
- Los suelos Ferralíticos Rojos estudiados, presentan signos de degradación, por lo que se debe establecer una política ade-

cuada de manejo de su fertilidad química de los suelos para lograr mayores impactos productivos, en tal sentido, se deben rotar los cultivos, aplicar materia orgánica y hacer un uso más racional de los fertilizantes minerales y el agua de riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSO-LINARES, C.A.; MONEDERO, M.: *Uso, Manejo y Conservación de los Suelos.*, [en línea], Ed. ACTAF, La Habana, Cuba, 2004, ISBN: 959-246-122-8, Disponible en: <http://mst.ama.cu/id/eprint/644>, [Consulta: 30 de mayo de 2017].
- FASSBENDER, H.W.: *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*, Ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica, 398 p., 1987.
- HERNÁNDEZ, J.A.; MORALES, D.M.; BORGES, B.Y.; VARGAS, B.D.; CABRERA, R.J.A.; ASCANIO, G.M.O.; RÍOS, L.H.; FUNES, M.F.; BERNAL, F.A.; GONZÁLEZ, C.P.J.: *Degradación de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la «Llanura Roja de La Habana» por el cultivo continuado. Algunos resultados sobre su mejoramiento*, Díaz, B.Y.I. (ed.), Ed. Ediciones INCA, 1.ª ed., Mayabeque, Cuba, 156 p., 2014, ISBN: 978-959-7023-66-1.
- HERNÁNDEZ, J.A.; PÉREZ, J.J.M.; BOSCH, I.D.; CASTRO, S.N.: *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*, Ed. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 93 p., 2015, ISBN: 978-959-7023-77-7.
- HERNÁNDEZ, J.A.; PÉREZ, J.M.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.; RUÍZ, J.; SALGADO, E.J.; MARSÁN, R.; OBREGÓN, A.; TORRES, J.M.; GONZÁLES, J.E.; ORELLANA, R.; PANEQUE, J.; RUIZ, J.M.; MESA, A.; FUENTES, E.; DURÁN, J.L.; PENA, J.; CID, G.; PONCE DE LEÓN, D.; HERNÁNDEZ, M.; FRÓMETA, E.; FERNÁNDEZ, L.; GARCÉS, N.; MORALES, M.; SUÁREZ, E.; MARTÍNEZ, E.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*, Ed. AGROINFOR, La Habana, Cuba, 64 p., 1999, ISBN: 959-246-022-1.
- IBÁÑEZ, J.J.: “El Complejo de Cambio o Complejo Adsorbente de los Suelos”, [en línea], En: *Un universo invisible bajo nuestros pies. Suelos y la vida*, 30 de mayo de 2007, Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/05/30/66696>, [Consulta: 30 de mayo de 2017].
- JOHN, C.M.; VANTOUR, A.; TAMAYO, A.: “Estado de la fertilidad y degradación de los suelos de la granja agrícola Los Pinos, provincia Mayabeque”, En: *VIII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, VIII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo*, Ed. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura y Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba, 2015, ISBN: 978-959-296-039-8.
- SÁNCHEZ, P.A.: *Suelos del trópico características y manejo.*, ser. IICA. Libros y Materiales Educativos, no. ser. 048, Ed. IICA, San José, Costa Rica, 660 p., 1981, ISBN: 978-92-9039-017-6.
- VALDÉS, M.; VANTOUR, A.; IBARGUEN, R.; LORES, N.: “Características del estado potásico de algunos suelos Pardos con Carbonatos secundarios”, En: *III Jornada Científica del Instituto de Suelos, 2da parte*, Ed. Instituto de Suelos, La Habana, Cuba, pp. 434-437, 1985.
- VANTOUR, A.; CARRIERA, Z.; VALDÉS, M.: “Reservas de materia orgánica y nitrógeno en los suelos Ferralíticos Rojos típicos”, En: *II Jornada Científica del Instituto de Suelos*, Ed. Instituto de Suelos, La Habana, Cuba, p. 47, 1980.
- ZAPATA, R.: *Química de la acidez del suelo*, [en línea], Ed. UNAL, Medellín, Colombia, 250 p., 2004, Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1735/>, [Consulta: 30 de mayo de 2017].

Recibido: 19/11/2016.

Aprobado: 17/05/2017.

Clara M. John-Louis, Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba. Correo electrónico: dptoambiente3@iagric.cu

Antonio Vantour-Causse, Correo electrónico: avantour@citma.cu

Armando Antonio Tamayo-Sierra, Correo electrónico: atamayo@uct.geocuba.cu