

## Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo con diferentes manejos en una finca de montaña de la provincia Cienfuegos Physical, chemical and biological properties of the soil under different management systems in a mountain farm at Cienfuegos province

Eduardo N. González Hernández<sup>1</sup>, Leónides Castellanos González<sup>2</sup>, Alfredo Reyes Hernández<sup>3</sup>, Rafaela Soto Ortiz<sup>2</sup>

1. Dirección provincial de Suelos y Fertilizantes. Sancti Spiritus. Cuba

2. Centro para la Transformación Agraria Sostenible. Universidad de Cienfuegos. Carretera a Rodas km 4. Cienfuegos. Cuba. Tel 522912.

3. Facultad de Montaña Escambray. Topes de Collantes. Sancti Spiritus. Cuba

E-mail: lcastellanos@ucf.edu.cu; rsoto@ucf.edu.cu.

**RESUMEN.** El objetivo del presente trabajo fue evaluar las propiedades del suelo sometidos a cuatro manejos diferentes en una finca en condiciones de montaña en la provincia de Cienfuegos. Los suelos dedicados al cultivo del café, manifestaron niveles superiores en los indicadores físicos, químicos y agroquímicos estudiados y también presentaron valores relativamente superiores al resto de los manejos en los indicadores biológicos en la macro y la mesofauna, lo contrario ocurrió para el suelo bajo el manejo aplicado a los cultivos varios. El suelo del plátano presentó niveles intermedios de los indicadores físicos, químicos y agroquímicos estudiados con respecto a los cafetaleros y el de cultivos varios, así como indicadores biológicos intermedios de la macro y la mesofauna.

Palabras clave: Finca, montaña, propiedades, físicas, químicas y biológicas, suelo.

**ABSTRACT.** The aim of this study was to evaluate soil properties subjected to four different handling conditions on a mountain farm in the province of Cienfuegos. The soils dedicated to growing coffee, showed higher levels in the physical, chemical and agrochemical studied indicators and also showed relatively higher values to other dealings in biological indicators in macro and mesofauna. The opposite happened to the ground under the management applied to various crops. Banana soil presented intermediate levels of the physical, chemical and agrochemical studied indicators with respect to coffee and vegetable crops, as well as intermediate biological indicators of the macro and the mesofauna.

**Key words:** Farm, mountain, physical, chemical and biological properties, soil.

## INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los principales factores a ser considerado con relación a la sustentabilidad agroecológica, este último es la base para la producción de alimentos, por eso es necesario una estabilidad en sus propiedades, de manera que no sea transportado por la escorrentía hacia los arroyos, ríos, embalses o hacia el mar (Derpsch, 1997).

Socorro (1998) refiere que la agricultura cubana tendrá que enfrentar nuevos retos, la corriente de enfoque agroecológico al tratar el tema suelo y nutrición vegetal en el marco de un modelo alternativo fundamenta el principio de reproducir la

interrelación suelo-planta, por lo que los sistemas agrícolas deben incorporar una mayor variedad de cultivos, que produzcan materias primas o sean fuentes de energía.

Las medidas para enriquecer el sistema deben estar encaminadas a fomentar y facilitar el uso de mayor diversidad en los programas de mejoramiento de variedades y especies utilizados en la fincas (FAO, 2007), debido a el papel fundamental que en la agricultura sostenible juegan el suelo y la biodiversidad. (Tandron *et al.*, 2005)

El objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo bajo el efecto de diferentes manejos agrícolas en

una finca de montaña en conversión hacia la producción agroecológica en la provincia de Cienfuegos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en la finca estatal “La Perla”, creada en el año 1999 con el objeto social de producir alimento a partir de la producción vegetal y animal. La misma está ubicada en La Chispa, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos, en una zona comprendida dentro del macizo montañoso Guamuhaya, perteneciente a la Empresa de Aseguramiento y Servicios de la Delegación Provincial del Ministerio de Agricultura. Se escogieron cuatro parcelas representativas donde se aplican diferentes manejos y cultivos.

Manejo 1: Sin atenciones culturales los últimos 5 años, presentando gran despoblación de las plantas de Café (*Coffea arabica* L.), los cuales se habían establecido hace más de 20 años, por lo que en el 2008 se eliminaron para crear la nueva plantación en 0.20 ha donde la pendiente es de 41° (topografía escarpada) por el método de chapea, regulación de los árboles de sombra y acordonamiento en barreras muertas, plantando el cafeto posteriormente en curvas de nivel y arropado con los residuos vegetales existentes en el área. Existe representación de otras especies de árboles y arbustos frutales y maderables los cuales disminuyen el impacto de las gotas de agua sobre el suelo, disminuyendo los procesos erosivos. Se le realizan todas las labores que requiere el cultivo.

Manejo 2: En el 2004 se eliminó el cafetal viejo y despoblado que existía (25 años de explotación) para explotar el área en el cultivo de diferentes especies del género *Musa* sp., plantándose 1.0 ha en una pendiente que varía entre 28° y 40° (la topografía varía desde fuertemente inclinada hasta moderadamente escarpada) mediante laboreo mínimo en curvas de nivel en contra la pendiente, haciendo la función de barrera viva conjuntamente con surcos de piña que se han plantado como cultivo asociado, además se le han realizado aplicaciones de materias orgánicas, las labores de cultivo se realizan de forma manual con guatacas y los restos de cultivos se acordonan en contra la pendiente, no se le realizan labores que afecten al suelo.

Manejo 3: Se estableció una plantación de café en el 2006 en un área de 0.5 ha con 35° de pendiente y una topografía moderadamente escarpada, sembrándose a curvas de nivel, después de que había sido utilizada durante aproximadamente 15 años en la producción de este cultivo y frutales, parte de los cuales se manejaban como sombra, junto a otras especies de árboles y arbustos maderables. Se le dan las atenciones culturales necesarias. También presenta barreras vivas, se le ha aplicado abonos verdes y los restos de podas de sombra se acordonan en contra de la pendiente.

Manejo 4: Anteriormente era un área destinada al cultivo del cafeto con 25 años en explotación, la cual se demuele y se explota desde 1999 en la producción de cultivos como, maíz (*Zea mays* L.), calabaza (*Cucúrbita moschata*, Duch.), yuca (*Manihot esculenta* Cantz) y boniato (*Ipomoea batatas* L) principalmente. Posteriormente se diversifica con pepino (*Cucumis sativus* L), col (*Brassica oleracea* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.) rotándolos e intercalándolos en un área de 0.15 ha con una pendiente de 19° (fuertemente inclinada). Se implementa el laboreo mínimo, sembrándolos o plantándolos a curvas de nivel, se le han aplicado materia orgánica, las labores a los cultivos se realizan de forma manual con guataca y también se utilizan bueyes, siendo más intensas que en el resto de los manejos trayendo como consecuencia una reducción de la cantidad de arvenses, favoreciendo los procesos erosivos.

Todos los manejos evaluados están sustentados sobre un suelos Ferralítico rojo amarillento lixiviado de montaña; existiendo variaciones en los niveles de pendientes de las parcelas y las áreas de las mismas.

Se tomaron muestras de suelos de las parcelas, según la metodología de Cairo y Reyes (2007), a una profundidad de 0 – 20 cm en forma de zigzag, en cantidad de 2 kg cada una, y en número según la dimensión de cada área, para formar una muestra

compuesta dividida en cinco observaciones para determinar el comportamiento de las propiedades físicas y químicas del suelo. En cada manejo, se tomaron 4 muestras, las cuales constituyeron las réplicas.

**Físicos:** Se determinó el factor de estructura y agregados estables al agua. Siendo procesadas las muestras en el Laboratorio de Suelos (CIAP) UCLV, mediante los métodos siguientes:

Factor de estructura (FE): A través de la determinación de arcilla sin dispersar (b) y arcilla previamente dispersada, de acuerdo con el análisis mecánico (a) (Cairo, 2000).

Agregados estables en agua (A.E): Se colocaron 5 g de suelo en un erlenmeyer, se añadió 200 ml de agua destilada y se dejó en reposo 30 minutos. Luego, se sometió la solución al golpeteo (40 golpes) durante 40 segundos y se pasó por un tamiz de 0,2 mm. (Cairo, 2000).

**Químicos:** Se determinó: pH (KCl), pH (H<sub>2</sub>O), M.O. (%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mg/100 g) y K<sub>2</sub>O(mg/100g)

Los análisis efectuados a las muestras se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental de Barajagua, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos.

Los elementos fósforo y potasio se determinaron según la Norma Ramal de la Agricultura N° 837. En el caso de las formas móviles de fósforo y potasio se hizo por el método de Oniani, el fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) colorimétricamente por el método del metavanadato de amonio y el potasio (K<sub>2</sub>O) por fotometría de llama. La materia orgánica (M.O) por el método de Wualkley Black, utilizando dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado.

El pH en agua (pH H<sub>2</sub>O) y en cloruro de potasio (pH KCl), se determinó potenciométricamente, en relación suelo - solución 1:2.5; según Cairo (2000). En la interpretación de las propiedades químicas y físicas del suelo se utilizaron las clasificaciones citadas por Cairo y Fundora (1994).

**Biológicos:** Para estudiar las propiedades biológicas del suelo se tuvieron en cuenta las poblaciones de

macrofauna y la mesofauna uniendo las cuatro muestras de cada agroecosistema. Para medir las poblaciones de estos organismos en el suelo, se obtuvieron los individuos por el Método Berlese-Tullgren Los organismos colectados fueron identificados en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Sancti Spiritus

Fueron sometidos a un análisis de varianza simple, los datos de Factor de Estructura (%), Agregados Estables en Agua (%), Materia Orgánica (%), pH (KCl), pH (H<sub>2</sub>O), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mg.100 g<sup>-1</sup>) y K<sub>2</sub>O (mg.100 g<sup>-1</sup>) donde hubo significativas se aplicó una comparación múltiple de las medias, utilizando la prueba de Duncan (Lerch, 1977) para lo cual se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Versión 5

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los suelos bajos las condiciones de los diferentes manejos estudiados en la finca “La Perla” aunque presentan buen porcentaje de factor estructura encontrándose en los rangos entre 65-80, establecidos por Cairo y Fundora (1994), presentan diferencias estadísticas entre sí (Tabla 1), los manejos 1 y 3 dedicados al cultivo del café, tienen los niveles mayores de esta variable, lo cual puede estar dado a que la incidencia del hombre sobre el suelo es menor que en el resto de los manejos, no aplicándose laboreo sobre el mismo, favoreciendo esto el factor estructura. Primavesi (1988) y Diez (1996) explican que los sistemas de no-laboreo aumentan la proporción relativa de biocanales y macroporos mejorando la estructura.

**Tabla 1. Características físicas de los suelos de los Agroecosistemas de la finca La Perla**

Manejos	Variables físicas	
	Factor de Estructura (%)	Agregados estables en agua (%)
1 (Cafè)	79,06 <sup>a</sup>	56,10 <sup>ab</sup>
2 (Cultivos Varios)	71,10 <sup>c</sup>	53,95 <sup>c</sup>
3 (Cafè)	79,93 <sup>a</sup>	59,19 <sup>a</sup>
4 (Plátano)	76,85 <sup>b</sup>	56,09 <sup>b</sup>
ET*	0,85	0,95
CV (%)	10,2	10,4

\*Medias con letras desiguales en columnas difieren para p ≤0.05

El valor más bajo de factor estructura corresponde al manejo 2 dedicado a los Cultivos Varios cultivo con diferencias significativas respecto a los restantes, esto pudiera estar determinado por los procesos erosivos del laboreo del suelo que influyen en la degradación de la materia orgánica como encontró Cairo *et al.* (1996) en suelos Ferralíticos rojos

En cuanto a los porcentajes de agregados estables en agua no existen diferencias estadísticas entre los manejos 1 y 3 (cafetaleros) ni del primero con el 4 (plátano) mientras en el caso del 2 (cultivos varios) presenta el más bajo nivel de agregados estables aunque se considera satisfactorio, con diferencia estadística con el resto, lo cual se atribuye a la influencia de los procesos erosivos sobre las partículas del suelo, provocando el deterioro de la materia orgánica y la disminución del pH, éste último por la pérdida de las bases, proceso influenciado por la baja población de plantas, cumpliéndose lo planteado por Gomero y Vázquez (2004), quienes refieren que la escasa población de plantas es causa de la disminución del pH.

El pH (KCl) presentó los niveles más altos en los suelos bajos los manejos 1 y 3 (café) (Tabla 2) sin diferencias significativas entre sí ellos pero sí con los dos restantes, que exhiben los menores valores, catalogados de medianamente ácidos, lo que puede estar dado por las altas precipitaciones de esta zona, la topografía moderadamente escarpada de la misma y la erosión, asociada a la baja diversidad de plantas, los cultivos que se desarrollan exigen limpieza dentro de la plantación, todo lo cual puede aumentar la acidez de la capa arable, ya que se arrastra las bases intercambiables criterios que también han manifestado Cairo y Fundora (1994) y García del Risco *et al.* (2004).

Los suelos de los manejos 1 y 3 cafetaleros, presentan un pH (H<sub>2</sub>O) dentro del rango de la neutralidad no existiendo diferencia significativas entre sus valores, en cambio los dos restantes presentaron un pH (H<sub>2</sub>O) ligeramente ácido existiendo diferencias estadísticas entre ellos, aunque en el manejo 2 (Cultivos Varios) se presenta el valor más bajo debido a los procesos anteriormente expuestos.

**Tabla 2. Análisis del pH (KCl) y pH (H<sub>2</sub>O) de los suelos en los Agroecosistemas de la finca La Perla**

Manejos	Variables químicas	
	pH(KCl)	pH(H <sub>2</sub> O)
1 (Café)	5,66 <sup>a</sup>	7,34 <sup>a</sup>
2 (Cultivos Varios)	4,51 <sup>c</sup>	6,16 <sup>c</sup>
3 (Café)	5,96 <sup>a</sup>	7,11 <sup>a</sup>
4 (Plátano)	5,09 <sup>b</sup>	6,59 <sup>b</sup>
ET*	0,74	0,65
CV (%)	19,4	18,5

\*Medias con letras desiguales en columnas difieren para  $p \leq 0.05$

Al analizar el fósforo y el potasio (Tabla 3) se pone en evidencia que los contenidos de fósforo más altos se hallan en los manejos 1 y 3 (café), siendo 15,58 y 13,91(mg.100 g<sup>-1</sup>) respectivamente, coincidiendo con los valores más altos de los indicadores de riqueza específica y diversidad vegetal con presencia de arbustos y árboles y por ende mayor formación de biomasa, lo que conlleva a la formación de materia orgánica, factor que incide en los mayores contenidos de este elemento como lo corrobora la FAO (1997), encontrándose en el rango de mediano, no existiendo diferencias significativas entre ellos, El resto presentan menores contenidos de fósforo siendo significativamente menor bajo las condiciones del manejo 2 (Cultivos Varios), no obstante se considera un valor intermedio.

En el caso del potasio en el manejo 4 (Plátano) se presenta el mayor nivel con diferencia estadística con el resto (29,31mg.100 g<sup>-1</sup>), lo cual tiene su explicación porque esta área se fertilizó con la fórmula NK (34-0-60) dada las exigencias de este elemento en este cultivo.

**Tabla 3. Análisis del P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O de los suelos en los agroecosistemas de la finca La Perla**

Manejos	Variables químicas	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg.100 g <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O(mg.100 g <sup>-1</sup> )
1 (Café)	13,91 <sup>a</sup>	16,22 <sup>b</sup>
2 (Cultivos Varios)	1,99 <sup>c</sup>	11,03 <sup>c</sup>
3 (Café)	15,58 <sup>a</sup>	15,21 <sup>b</sup>
4 (Plátano)	3,84 <sup>b</sup>	29,31 <sup>a</sup>
ET*	0,4	0,60
CV (%)	11,3	10,9

\*Medias con letras desiguales en columnas difieren para  $p \leq 0.05$

En el manejo 3 (cafetalero) se presenta el porcentaje de materia orgánica más alto (Tabla 4), donde se presenta el nivel más elevado de diversidad de plantas, factor que influye en esta característica, dado los ingresos de biomasa que proporcionan los árboles al suelo. Los suelos de los manejos 1 (café) y 4 (Plátano) se encuentran con niveles medianos de materia orgánica, existiendo diferencias estadísticas entre ellos y a su vez con el manejo 2 (Cultivos Varios). Es conveniente aclarar que en el manejo 1 (café) fue plantado el cultivo en el 2008.

El manejo 2 (Cultivos Varios) muestra bajo contenido de materia orgánica a pesar de haberse realizado aplicaciones de enmiendas orgánicas, esto se debe a una mayor influencia de los procesos erosivos, los cuales, según Diez (1996) se aceleran con el nivel de antropización, el cual es alto, dado a la intensidad de las labores de suelo que se efectúan, lo cual unido a la baja riqueza de especies vegetales y bajo nivel del indicador diversidad de plantas trae como consecuencia la pérdida de la materia orgánica del suelo como lo pronunciara Do Prado y Da Veiga

(2004) y Hernández 2006 quienes señalan que los suelos que contienen una vegetación espontánea de bosques y pastizales, mantienen un equilibrio bastante estable entre el contenido de materia orgánica y la vegetación; no ocurriendo así en los suelos sometidos a una explotación intensiva, mediante la extracción de cosechas, lo cual es condición para que la materia orgánica disminuya paulatinamente.

**Tabla 4. Análisis del contenido de materia orgánica en los suelos de los agroecosistemas de la finca La Perla**

Manejos	Variable química
	M.O (%)
1 (Café)	4,46 <sup>b</sup>
2 (Cultivos Varios)	2,81 <sup>d</sup>
3 (Café)	6,18 <sup>a</sup>
4 (Plátano)	4,09 <sup>c</sup>
ET*	0,84
CV (%)	12,3

\*Medias con letras desiguales en columnas difieren para  $p \leq 0.05$

**Tabla 5. Análisis del Macrofauna y Mesofauna por grupos biológicos en los suelos de los agroecosistemas en la finca La Perla**

Manejos	Variable biológicas										t	d	re
	Macrofauna					Mesofauna							
	lo	ho	ci	ar	co	cp	lc	mi	ad	cl			
1 (Café)	2	15	2	2	3	-	1	-	1	-	26	6,69	7
2 (Cultivos Varios)	-	8	-	1	-	-	-	-	-	2	11	2,58	3
3 (Café)	3	20	3	1	3	1	-	2	-	-	33	6,71	7
4 (Plátano)	2	16	3	-	3	-	-	-	2	-	26	4,69	5

Legenda: lombrices (lo), hormigas (ho), ciempiés (ci), cochinilla (co), cucaracha pequeña (cp), larva de coleóptero pequeño (lc), miriartropodos (mi), ácaros depredadores (ad), collembolos (cl), total de individuos (t), diversidad (d), riqueza específica (re)

Los manejos 1 y 3 (cafetaleros) presentan igual riqueza específica de la fauna en el suelo (Tabla 5), y muy similares niveles 6,71 y 6,69 respectivamente, estos valores están en correspondencia con la baja intervención del suelo, la conservación, la mejor estructura del mismo, los mayores valores de diversidad de plantas y contenido de materia orgánica, lo que refleja la relación estrecha de estos factores con la actividad biológica en el suelo, este planteamiento se basa en lo enunciado por Lavelle y Spain (2001) quienes señalan que las comunidades de la biota presentes en el suelo van a estar determinadas por la intensidad del cambio inducido respecto al ecosistema natural. También Bunch (2008) refiere que la materia orgánica propicia la vida de los organismos en

el suelo y a este criterio se une Claro (2004) quien plantea que los animales que habitan en el suelo inciden en las condiciones estructurales del mismo.

Todo lo contrario sucede bajo el manejo 2 (Cultivos Varios) donde la intervención del hombre es mayor y las prácticas de laboreo de suelo son mas intensas que en los otros manejos. Las labores agrícolas influyen directamente sobre la fauna presente en el suelo afectando físicamente los organismos, lo anteriormente coincide con lo planteado por Vargas (2009), quien además agrega que también puede influir de forma indirecta modificando la cantidad de los restos de cosechas o regulando las poblaciones de malezas.

Los suelos bajo las condiciones del manejo 1 y 3 (cafetaleros), manifestaron niveles superiores en los indicadores físicos, químicos y agroquímicos estudiados con excepción de la materia orgánica, también presentaron indicadores biológicos en la macro y la mesofauna con valores relativamente superiores al resto de los manejos, lo cual se atribuye al alto nivel de los indicadores de riqueza específica, diversidad vegetal con predominio de las especies del grupo funcional arbóreas y frutales que contribuyen a la producción de un nivel alto de biomasa y como consecuencia de materia orgánica, cumpliéndose lo planteado por Arzola (1989) que entre el suelo y la vegetación se desarrolla un sistema cerrado, pues la vegetación toma nutrientes del suelo, forma biomasa y sus restos orgánicos se incorporan suministrando nutrientes y humus. Se comprueba una vez las posibilidades de mantener los suelos con las propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas en las plantaciones de café en condiciones de montaña, cuando se realizan las medidas de manejo y conservación de adecuadas por parte de los hombres vinculados a este cultivo.

El suelo bajo el manejo 4 (plátano) presentó niveles intermedios de los indicadores físicos, químicos y agroquímicos estudiados con respecto a los cafetaleros y el 2 de (Cultivos Varios), con excepción del contenido de potasio, así como indicadores biológicos intermedios de la macro y la mesofauna. Se demuestra las posibilidades de mantener los suelos con propiedades adecuadas en este tipo de manejo por lo que deben seguirse haciendo observaciones de éstos en condiciones de montaña o en aquellos donde el plátano se incluye en los agroecosistemas cafetaleros.

El suelo bajo el manejo 2 (cultivos Varios) manifestó niveles inferiores en los indicadores físicos, químicos y agroquímicos estudiados, así como en los indicadores biológicos en la macro y mesofauna que los restantes manejos, lo cual se atribuye a que a pesar de los esfuerzos realizados en el manejo del suelo, la aplicación de enmiendas y materia orgánica y las medidas antierosivas efectuadas, el área se encuentra fuertemente influenciada por los procesos erosivos los cuales según Diez (1996) se aceleran con el nivel de antropización, el cual es alto, dado a la intensidad de las labores de suelo que se realizan, lo cual unido a la insuficiente riqueza específica y

bajo nivel del indicador diversidad de plantas trae como consecuencia la pérdida de la materia orgánica del suelo, como lo pronunciara Do Prado y Da Veiga (2004) y Hernández (2006) y por ende la pérdida de los nutrientes y un deterioro de las propiedades físicas y biológicas. Este resultado pone en evidencia las dificultades par mantener adecuadas propiedades en los suelos dedicados a los cultivos varios en las condiciones de montaña a pesar de los esfuerzos que se realizan con buenas practicas agrícolas y un correcto manejo de éstos, lo cual atenta contra la sostenibilidad de estos agroecosistemas en la necesidad por diversificar la agricultura en la montaña.

## CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones del estudio los suelos de los manejos donde se cultiva el café manifiestan niveles superiores en los indicadores físicos, químicos y agroquímicos y en los indicadores biológicos en la macro y la mesofauna.<sup>3</sup>

2. El suelo bajo el manejo del cultivo del plátano presenta niveles intermedios de los indicadores físicos, químicos y agroquímicos estudiados con respecto a los cafetaleros y el de Cultivos Varios, con excepción del contenido de potasio, así como indicadores biológicos intermedios de la macro y la meso fauna.

3. El suelo bajo las condiciones del manejo de Cultivos Varios manifiesta niveles inferiores en los indicadores físicos, químicos y agroquímicos estudiados, así como indicadores biológicos en la macro y mesofauna relativamente más bajos que en el resto

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arzola, N. Aprovechamiento del residuo de origen orgánico en la agricultura: / N. Arzola. — ISACA. Ciego de Avila. — Cienfuegos:(S.N), 10 - 22. 1989.
2. Bunch, R.El manejo del suelo vivo. LEISA .Revista Agroecológica.35 ,5-6. 2008.
3. Cairo, P. (2000). Alternativas para el mejoramiento de los suelos para el cultivo de la caña. Agricultura Orgánica, 14(2), 23-25. 2000.

4. Cairo, P. y Fundora, O. Edafología. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. 1994.
5. Cairo, P., Carvajal, M. y Machado, J. Cómo mejorar la bioestructura de los suelos degradados de la provincia de Sancti - Spiritus. Revista Agricultura Orgánica (Cuba) 3 (2) : Dic. : 7 - 8. 1996.
6. Cairo, P., Reyes, A. Manual de Edafología. Facultad Agropeuaria. UCLV. 2007.
7. Claro A Linares, A. Maestría de Ciencias del Suelo, Uso y Manejo de los Suelos Degradados. Instituto de Suelos. Universidad Agraria de la Habana. 2004.
8. Derpsch, R. Importancia de la siembra directa para obtener la sustentabilidad en la producción agrícola. En sitio web: <http://www.rolf-derpsch.com/siembradirecta.htm#1>. (Consultado: 18 de septiembre del 2003). 1997.
9. Díez, P. Las tecnologías agrarias y su incidencia en el medio natural. Tomado de: <http://www.racve.es/actividades/zootecnia/1996-06-05PaulinoDiezGomez.htm> . (Consultado: 18 de Septiembre del 2009). 1996.
10. Do Prado, L. y Da Veiga, M. Erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Relación entre erosión y pérdida de fertilidad del suelo. En sitio web: [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url/\\_file=/docrep/f2351506.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url/_file=/docrep/f2351506.htm). (Consultado: 15 de marzo del 2004). 2004.
11. FAO. La acacia y sus servicios en la protección ambiental. En sitio web: <http://www.fao.org/docrep/V5360E/v5360e08.htm>. (Consultado: 15 de marzo del 2004). 1997.
12. FAO. Perdida de la Biodiversidad Agrícola Indicadores de presión Estado Respuesta. 2007.
13. Frómeta, E. Los coloides minerales del suelo .En Facultad de Agronomía. Departamento de Riego Drenaje y Ciencias del Suelo (compil.). Disciplina Ciencias del Suelo. Tomo I: Pedología (pp. 64-100). 2006.
14. García del Risco, E., Pérez, A., Hernández, L. A., Fumero, M., y Gómez, S. Procesos degradativos y programa de mejoramiento y conservación de suelos cañeros de Camagüey. En sitio web: <http://www.santiago.cu/hosting/etica/Sede40/tec/t27.htm>. (Consultado: 20 de febrero del 2006). 2004.
15. Gomero, L. y Vázquez, H. Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico del suelo. En sitio web: <http://www.cledperu.org/bae/bae71/b71b.htm>. (Consultado: 15 de noviembre del 2004). 2004.
16. Guerrero, V. Fertilidad, conservación y manejo de los suelos. Manual para Promotores Comunitarios. La Habana: Centro de Capacitación Campesina. 1999.
17. Hernández, A. Condiciones de formación de suelos. En Facultad de Agronomía. Departamento de Riego Drenaje y Ciencias del Suelo. (Compil.). Disciplina Ciencias del Suelo. Tomo I: Pedología (pp101-123). 2006.
18. Lavelle, P., Spain, A. V. Soil Ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 654 p. 2001.
19. Lerch, G. La experimentación en las Ciencias biológicas y agrícolas. Ed. Científico – Técnica. 1977.
20. Martín, N. J., Alonso, C. Estudio del Potasio (K<sub>2</sub>O). En Facultad de Agronomía. Departamento de Riego Drenaje y Ciencias del Suelo. Disciplina Ciencias del Suelo (Compil.). Tomo II: Fertilidad del Suelo (pp 69-89). 2006.
21. Primavesi, A. Manejo Ecológico de Suelo. Sao Paulo. Editorial Nobel. 1998.
22. Socorro, A. R. I.I Taller de proyectos Integrales de la Agricultura Alternativa. Proyectos de investigación en finca de producción. UCF-MINAGRI. Informe final/ A.R. Universidad de Cienfuegos, 7pp. 1998.
23. Tandrón, I.; Cairo, P.; Reyes A.; Jiménez R.; Rodríguez Oralia; Abreus Inés. Relaciones entre propiedades físicas y químicas en suelos ferralíticos rojos de montaña bajo condiciones de experimento de abonos orgánicos y minerales naturales. Centro Agrícola, año 32, no. 3, jul.-sept 75. En sitio web: <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/ciencia/315.pdf>. (Consultado: 20 de Agosto del 2009). 2005.
24. Vargas, E. Control de Plagas en la Agricultura de conservación. En sitio web: <http://www.aeac-sv.org/pdfs/plagas.pdf>. (Consultado: 18 de Agosto del 2009). 2009.

Recibido: 02/02/2012

Aceptado: 29/06/2012