



CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS Y SUS FACTORES LIMITANTES DE LA REGIÓN DE MURGAS, PROVINCIA LA HABANA

Characteristics of soil and its limiting factors of regional Murgas, Havana province

Andy Bernal[✉], Alberto Hernández, Michel Mesa, Osmel Rodríguez, Pedro J. González y Reynerio Reyes

ABSTRACT. In this work the study of 897,22 ha in the region Murgas, Havana province is performed to characterize soils in relation to agricultural use for planting herbs (*Moringa oleifera*). In conjunction with this analysis of some of the physical and chemical properties as drainage conditions, pH and organic matter content, to assess the agricultural productive soil limiting factors under study. This region its characterize by various terrains of high plains and cumulative denudation lowlands with karst phenomena of sinkholes in the lowlands; under a subhumid tropical climate with 1400 mm annual rainfall and average annual temperature of 24-25 °C, which shows that the soil limitations are given by drainage problems, which is insufficient in the lower parts of the relief and much of the area.

Key words: soil fertility, soil, organic matter, soil pH

RESUMEN. En este trabajo se realiza el estudio de 897,22 ha en la región de Murgas, provincia La Habana para caracterizar los suelos en relación con su uso agrícola para la siembra de plantas medicinales (*Moringa oleifera*). Conjuntamente con esto se realiza un análisis de algunas de las propiedades físicas y químicas como condiciones de drenaje, niveles de pH y contenido de materia orgánica, para evaluar los factores limitantes agroproductivos de los suelos en estudio. Esta región, se caracteriza por un relieve variado de llanuras altas denudativas y llanuras bajas acumulativas con fenómenos cársicos de dolinas en las partes bajas; bajo un clima tropical subhúmedo con 1400 mm de lluvia anual y temperatura media anual de 24-25 °C, donde se observa que las limitaciones de los suelos están dadas por problemas de drenaje, que resulta insuficiente en las partes bajas del relieve y en gran parte del área.

Palabras clave: fertilidad del suelo, suelo, materia orgánica, pH del suelo

INTRODUCCIÓN

El estudio de los suelos es fundamental para lograr una agricultura eficiente. Mediante este tipo de trabajo, a partir de la cartografía y caracterización se puede conocer qué tipos de suelos están presentes, el área que ocupa cada uno de ellos, cómo están sus propiedades, y sobre todo los factores edáficos que pudieran ser limitantes para la producción agrícola o factores limitantes agroproductivos (1), los cuales constituyen uno de los elementos más importantes para lograr una agricultura sostenible.

En Cuba, estos trabajos se comenzaron a realizar en forma sistemática a partir de los años 60, con el

primer mapa edafológico a escala mediana, 1: 250 000^A y posteriormente en escala 1: 25 000^B. En los últimos años se realizan en escala detallada mediante los llamados Sectores de Referencia, como por ejemplo el estudio de los suelos en la Finca "La Rosita", situada antes de llegar al Consejo Popular Campo Florido, municipio Guanabacoa, provincia La Habana (2). Estas tecnologías se han extrapolado también a otros países como Ecuador^C (3).

^A Instituto de Suelos. Mapa genético escala 1:250 000 de los suelos de Cuba. 19 hojas cartográficas a color. Instituto de Geodesia y Cartografía de Cuba, La Habana. 1970.

^B Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes. Mapa genético de los suelos de Cuba, escala 1:25 000. Ministerio de Agricultura, 1990. La Habana, Cuba.

^C Vera, L. Estudio de los suelos y su fertilidad como base para el manejo sostenible del Campus de la escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador. [Tesis de Maestría]. INCA, Mayabeque, 2013, 62 pp.

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

✉ andy@inca.edu.cu

Otro elemento importante para determinar las propiedades de los suelos es su caracterización por perfiles, tomados por elementos del paisaje. En Cuba en los últimos 10 años se han realizado trabajos en este sentido en diferentes tipos de suelos, donde a través de esta metodología se demuestra cómo por el tipo de uso de la tierra, en este caso el cultivo intensivo o con el monocultivo continuado, ejemplo con el cultivo del arroz; se degrada el estado estructural del suelo, disminuye la diversidad biológica, disminuye el contenido de materia orgánica y disminuye las reservas de carbono (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Teniendo en cuenta la importancia que tiene la aplicación de estos trabajos, en el año 2012 se realizó la actualización sobre la mapeación y características de los suelos de la región de Murgas en un área de 897,22 ha para determinar sus limitaciones para el cultivo de la moringa.

En el pasado, durante muchos años, esta zona fue sembrada de caña de azúcar, perteneciente al CAI "Manuel Martínez Prieto", pero hace aproximadamente 10-15 años esta región pasó a la Dirección de Flora y Fauna y se estableció un sistema de pastos a base de guinea (*Panicum máximum*) y forrajes, con algunas pequeñas áreas de cultivo de la entidad y algunos campesinos particulares, sobre todo en los alrededores de Murgas. Debido al cambio de la cobertura vegetal, y a la luz de nuevos resultados en el campo de la clasificación de los suelos, se actualizó la cartografía y caracterización de los suelos, con sus factores limitantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área seleccionada se presenta desde el poblado de Murgas hacia la carretera de la Autopista Habana-San Antonio de los Baños por el oeste y a la salida hacia El Wajay por el este (entre las coordenadas N: 349 000 y 352 000; E: 350 000 y 353 000, del Sistema Cuba Norte, proyección Cónica Conforme de Lambert). Hacia el sur toma parte de la llamada depresión de Murgas, llegando hasta las Lagunas Zaldívar y La Coca, ubicado en el municipio Boyeros, provincia La Habana.

El relieve en general es llano, excepto la bajada hacia el sur donde hay una pendiente de 3-4 %. El material de origen de los suelos en la parte alta es de calizas duras (del Mioceno) y algunas partes con caliza suave o cocó (margas del Oligoceno) y hacia el sur, en la depresión, es de sedimentos diferenciados texturalmente, con la parte inferior constituida por una capa arcillosa impermeable, de colores rojo, amarillo y gris, y la superior por sedimentos de textura franca, aproximadamente con 20-25 % de arcilla.

Toda esta región está dominada por fenómenos cársicos de formación de dolinas, algunas muy grandes que forman lagunas como La Coca y Zaldívar y otras

más pequeñas. Este sistema de dolinas y las capas subyacentes más arcillosas de los suelos, influyen fuertemente en el régimen hídrico de los mismos.

El clima es tropical subhúmedo, tomando como referencia los datos de lluvia de la estación meteorológica situada en el INIFAT, en Santiago de las Vegas (a menos de 15 km de distancia), donde se reportan entre 1500-1600 mm de lluvia anual y 24,2 °C de temperatura media anual.

El estudio se realizó con recorridos donde se separaron contornos, siguiendo principios genético-geográficos. Se tomaron alrededor de 60 puntos con barrenas, 20 muestreos de parcelas agroquímicas y 15 perfiles de suelos, abriendo los hoyos hasta 30-40 cm de profundidad y después llegando hasta 100-120 cm con la barrena de suelos.

A las muestras de suelos se le realizaron análisis de caracterización general en el laboratorio de suelos del INCA. Los análisis realizados fueron:

- ♦ pH, por potenciometría relación suelo:agua 2,5:1
- ♦ materia orgánica, por el método de Walkley Black
- ♦ cationes cambiabiles (excepto sodio y potasio), por extracción con acetato de amonio y valoración con EDTA
- ♦ fósforo asimilable, por el método de Machiguin
- ♦ análisis mecánico, por el método de Bouyoucos con pirofosfato de sodio y hexametáfosfato de sodio

Se elaboró un mapa de suelos a escala 1: 10 000, sobre la base del mapa de suelos 1: 25 000^B y hojas cartográficas 1: 2 500 del municipio Boyeros donde se aplicó la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (11) y se hizo una correlación aplicando al mismo tiempo la clasificación por el World Reference Base (12) y la clasificación Soil Taxonomy (13).

Para este mapa se siguieron las normas cartográficas de Cuba^D, tomando en cuenta además los resultados de los trabajos anteriores en esta región^B (14) con la caracterización de 15 perfiles de suelos nuevos.

Teniendo en cuenta las características de los suelos se establecen las siguientes clases de drenaje, según el Manual de Descripción de Suelos de Cuba^D y de la Guía para la descripción de suelos (15).

CLASES DE DRENAJE

Muy escasamente drenado: el agua se elimina del suelo tan lentamente que la capa freática permanece en la superficie o sobre ésta la mayor parte del tiempo. Los suelos de esta clase, en general, ocupan lugares llanos o deprimidos y están frecuentemente encharcados.

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

Escasamente drenado: el agua se elimina tan lentamente que el suelo permanece mojado por largos períodos de tiempo.

Imperfectamente drenado: el agua es eliminada del suelo con lentitud suficiente para mantenerlo mojado durante períodos muy apreciables de tiempo, pero no todo el tiempo.

Moderadamente bien drenado: el agua se elimina del suelo con cierta lentitud, de modo que el perfil permanece mojado durante períodos de tiempo poco apreciables.

Bien drenados: el agua es eliminada del suelo con facilidad, pero no rápidamente. Generalmente retienen óptimas cantidades de humedad para el crecimiento de las plantas después de las lluvias o el riego.

Algo excesivamente drenado: el agua se elimina del suelo rápidamente. Muchos de estos suelos tienen poca diferenciación de sus horizontes y son arenosos y muy porosos.

Excesivamente drenado: el agua se elimina del suelo muy rápidamente. Estos suelos son generalmente litosoles o litosólicos y pueden ser escarpados, muy porosos o ambos.

Se utilizó el programa (*software*) para el manejo de información geográfica ILWIS 3.4 en la elaboración de mapas de los subtipos de suelos y de algunos de los factores limitantes del área (drenaje, pH y materia orgánica).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de separados y diferenciados los contornos de suelos, siguiendo principios genético-geográficos, se observó (Figura 1, Tabla I) que predominan los suelos Gley Nodular Ferruginoso y Fersialítico Pardo Rojizo estando presentes, además, los suelos Ferralítico Rojo Lixiviado, Ferralítico Amarillento Lixiviado, Pardo y Eslitosol.

La complejidad de esta capa cobradora de suelos es debido a las diferencias en los factores de formación, que varían en forma considerable en una región relativamente pequeña. Por una parte, el relieve presenta llanuras denudativas en las partes altas y acumulativas en las depresiones, con un sistema de dolinas bien manifiesto; además la evolución del relieve en el tiempo, ya que las partes bajas y dolinas actuales en el cuaternario antiguo, deben haber estado bajo la influencia de procesos hidromórficos más intensos. Por otra parte, la variabilidad del material de origen, por una parte está constituido por calizas duras, margas y sobre todo por materiales transportados, con una capa arcillosa ferralitizada y gleyzada en las depresiones.

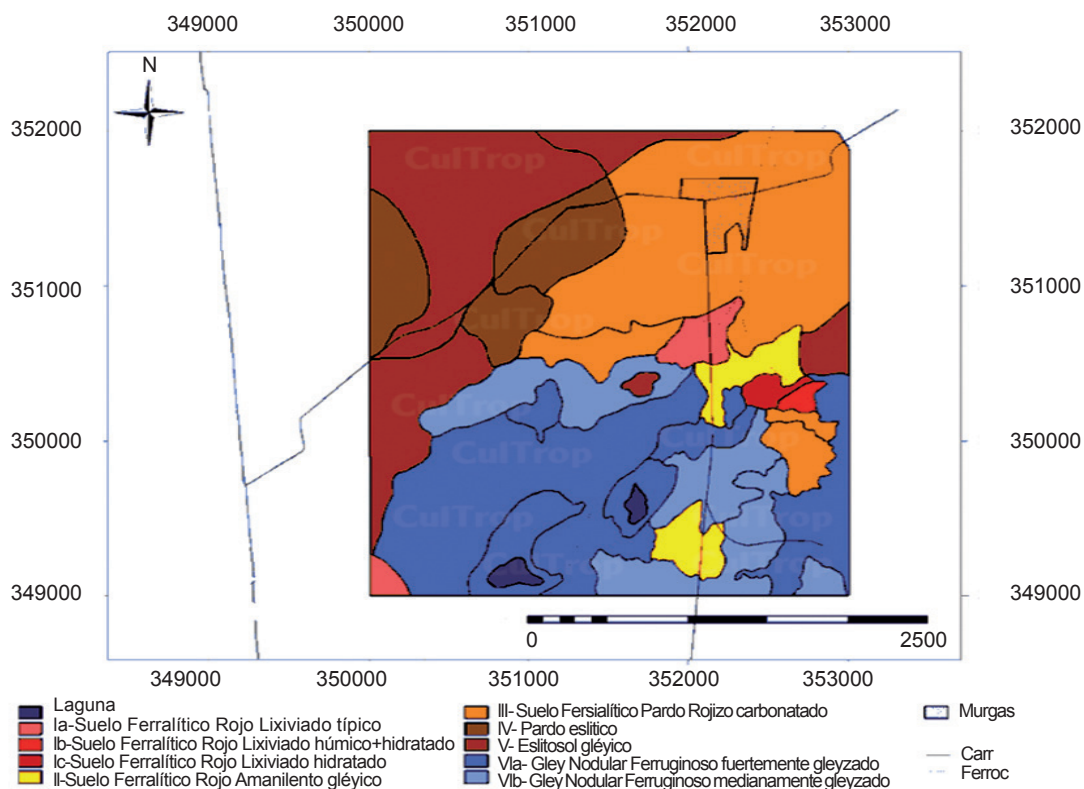


Figura 1. Mapa de suelos de la región estudiada.

Tabla I. Tipos de suelos predominantes y área que ocupan.

Tipos de suelos	Variantes	Área (ha)	Área (%)
Ferralítico Rojo Lixiviado	típico	17,26	1,92
	húmico - hidratado	3,47	0,39
	hidratado	5,70	0,64
Ferralítico Amarillento Lixiviado	gléyico	31,86	3,55
Fersialítico Pardo Rojizo	carbonatado	229,62	25,59
Pardo	eslítico	83,77	9,34
Eslitosol	gléyico	175,76	19,59
Gley Nodular Ferruginoso	fuertemente gleyzado	231,76	25,83
	medianamente gleyzado	111,71	12,45
Lagunas		6,31	0,7
Total		897,22	100

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN

Suelos Gley Nodular Ferruginosos

La mayoría de estos suelos presentan una capa arcillosa ferralitizada subyacente (con un porcentaje en arcilla mayor de 50 %) de color rojo, amarillo y gris, formada por influencia de una capa freática temporal, que conllevó a procesos de oxidación y reducción del hierro; este proceso se denomina gleyzación y da lugar a la formación de suelos Gley. Cuando esta capa se presenta a menos de 50 cm de profundidad el suelo se clasifica como Gley o Gleysol, pero cuando está por debajo de 50 cm se pone como subtipo gléyico del suelo de referencia y representa un indicador del mal drenaje en los suelos (11). Este diagnóstico para la clasificación de Gleysols coincide con el de la clasificación del World Reference Base (12) y el suborden Aquult o Aquent en la clasificación de suelos Soil Taxonomy (13).

Estos suelos en el área estudiada se presentan en las zonas bajas, en la llamada "depresión de Murgas", formados de sedimentos diferenciados texturalmente. En la zona se diferencian dos áreas, una con suelos fuertemente gleyzados (con la manifestación del proceso entre 0 y 30 cm de profundidad) y otra medianamente gleyzados (cuando aparece entre 30 y 50 cm de profundidad), lo cual se aplica en la clasificación de suelos para separarlos en forma más detallada para este estudio, en un área relativamente pequeña.

El suelo en superficie tiene un horizonte de color gris pardusco claro, pardo grisáceo a pardo grisáceo oscuro (10YR6/2–10YR5/2–10YR4/2), de textura franco, que pasa a un horizonte pardo amarillento (10YR5/4–5/8), a veces amarillo pálido (2,5YR7/3–7/4), con manchas negras (10YR2/1) y más abajo, antes de los 50 cm aparece una capa arcillosa impermeable de color reticulado gris (10YR5/1), rojo (2,5YR4/6–4/8) y amarillo (2,5YR7/6–7/8), con algunas manchas negras (10YR2/1), ferromangánicas. Puede tener concreciones ferruginosas (perdigones), tanto redondeados y duros como ovalados y suaves.

El Gley fuertemente gleyzado, es el de peor drenaje, de pH muy ácido, con valores que pueden estar entre 4,5 y 5,0 y altos contenidos en aluminio cambiabile^D, el cual resulta muy tóxico para los cultivos y que, a su vez, en condiciones de humedad genera más acidez, además de tener alto poder de fijación del fósforo del suelo.

El Gley medianamente gleyzado, presenta un drenaje más rápido que el suelo anteriormente mencionado, con un pH que llega a tener valores de 6,5–7,0.

Suelos Fersialíticos Pardos Rojizos

Los suelos Fersialíticos ocupan la parte más alta del relieve, en un contorno grande de suelos alrededor de este poblado y otro contorno más pequeño, parte más abajo en el relieve. Estos suelos en el área de estudio, en general son ricos en materia orgánica (excepto las variantes muy cultivadas) y presentan carbonatos desde la superficie, aumentando en profundidad. Por esto se clasifican como húmicos y carbonatados (11). Estos suelos en su clasificación coinciden con el de la clasificación del World Reference Base (12) como Cambisol ferrálico y se correlacionan con el Orden Inceptisol, Suborden Udept, Grupo Eutrudept en la clasificación de suelos Soil Taxonomy (13).

Son suelos medianamente profundos, de color pardo rojizo (5YR5/3–5/4) a rojo (2,5YR4/6–4/8), formados de roca caliza dura o semidura, arcillosos, con estructura en superficie, del tipo granular-nuciforme, pero que tienen una profundidad no mayor de 40–50 cm de profundidad. Tienen un pH alrededor de 7,0, a veces algo superior, con una adecuada retención de cationes y alto contenido en materia orgánica, donde el único factor limitante es la profundidad del suelo.

Suelos Eslitsoles

Este suelo no se encuentra en la versión actual de la clasificación de suelos de Cuba, fue separado en la primera versión, aplicada al mapa de suelos 1:250 000 bajo el asesoramiento de especialistas de la República

Popular China^B, clasificados como Gley Tropical suave y medianamente gleyzado, del cual no existe correlación con los otros sistemas de clasificación (12, 13).

Los Eslitoses son suelos que se forman en llanuras, son muy arcillosos, profundos, muy plásticos cuando están húmedos, y con estructura de agregados grandes principalmente estructuras prismáticas. En Cuba están muy difundidos en las partes bajas del relieve y sobre todo en las llanuras cuaternarias de textura arcillosa.

En ellos predomina la arcilla del tipo 2:1, dilatables, con alta retención de cationes. En el área de estudio se pudo apreciar que estos suelos, aparecen en las partes depresionales entre los suelos Pardos y Ferralíticos, principalmente desde Murgas hacia la Autopista y otro contorno al sureste en la parte pegada al macizo de suelos Ferralíticos.

Ellos están afectados por la gleyzación, pero es una gleyzación menos intensa que en el caso de los suelos Gley, ya que principalmente se manifiesta en manchas negras de composición de manganeso. Cuando comienzan los procesos de reducción el manganeso se reduce primero que el hierro, ya que necesita menos potencial redox para su movilización y concentración.

En el suelo Eslitisol, las manchas aparecen sobre los 40-50 cm o más profundo y por eso se clasifica como subtipo gléyico y no como Gleysol. Son suelos profundos, ricos en materia orgánica, aunque el pH es un poco más ácido, principalmente 5-6. La limitación fundamental en estos suelos para su productividad es el drenaje y que resultan muy arcillosos, por lo que cuando se secan mucho pueden ser muy compactos.

Suelos Pardos

Son suelos que se caracterizan por presentar un horizonte B sílico y al igual que los Ferralíticos son medianamente profundos, formados sobre caliza suave, que permite que a pesar de su mediana profundidad, las raíces de los cultivos no tengan una limitación para su desarrollo en profundidad. En el horizonte A son de color pardo (10YR4/3-5/3) a pardo oscuro (10YR3/3), arcillosos y muy plásticos. En superficie la estructura del suelo no es fina, más bien prismática, posiblemente por influencia del cultivo de la caña de azúcar anteriormente. Tienen un pH entre 6-7, buen contenido actual de materia orgánica, siendo los suelos que tienen mayor capacidad de intercambio de nutrientes. En cuanto a las clasificaciones del World Reference Base (12) y Soil Taxonomy (13) estos suelos se clasifican como Cambisol, Orden: Inceptisol, Suborden: Ustept, Grupo: Haplustept respectivamente.

El subtipo clasificado es el eslítico, que significa que son suelos muy arcillosos, con predominio de arcillas dilatables y con estructura prismática, compactos y duros cuando secos y muy plásticos cuando están húmedos, generalmente con poca porosidad (1).

Suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados

En la región de estudio son poco extensivos, con pequeñas áreas de Ferralíticos Rojos típicos hacia los exteriores de la región, hacia la Autopista y Ferralíticos Rojos húmicos e hidratados en pequeñas áreas altas. Por las condiciones climáticas de la región al continuar el proceso de lavado de las bases y la sílice en el tiempo y espacio (1), la reacción del suelo se vuelve más ácida, la cual influye sobre las estructuras de los minerales primarios y alteritas que quedan, donde se intensifica el proceso de intemperismo sobre la estructura de los aluminosilicatos secundarios del tipo 2:1, conllevando a la formación de minerales arcillosos del tipo 1:1 y liberando aluminio.

Estos suelos, con horizonte B ferralítico de color rojo (2,5YR4/6), que a la vez es argílico, se caracterizan por ser arcillosos profundos, bien drenados y con pH adecuado entre 6,0 y 7,0. En el pasado, un perfil estudiado bajo caña de azúcar, tenía un contenido en materia orgánica de 2,6 % en la profundidad de 0-20 cm, y ahora, en estas áreas bajo pasto presenta un contenido de 4,18 % de materia orgánica. Presentan un drenaje y una relación Ca/Mg adecuada, con una capacidad de retención de cationes entre 15 y 20 cmol kg⁻¹ de arcilla. Estos suelos son los de condiciones más óptimas de la región de estudio, pero son poco extensivos. Estos suelos se clasifican por la World Reference Base (12) y Soil Taxonomy (13) como Nitisoles y Alfisol o Ultisol, respectivamente.

Suelos Ferralíticos Amarillentos Lixiviados gléyico

Resultan suelos con horizonte B ferralítico, con color pardo amarillento (10YR5/4-5/8) a amarillo pardusco (10YR6/6-6/8), también profundos, pero menos arcillosos en superficie que los Ferralíticos Rojos Lixiviados y con pH alrededor de 6,0, a veces entre 5,5 y 6,0 evidenciándose estas características en el subtipo gléyico. Son suelos más arcillosos en la parte media del perfil, con gleyzación por debajo de 50 cm, por lo que no son tan bien drenados como los Ferralíticos y Ferralíticos, pero mejor drenados que los suelos Gley. Estos suelos se clasifican por la World Reference Base (12) y Soil Taxonomy (13) como Lixisoles y Aquic Kandiuustalf, respectivamente.

Bajo pastos tienen un contenido en materia orgánica mayor de 4,0 y relación Ca/Mg adecuada (entre 2 y 6). No son suelos extensivos y se presentan en un área intermedia entre la parte alta y baja.

FACTORES LIMITANTES

Cuando se habla de factores limitantes se refiere a factores y propiedades de los suelos que inciden en su productividad y en el rendimiento potencial del suelo para uno u otro cultivo. Es decir son aquellas propiedades y características del medio o entorno geográfico que en un momento determinado influyen negativamente en el desarrollo de los cultivos (1).

Por los resultados de este trabajo se evidencian que los factores limitantes que más inciden en la productividad son el drenaje, el pH y el contenido de materia orgánica; los cuales se analizan a continuación:

DRENAJE

Se le llama drenaje interno a la capacidad de permeabilizar las aguas excesivas. Cuando es muy baja la capacidad permeable, su movimiento descendente es muy lento o impedido, se dice que su drenaje interno es deficiente.

Los suelos arcillosos tienden a tener un drenaje más deficiente que los de textura limosa o arenosa. Además, si el tipo de mineral arcilloso es de las esmécticas, en suelos arcillosos en relieve llano, el drenaje no es el más adecuado; como ocurre con los Vertisoles, Eslitsoles y Gleysoles arcillosos. En Cuba, se ha podido determinar que alrededor del 40 % de sus suelos tienen algunos problemas de drenaje (16), esto es debido a que 4/5 partes del territorio cubano es de llanuras, la mayoría de las veces con suelos arcillosos. Como el muestreo fue realizado en época de sequía, en el mes de febrero, estos suelos mantienen una buena humedad, sobre todo por debajo de 30-50 cm de profundidad.

Por el mapa de suelos elaborado, para el área estudiada se muestra el comportamiento de los subtipos de suelos por el drenaje (Tabla II).

Según el Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos^D se representan las aéreas, según las clases de drenaje de la región (Figura 2).

Considerando la aptitud de las clases de drenaje de los suelos se pueden establecer recomendaciones para su uso en el cultivo de la moringa.

Los suelos de la Clase 0, muy escasamente drenados, no deben utilizarse en plantas medicinales como la moringa ni en otros tipos de cultivos que son susceptibles al exceso de humedad, ya que en época de lluvia, se establece un manto freático en toda esta área, que imposibilita el desarrollo de estos cultivos.

Los suelos de la Clase 1, escasamente drenados, presentan una humedad en la época de lluvia por encima de la capacidad de campo en la parte superior del perfil y en las depresiones deben tener una capa freática. Tampoco se recomienda para la moringa ni la agricultura, excepto en el caso de cultivos específicos.

Los suelos de la Clase 2, imperfectamente drenados, pueden tener un contenido alto de humedad en la época de lluvia, pero en la capa de 30-50 cm. No son aptos para su uso en cultivos de raíces que penetren por debajo de los 50 cm, como es el caso de los cítricos. Su utilización en la agricultura debe hacerse con cuidado, pudiendo hacerse ensayos previos de un año en hectáreas de referencia y monitoreo de la humedad del suelo cada mes, hasta la profundidad de un metro. Para el caso de la moringa no se recomienda su uso por ser un cultivo que no tolera suelos con drenaje deficiente (17).

Los suelos de la Clase 3, moderadamente drenados, pueden ser utilizados en el cultivo de la moringa y en la agricultura, teniendo en cuenta que en años de eventos atmosféricos (temporales de agua, ciclones) puede haber inundación en estas áreas, con afectaciones en los cultivos.

Los suelos de la Clase 4, bien drenados, no tienen limitaciones para su uso, pero hay que tener en cuenta la profundidad del suelo, pues pueden ser medianamente profundos con limitaciones debido a la presencia de una roca relativamente cerca de la superficie del suelo.

LA REACCIÓN DEL SUELO, VALORES DE pH

El valor del pH de los suelos es una característica muy importante, ya que de esta propiedad dependen una serie de funciones que tienen relación con los cultivos, como por ejemplo la asimilación de nutrientes por los cultivos, el desarrollo de la microflora y la generación de iones que pueden resultar tóxicos para las plantas, como el aluminio.

Tabla II. Clases de drenaje según los Subtipos de suelo.

Clases de drenajes	Subtipos de suelos	Área (ha)	Área (%)	
Clase 0	Muy escasamente drenado	Gley Nodular Ferruginoso fuertemente gleyzado	30,13	3,38
Clase 1	Escasamente drenado		201,63	22,63
Clase 2	Imperfectamente drenado	Gley Nodular Ferruginoso medianamente gleyzado	319,33	35,84
		Ferralíticos Amarillentos Lixiviados gléyicos Eslitisol gléyico		
Clase 3	Moderadamente drenado	Ferralíticos Rojos Lixiviados hidratado Pardos eslíticos.	89,47	10,04
Clase 4	Bien drenado	Fersialíticos Pardo Rojizos	250,35	28,10
		Ferralíticos Rojos Lixiviados húmico y típico		
Total			890,91	100

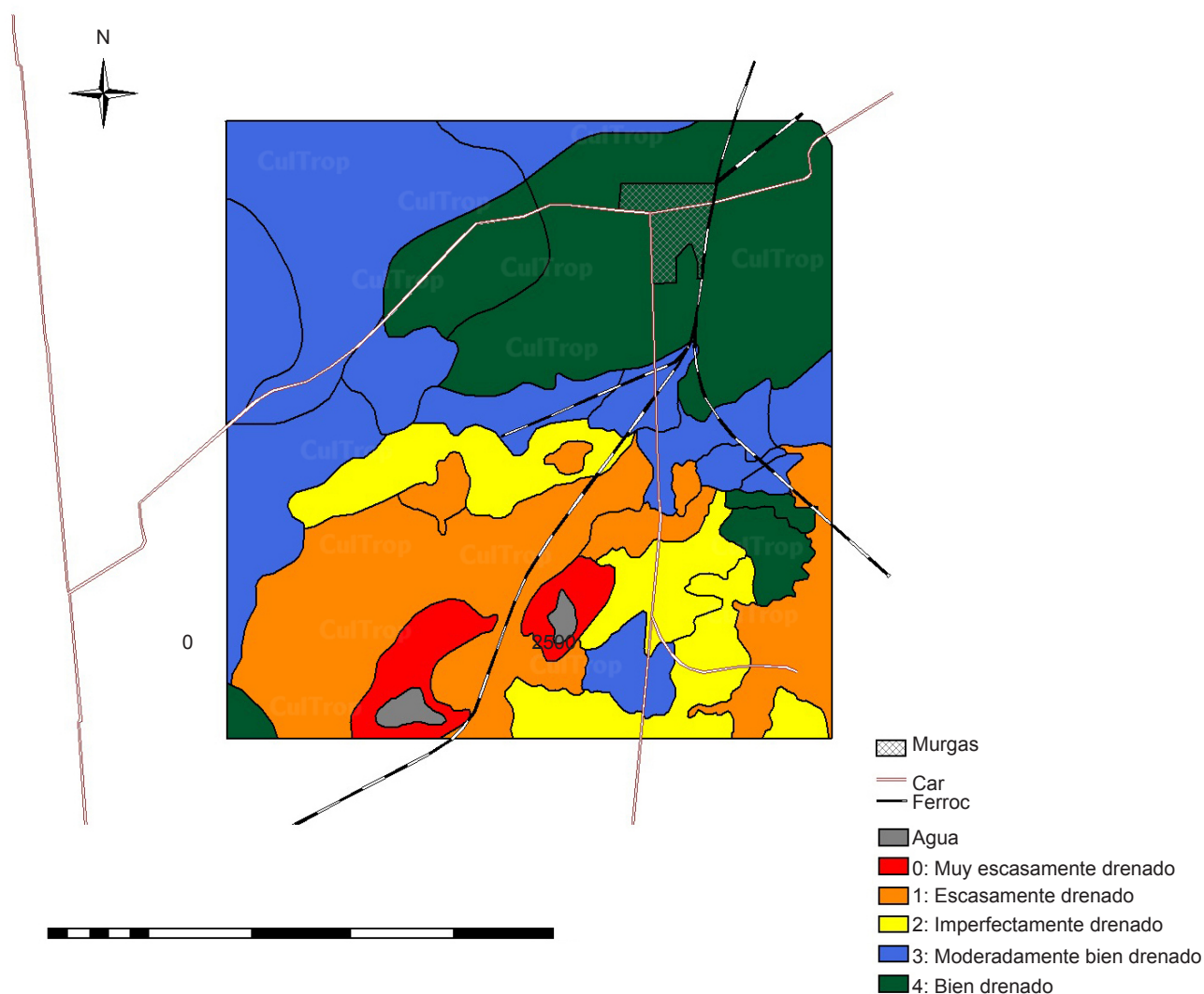


Figura 2. Mapa de las clases de drenajes.

El suelo que tiene un pH entre 6 y 7 resulta ideal, ya que en este intervalo de pH tiene lugar la asimilación de casi todos los nutrientes por las plantas y además ocurre la mayor actividad biológica.

También en valores de pH muy bajo está presente gran cantidad de aluminio cambiante, tóxico para los cultivos y en valores muy altos, predominando el catión sodio, que resulta dañino también.

Se elaboró el mapa de pH en agua del horizonte A aplicando los rangos de pH del Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos^D. Por este mapa se obtienen las áreas de suelos con diferentes valores de pH encontrados (Figura 3).

Por los resultados mostrados (Tabla III), se observa que en la región estudiada hay predominio ligero de los suelos con pH adecuado (entre 6,1 y 7,5), con 56,34 % del área. Por debajo de

6,0 se encuentran los suelos ácidos, con cuatro intensidades de acidez; ocupando la variante de pH muy ácido casi con un 20 % del territorio, lo que es algo preocupante para el desarrollo adecuado de los cultivos en este caso.

En relación con los valores de pH y los diferentes suelos, se tiene que los suelos Ferralíticos Rojos, Pardos y Fersialíticos tienen un pH adecuado, de neutro a ligeramente ácido, los Eslitsoles, ligeramente ácido, los Ferralíticos Amarillentos y Gley medianamente gleyzado medianamente ácido mientras que los Gley fuertemente gleyzados presentan valores de pH ácido y muy ácido.

Es decir, en las partes altas del relieve, donde predominan los suelos bien drenados se presenta un pH adecuado, mientras que en las partes bajas, a medida que aumenta la intensidad de la gleyzación, el pH es ácido.

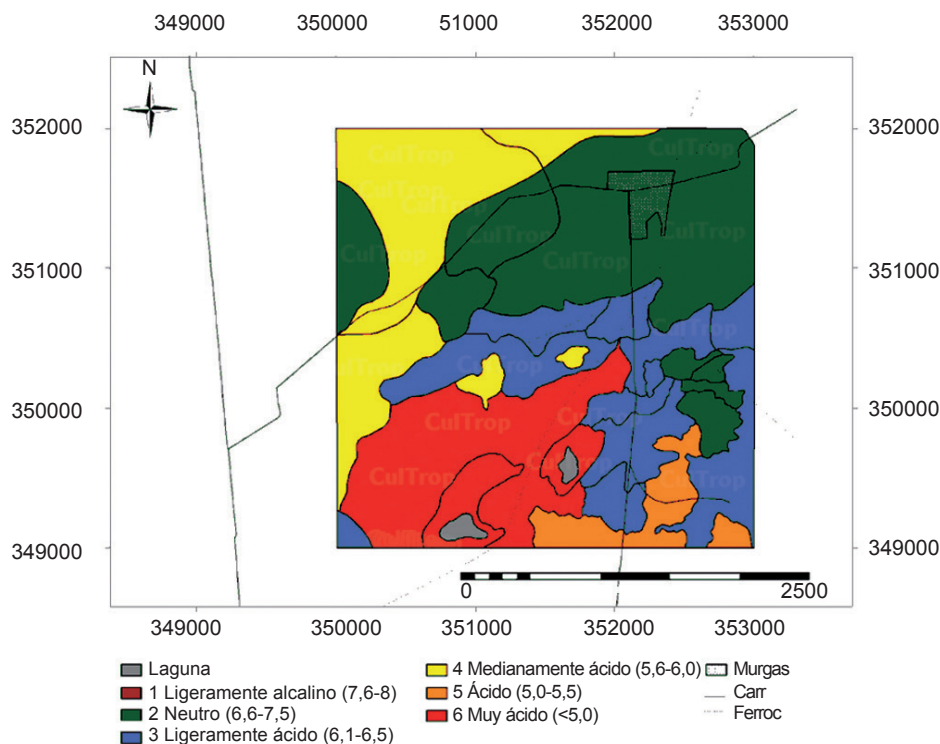


Figura 3. Mapa temático de pH.

Tabla III. Valores de pH en el área de estudio.

	Valores de pH en agua	Denominación	Área (ha)	Área (%)
1	> 8,5	Alcalino	0	0
2	8,1 – 8,5	Medianamente alcalino	0	0
3	7,6 – 8,0	Ligeramente alcalino	0	0
4	6,6 – 7,5	Neutro	303,27	34,04
5	6,1 – 6,5	Ligeramente ácido	198,66	22,30
6	5,6 – 6,0	Medianamente ácido	171,74	19,27
7	5,0 – 5,5	Ácido	43,9	4,93
8	< 5,0	Muy ácido	173,34	19,46
Total			890,91	100,0

Esto está relacionado con el proceso de gleyzación en un medio ferralítico (que es la composición química mineralógica de los sedimentos que forman la capa arcillosa subyacente de los suelos Gley Nodular Ferruginoso), ya que el hierro cuando se reduce tiende a crear acidez y también se libera aluminio, el cual en un medio rico en humedad tiende a crear acidez, dando lugar a lo que se conoce como proceso de alitización, muy representado en regiones tropicales húmedas.

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (MOS)

El contenido de materia orgánica depende de la vegetación, la biología y el clima. Ella se acumula en los suelos por los residuos vegetales, los cuales se descomponen por la actividad biológica. Así en dependencia del tipo de vegetación y de la intensidad de la actividad de macroorganismos y microorganismos, será el contenido en materia orgánica descompuesta; aunque en medios anaeróbicos la actividad biológica se

inhibe y por esto la materia orgánica no se descompone y se acumula en forma bruta, dando lugar a los histosoles.

En cuanto al clima se refiere, en los climas tropicales húmedos y subhúmedos la descomposición de los residuos vegetales es más intensa que en climas templados y fríos.

El contenido en materia orgánica del suelo es importante no solo por la fertilidad sino además que de esto dependen otras propiedades como la densidad aparente, la porosidad total y aeración, la capacidad del suelo para retener cationes, humedad, coeficiente de dispersión de las partículas, actividad biológica, contenido en nutrientes sobre todo en nitrógeno, etc.

Una de las principales características de la calidad del suelo es la estructura y de ella depende el contenido en materia orgánica (18).

La materia orgánica también tiene una función protectora al fijar los contaminantes ya sean orgánicos como los pesticidas o minerales como los metales pesados.

El contenido en materia orgánica y, por tanto, del carbono del suelo depende no solamente de las condiciones naturales en que se forma sino además del manejo a que ha estado sometido (8).

En regiones tropicales, por el cultivo, los suelos pierden rápidamente el contenido de materia orgánica (5, 19) y en un período de 20-30 años puede reducirse de 5-6 % bajo vegetación de bosques a 1-2 % bajo cultivo intensivo. En la región de estudio, los resultados del muestro agroquímico muestran el contenido de materia orgánica en los suelos (Tabla IV), así como la representación de las áreas por contenidos de materia según el Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos^D (Figura 4).

En la región de estudio, bajo un clima tropical subhúmedo, la acumulación de materia orgánica en los suelos estará en dependencia del aporte de residuos vegetales al suelo. Hasta hace 10-15 años los suelos estudiados estuvieron bajo la actividad de una agricultura cañera intensiva, con mecanización, riego y aplicación de fertilizantes; el aporte de estos restos orgánicos eran muy bajos, disminuyendo el contenido de carbono de estos suelos (19, 20).

Estudios realizados anteriormente evidenciaron que el contenido en materia orgánica de los suelos Gleysols era de 2,0-2,5 %, mientras que en los Fersialíticos y Ferralíticos estaba entre 2,5-3,0 %; demostrando que los contenidos de materia orgánica de los suelos bajo caña de azúcar no sobrepasaban el 3 % (14), pero con el cambio de uso de las tierras a pastizales, este porcentaje se ha incrementado, lo que indica el mejoramiento de las propiedades de los suelos (21, 22, 23, 24, 25).

Tabla IV. Contenido de MOS por área.

Rango	MOS (%)	Categoría	Área (ha)	Área (%)
1	> 5,0	Extremadamente alto	47,17	5,29
2	4,5 - 5	Muy alto	466,9	52,41
3	4,0 - 4,4	Alto	176,15	19,77
4	3,0 - 3,9	Medio	200,69	22,53
5	2,0 - 2,9	Bajo	0	0
Total			890,91	100

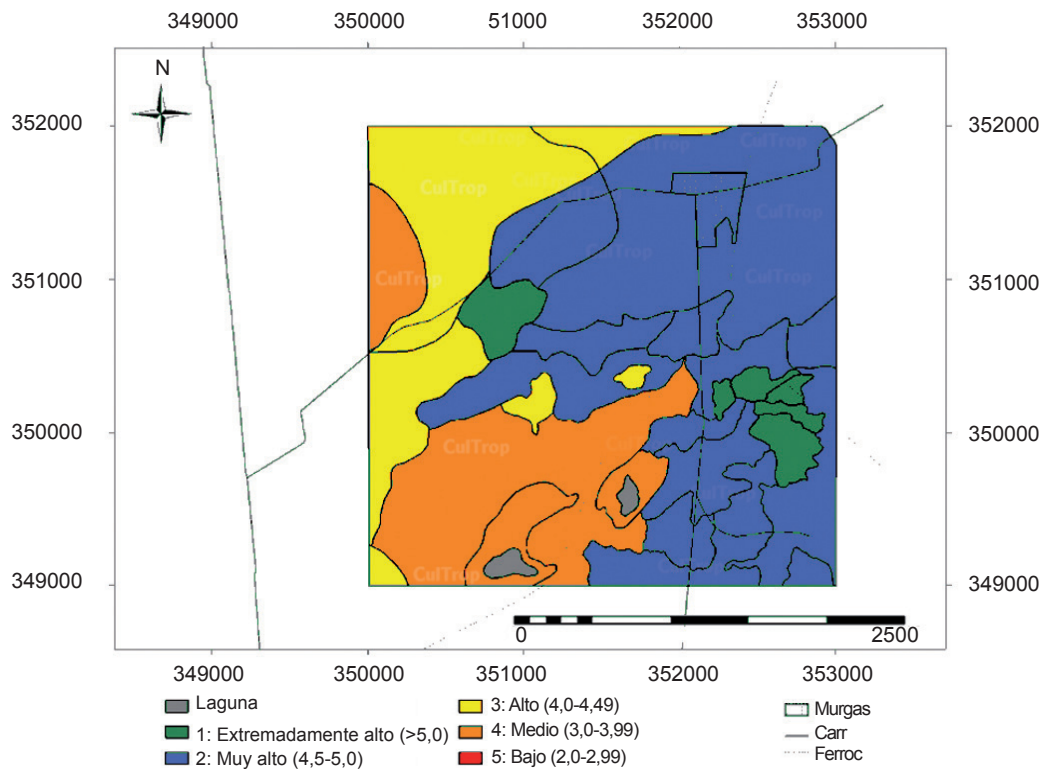


Figura 4. Mapa Temático del contenido de MOS.

De todas las muestras analizadas el contenido promedio de materia orgánica en 34 muestreos agroquímicos que se hicieron fue de 4,40 %.

Con el establecimiento de los pastos, durante casi 10 años, los suelos de la región aumentaron el contenido de materia orgánica, lo que se manifiesta en el color actual de los suelos y en la estructura, que en muchos casos resultó granular y nuciforme.

CONCLUSIONES

- ◆ En la región de Murgas estudiada, se presenta una variación de suelos, con seis tipos diferentes.
- ◆ Las limitaciones principales de los suelos para la moringa están dadas, en primer lugar por el drenaje, el cual resulta insuficiente en las partes bajas del relieve hacia la depresión de Murgas. Sin embargo por las clases de drenaje establecidas, puede haber diferenciación en el uso agrícola.
- ◆ Además del drenaje existe una alta acidez en las áreas mal drenadas, con pH por debajo de 5,0-5,5 y tenores altos en aluminio cambiabile, lo cual puede ser perjudicial para el desarrollo de este tipo de cultivo.
- ◆ En las partes altas donde predominan los suelos Fersialíticos, la limitación para la moringa está dada por la profundidad, ya que son suelos medianamente profundos, lo cual afecta el funcionamiento de su sistema radical.
- ◆ Los contenidos en materia orgánica de los suelos, no representan en estos momentos una limitación seria, sin embargo hay que monitorear la evolución de la materia orgánica cuando se cultivan estos suelos pues puede disminuir si no se manejan bien.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Morales, M.; Bojórquez, I.; García, Norma, E. y García, J. Fundamentos sobre la formación del suelo, cambios globales y su manejo. Editorial Universidad de Nayarit., 2006. 255 pp. ISBN: 968833072-8.
2. López, D.; Morell, F.; Balmaseda, C y Hernández, A. La Rosita. I. Características y distribución de los suelos. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 1, pp. 41-47. ISSN: 1819-4087.
3. Hernández, A.; Vera, L.; Naveda, C. A.; Véliz, F. W. /et al./ Tipos de suelos y sus características de las partes medias y bajas de la microcuena Membrillo, Manabí, Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA*, vol. 3, no. E., noviembre 2012, pp. 87-97. ISSN: 1390-8103.
4. Morales, M.; Vantour, A. y Hernández, A. Contenidos y formas del nitrógeno, fósforo y potasio de los suelos cafetaleros de Nipe-Sagua-Baracoa. *Revista Café y Cacao*, 2006, vol. 7, no. 1, pp. 3-10. ISSN: 168-7685.
5. Morell, F. y Hernández, A. Degradación de las propiedades agrobiológicas de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados por la influencia antrópica y su respuesta agroproductiva al mejoramiento. *Agronomía Tropical*, 2008, vol. 58, no. 4, pp. 335-343. ISSN: 0002-192X.
6. Garcés, N.; Hernández, A.; Caro, I. y Arteaga, Mayra. El humus de suelos cubanos en ecosistemas tropicales conservados y la energía. *TERRA*. 2009, vol. 27, no. 2, pp. 85-96. ISSN: 2395-8030.
7. Hernández, A., Marentes, F.; Vargas, D.; Ríos, H. y Padrón, F. Características de los suelos y sus reservas de carbono en la finca La Colmena, de la Universidad de Cienfuegos, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2008, vol. 29, no. 2, pp 27-34. ISSN: 1819-4087.
8. Hernández, A.; Morales, M.; Cabrera, A.; Ascanio, M. O.; Borges, Y.; Vargas, D. y Bernal, A. Degradación de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados y sus indicadores de la llanura roja de la Habana. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 3, pp. 45-51. ISSN: 1819-4087.
9. Hernández, A. y Moreno, I. Características y clasificación de los suelos cultivados de arroz en La Palma, Pinar del Río. INCA, La Habana. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 2, pp. 37-47. ISSN: 1819-4087.
10. Hernández, A.; Borges, Y.; Marentes, F.; Martínez, M.; y Rodríguez, J. Presencia de propiedades vérticas en suelos Fersialíticos de la antigua provincia Habana. *Cultivos Tropicales*, 2011, vol. 32, no. 1, pp. 5-10. ISSN: 1819-4087.
11. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y Rivero, L. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGRINFOR, 1999. 64 pp. ISBN: 959-246-022-1.
12. IUSS Working Group WRB, 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos 103. FAO, ISRIC, 1999. 117 pp.
13. Soil Survey Staff: Claves para la Taxonomía de Suelos. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Undécima Edición. Versión en español. 2010. 365 pp.
14. Hernández, A.; Obregón, A. y Vantour, A. Seudopodzolización y suelos Seudopodzolicos en Cuba. Reporte de Investigación. Instituto de Suelos, Academia de Ciencias de Cuba. 1986, 5 pp.
15. FAO. Guía para la descripción de suelos. 4ta edición en español. Jefe del Servicio de Publicaciones. División de Información. FAO. 2009. 99 pp.
16. Hernández, A.; Agafonov, O.; Bouza, H. y Salazar, A. Características de los suelos con drenaje deficiente en Cuba. Inst. Hidroeconomía de Cuba. *Revista Voluntad Hidráulica*, 1982, vol. 59, pp. 41-45. ISSN: 0505-9461.
17. Asociación Cubana de Producción Animal. Cunicultura en condiciones tropicales. La Habana. Editorial Asociación Cubana de Producción Animal, 2013. 190 pp. ISBN: 978-959-307-065-2.
18. Hernández, A.; Bojórquez, J. I.; Morell, F.; Cabrera, A.; Ascanio, M. O.; García, J. D.; Madueño, A. y Nájera, O. Fundamentos de la estructura de suelos tropicales. Primera Edición. Universidad autónoma de Nayarit, México e Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Cuba. 2010. 80 pp. ISBN: 978-607-7868-27-9.

19. Murray Núñez, R. M.; Bojórquez-Serrano, J. I.; Hernández Jiménez, A.; García Paredes, J. D.; Madueño Molina, A.; Bugarín Montoya, R. y Orozco Benítez, M. G. Pérdidas de carbono en suelos de la llanura costera de Nayarit, México. Universidad Autónoma de Nayarit, México. *Revista Biociencias*, 2012, vol. 1, no. 4, pp. 38-46. ISSN: 2007-3380.
20. Hernández, A.; Tatevosian, G. y Agafonov, O. Características genéticas de los suelos Pardos Sialíticos de Cuba. *Revista de Agricultura*, 1976, vol. 9, no. 1, pp. 50-64. ISSN: 0122-8420.
21. Machado, Jorge Luiz; Tormena, Cássio Antonio; Fidalski, Jonez y Scapim, Carlos Alberto. Inter-relationships between physical properties and the coefficients of soil water retention curve in an oxisol under different soil use. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [en línea]. 2008, vol. 32, n. 2, pp. 495-502. ISSN: 0100-0683. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200004>>.
22. Nunes Carvalho, João Luis; Cesar Avanzi, Junior; Naves Silva, Marx Leandro; Rogério de Mello, Carlos y Pellegrino Cerri, Carlos Eduardo. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 2010, vol. 34, no. 2 pp. 277-290. ISSN: 0100-0683.
23. Costa, André da; Albuquerque, Jackson Adriano; Mafra, Álvaro Luiz y da. Silva Rodrigues, Franciani. Soil physical properties in crop-livestock management systems. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. [en línea]. 2009, vol. 33, no. 2, pp. 235-244. ISSN: 0100-0683.
24. Lok, Sandra; Crespo, G.; Torres, Verena; Ruiz, T.; Fraga, S. y Noda, Aida. Determinación y selección de indicadores en un pastizal basado en la mezcla múltiple de leguminosas rastreras con vacunos en ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 2011, tomo 45, no. 1, pp. 59-71. ISSN: 2079-3472.
25. Lok, Sandra y Fraga, S. Comportamiento de indicadores del suelo y del pastizal en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*/*Cynodon nlemfuensis* con ganado vacuno en desarrollo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 2011, tomo 45, no. 2, pp. 195-202. ISSN: 2079-3472.

Recibido: 20 de enero de 2014

Aceptado: 5 de junio de 2014

¿Cómo citar?

Bernal, Andy; Hernández, Alberto; Mesa, Michel; Rodríguez, Osmel; González, Pedro J. y Reyes, Reynerio. Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de Murgas, provincia La Habana. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 2, pp. 30-40. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.