

Geomorfología, propiedades físicas y principales componentes de la fertilidad del suelo en un bosque semideciduo mesófilo natural y en zonas de colecciones de plantas del Jardín Botánico de Cienfuegos

Geomorfology, properties physics and compound means of the fertility of soil in a semidesic forest and collection areas of plant of the Botanical Garden Cienfuegos

Lázaro J. Ojeda Quintana (1), Alicia D. Oropesa (2), Idelfonso Castañeda (3), Harlem Eupierre (4) y Víctor Chirino (5).

(1) Jardín Botánico de Cienfuegos, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Pepito Tey, Cienfuegos.

(2) Medio Ambiente, GEOCUBA Cienfuegos,

(3) Centro de Estudio Jardín Botánico de Villa Clara.

(4) Servicio Estatal Municipal. Cienfuegos.

(5) Agencia AMIGA, GEOCUBA, Villa Clara.

E-mail: lazaro@jbc.perla.inf.cu

RESUMEN. Se presentan las características geomorfológicas del suelo en el área de Bosque Natural *semideciduo mesófilo* del Jardín Botánico de Cienfuegos. Se comparan los principales componentes de la fertilidad y las propiedades físicas del suelo en el bosque natural y en áreas bajo manejo de colecciones de plantas para evaluar el comportamiento de los mismos bajo estas condiciones. Resultó evidente un mejor contenido de fósforo y potasio asimilables y de materia orgánica en la zona del monte natural, que supera al de las áreas bajo manejo de colecciones de plantas. En cuanto a las condiciones físicas del suelo ambas variantes presentan una alta porosidad y se ubican como suelos muy plásticos. La cantidad de arena gruesa es mayor en el suelo del monte natural, de igual forma es menor el contenido de limo, lo que unido al componente arcilloso del mismo, indican una mejor productividad del suelo para estas condiciones.

Palabras clave: Ecología, componentes de la fertilidad, propiedades físicas, geomorfología, monte natural, ecosistemas y Jardín botánico.

ABSTRACT. The geomorphological characteristics of the soil in a natural semideciduo mesofilo forest of the Cienfuegos Botanical Garden are presented. The main components of the fertility and physical features of the soil in this forest are compared under conditions of collection management to evaluate its behavior under these conditions. It was evident even better contents of phosphorus, potassium and organic materials in the natural forest, surpassing the low management areas. Regarding the physical conditions, the soil in both variants, has a high porosity level and are arranged in the category of plastic soils. The amount of thick sand is greater in the soil of the natural forest and thus the content of limo that, with the dusty component, indicate a better productivity of the soil for these conditions.

Key words: Ecology, fertility components, physical properties, geomorphology, natural forest, ecosystem and Botanical garden.

INTRODUCCIÓN

En 1998 se celebró en Cuba el II Congreso Forestal y se aprobó además por la Asamblea Nacional del Poder Popular la Ley Forestal, que precisamente contempla dentro de sus objetivos, descritos en el artículo 1, el inciso d) Conservar los recursos de la diversidad biológica asociados a ecosistemas forestales.

Sobre la base de un conjunto de elementos de orden físico, biológico, ecológico, social y económico, dicha ley describe en su capítulo IV la clasificación de los bosques, correspondiéndole al inciso c) los bosques de conservación, donde se ubican aquellos que por sus características sirven fundamentalmente para conservar y proteger los recursos naturales y los destinados a la investigación científica, el ornato y la acción protectora del medio ambiente. Dentro

de la propia ley en el capítulo V se sitúa el artículo 22 que plantea que estos bosques de conservación se categorizan en: Bosques de manejo especial, Bosques para la protección y conservación de la fauna, Bosques recreativos y Bosques Educativos y Científicos, localizados estos últimos, según el artículo 23, en los Jardines Botánicos y Arboretos, cuya función principal es educativa y científica, y donde se inserta el Bosque Natural del Jardín Botánico de Cienfuegos, sumándose a las 38 945,6 ha de bosques naturales con que contaba la provincia de Cienfuegos al cierre de 1998, que representan el 75 % del patrimonio forestal de la provincia. (Servicio Estatal Forestal, MINAGRI, Cienfuegos, 1999)

El nombre original del bosque natural del Jardín Botánico de Cienfuegos es “Seboruco”, nombre de procedencia aborigen, que lo adquirió presumiblemente por el abundante afloramiento rocoso (lapiez) que aparece en la zona. En la actualidad se conoce como Bosque Natural o Reserva Natural y data desde 1933, año en que se destinaron alrededor de 7 ha de terreno para su creación. Este fragmento boscoso no ha tenido la misma extensión desde hace por lo menos 50 años, cuando sólo existía una porción de monte nativo que abarcaba aproximadamente la mitad de la extensión actual. Contiguo a este bosque, en lo que antiguamente se conocía como “Arizona”, existe en la actualidad un bosque secundario espontáneo que se extiende hasta el lindero oeste del jardín. (Eupierre, 2002)

El área de vegetación natural del Jardín Botánico de Cienfuegos corresponde a un tipo de bosque semidecíduo mesófilo. La ubicación de esta comunidad vegetal entre un área de desarrollo cañero y el propio Jardín Botánico, así como su proximidad al asentamiento popular Pepito Tey, ha dado lugar a diferentes manifestaciones antrópicas en esta formación vegetal; sin embargo, se pueden apreciar en la actualidad rasgos originales de la flora y fisonomía que lo caracterizan. (Castañeda, 2002)

La lista de especies de plantas vasculares presentes en el bosque natural asciende a 188 taxa infragénicos, agrupados en 156 géneros y 65 familias botánicas. Las familias mejor representadas son:

Euphorbiaceae, con 9 especies; Rubiaceae, Fabaceae y Malvaceae, con 7 especies cada una; Poaceae con 6 especies y Boraginaceae, Amaranthaceae, Bromeliaceae y Sapindaceae con 5 especies. Estas cifras no incluyen 48 taxa infraespecíficos de diferentes géneros y familias que han sido introducidos intencionalmente, con el propósito de investigaciones de plantas económicas y ornamentales leñosas, así como otros elementos que se han establecido en el lugar, a partir de diásporas provenientes del Jardín Botánico de Cienfuegos. El endemismo es bajo, aspecto este que caracteriza a los bosques semidecíduos. Del total de especies solo 9 son endémicas (5,3 %) con amplia distribución en nuestro país. (Castañeda, 2002)

Un importante precedente de trabajos de investigación realizados en el área del bosque fue el artículo presentado por Earl E. Smith a finales de 1950: “*The Vegetation of the Seboruco, Atkins Garden and Research Laboratory Central Soledad. Cuba*”. Fue la primera investigación realizada en el bosque natural del Jardín Botánico de Cienfuegos y consistió básicamente en una caracterización de la vegetación existente, colecta de material para herbario y la medición de ejemplares de porte arbóreo. (Eupierre, 2002)

Por tal motivo, como parte del proceso de estudio y caracterización de la flora y vegetación presentes en el bosque natural realizado entre los años 2000 y 2002, se desarrolló el presente estudio de geomorfología, propiedades físicas y componentes de la fertilidad del suelo para evaluar este ecosistema natural y comparar su estado con las áreas bajo manejo de colecciones de plantas en el propio Jardín Botánico de Cienfuegos, teniendo en cuenta la importancia que reviste la relación suelo-planta para el buen desarrollo de las diferentes especies que cohabitan en el ecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta que las diferentes áreas de Colecciones de plantas vivas del Jardín Botánico de Cienfuegos se han mantenido por un período de alrededor de 100 años y que conjuntamente con el Bosque natural constituyen un ecosistema singular, se consideró pertinente evaluar en un diseño de bloques al azar los tratamientos

siguientes:

1. Zona de bosque natural.
2. Zona bajo manejo de colecciones. (Frutales, Ficus y Bauhinia FFB)
3. Zona bajo manejo de colecciones. (Rocalla R)
4. Zona bajo manejo de colecciones. (Palmetum P)
5. Zona bajo manejo de colecciones. (Fiesta FI)
6. Zona bajo manejo de colecciones. (Molino M)

Cada tratamiento fue replicado 10 veces. Para ello se tomaron muestras compuestas al azar en diferentes sitios, incluyendo hasta cinco submuestras por puntos, lo que representa 50 puntos por cada tratamiento. La zona muestreada en todos los casos se correspondió con el horizonte "A" del suelo, con un espesor aproximado entre 20cm-25 cm.

En el bosque natural y en las áreas de manejo de colecciones fue tomado el suelo bajo el estrato arbustivo y entre especies herbáceas. Se realizaron los análisis de suelo siguientes: pH en KCl. (Método Potenciométrico, Relación 1:2,5; según la NRAG-837(1987), Ca. y Mg; según la NRAG-837(1987), P, O. Método de Machiguin, Relación suelo-solución 1:25; según la NRAG-837 (1987), K, O. Método de Machiguin, Relación suelo-solución 1:25; según la NRAG-837 (1987) y Materia Orgánica: Método colorimétrico, según la NRAG-837 (1987). Las propiedades físicas del suelo se evaluaron en las condiciones siguientes:

1. Suelo del bosque natural. (F 1).
2. Suelo en área de colecciones. (F2).

Se midieron la Densidad y Humedad del suelo en las profundidades: 0-15 y 15-30 por el Método del Cilindro, Densidad aparente (DA), Peso específico (PE), Porosidad total: $1 - (DA / P \text{ esp.}) \times 100$ y Composición granulométrica (% arena, limo y arcilla). La porosidad total se clasificó en los rangos siguientes, según Cairo (1995): Muy alta: mayor de 65 %, Alta: entre 55-65 %, Mediana: entre 45 -55 %, Baja: entre 40-45 % y Muy baja: menor de 40 %

Los resultados de las variantes evaluadas fueron analizados por ANOVA y cuando F resultó significativamente diferente las medias se compararon

según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan (1955).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características geológicas

El Jardín Botánico de Cienfuegos, en su conjunto, se encuentra situado en una zona donde predomina la presencia de rocas carbonatadas, representadas por calizas, margas de color cremoso-amarillento y color gris claro. Además, existen tobas, correspondientes a la formación Cantabria, de edad Cretácica Superior Maestrichtiano, en la cual los espesores varían desde 10 m hasta 800 m de profundidad. Las transiciones entre las diferentes variedades litológicas son paulatinas. La formación Cantabria, se cubre concordantemente con la formación Vaquería.

Estos tipos de rocas se encuentran presentes de manera evidente en el área del bosque natural, donde se observan además manifestaciones cársicas notables, del tipo diente de perro, llegando a alcanzar una altura de hasta 3 m y las grietas una profundidad de hasta 1 m. Estas manifestaciones cársicas poseen una disposición vertical y una orientación NW-SE y las mismas están relacionadas en su origen y evolución paleogeográfica con la numerosa subsistencia de ambientes marinos y terrestres del periodo Cretácico en ProtoCuba, la cual trajo como consecuencia la diversificación del paisaje geográfico y una mayor variedad de formas de vida.

Durante esta etapa, se notaron de manera preponderante los desplazamientos horizontales de mantos tectónicos de diversas dimensiones que dieron lugar a complicadas deformaciones de las rocas que se plegaron y fracturaron en dependencia de sus propiedades y de las características del medio físico en el subsuelo. Ello explica la aparición de variadas figuras geométricas ocasionadas por aquellos movimientos.

Características del relieve

El bosque natural a que hacemos referencia se encuentra físicamente situado en la región natural "Llanura de Manacas-Cienfuegos". Coincide en esta área, la existencia de cuencas superpuestas y la

presencia de una falla supuesta concordante e intrusiva, sobre sedimentos carbonatados-terígenos y ella alcanza los límites con la unidad tectónica regional de los Macizos de la Asociación Ofiolítica, intensamente triturados, y también en parte con el Arco Volcánico Cretácico (Iturralde, 1988). Se observa, además, la presencia de alturas con predominio de ascensos geotectónicos moderados, horst y bloques asociados a ascensos. En esta zona, desde el punto de vista geomorfológico, a la llanura acumulativa se le une la llanura de tipo erosivo-denudativa ligeramente ondulada y ondulada, con altitudes entre 50 m y 75 m, constituida por estratos sedimentarios predominantemente carbonatados entre calizas y rocas volcánicas.

En estos procesos exógenos recientes es notable la presencia de procesos erosivo-denudativos con manifestaciones cársicas abundantes, de fuerte y moderada intensidad, con carso de alturas y fallas, donde se aprecia la presencia de *manifestaciones cársicas sobre roca caliza*, muy típico en el centro y la extrema izquierda del monte natural.

Toda el área observada posee un paisaje correspondiente a una llanura acumulativa y erosivo-denudativa ondulada, alta, formada por rocas carbonatadas y terrígeno-carbonatadas, con fuerte desarrollo de diente de perro. Está cubierta de vegetación natural y secundaria. Además se observa vegetación en galerías de los cauces fluviales y la existencia de variadas especies tanto florísticas como de la fauna.

Principales componentes de la fertilidad del suelo

En la tabla 1 se ilustra el contenido de fósforo y potasio asimilable, materia orgánica y el pH. Se aprecia cómo en los casos del fósforo y el potasio

los mayores valores se encuentran en el bosque natural, a diferencia del resto de los tratamientos.

El pH alcanza su valor más elevado (6,34) en el bosque natural (tratamiento # 1), seguido, sin diferencias estadísticas entre sí para $p < 0,05$ %, por 5,57; 5,71; 5,86; 5,83 y 5,84, valores correspondientes a los tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6; todos en zonas bajo manejo de colecciones botánicas.

Estos resultados coinciden con lo planteado por Young (1989), quien indica que en aquellos aquellos ecosistemas donde existen presentes árboles la materia orgánica del suelo se mantiene en niveles satisfactorios para su fertilidad, de igual forma se favorece la nutrición con el reciclaje de las bases en los residuos de los árboles, lo que permite una reducción de la acidez del suelo. Es de presuponer que con el pH del bosque (6,34), cercano a la neutralidad, estén presentes en el mismo especies de plantas del tipo “neutrófilas”, que son las que se desarrollan en suelos neutros o cercano a ello, las que son además más exigentes a los nutrientes.

Al comparar el contenido de materia orgánica, podemos encontrar que en los tratamientos correspondientes a zonas bajo manejo de colecciones FFB, R, P y M, la misma alcanza 3,02, 3,42; 3,57 y 3,98 %, respectivamente, mientras que en la variante F1 el contenido es de 4,55 %, no muestra diferencias estadísticas con el bosque natural, el cual con un 5,05 % alcanza el mayor valor absoluto. En todas las variantes se tuvo en cuenta el nivel de significación estadística para $p < 0,05$ %.

El contenido de materia orgánica puede influir proporcionalmente en las propiedades físicas y químicas de los suelos, de acuerdo a las pequeñas cantidades que se encuentran presentes en los mismos (se considera que hay de 3 % a 5 % del

peso en la capa superficial de un suelo típico). Se estima que por lo menos la mitad de la capacidad de intercambio catiónico de los suelos es responsable de la estabilidad de sus agregados, además provee de constituyentes energéticos y somáticos a los microorganismos que habitan el suelo.

Tabla 1 Componentes de la fertilidad del suelo en las condiciones evaluadas

Tratamientos	P ₂ O ₅ (mg/100 g)	K ₂ O (mg/100 g)	pH	M.O. (%)
Monte Natural	10,0 a	17,92 a	6,34 a	5,05 a
FFB	4,85 b	10,18 b	5,57 b	3,02 c
R	5,23 b	10,13 b	5,71 b	3,42 c
P	5,68 b	9,97 bc	5,86 b	3,57 c
F1	5,63 b	10,64 b	5,83 b	4,55 b
M	5,12 b	10,53 b	5,84 b	3,98 c
ES ±	0,6493 **	0,5548**	0,6789**	0,5678**

Es evidente que en las zonas de manejo de colecciones la existencia de una cobertura del suelo y la incorporación sistemática de material vegetal permite un reciclaje de nutrientes de manera estable, lo que puede indicar un mejoramiento continuo de sus componentes de fertilidad.

Lo expuesto anteriormente coincide con Menéndez (1988), cuando expone que bajo condiciones naturales las partes aéreas y las raíces de los árboles, arbustos, hierbas y otras plantas, proveen anualmente al suelo de grandes cantidades de residuos orgánicos. Como estos materiales son descompuestos, digeridos por distintas clases de organismos del suelo, llegan a constituir una parte de los horizontes subyacentes por infiltración o incorporación física. De igual forma, los animales se consideran fuentes secundarias de materia orgánica, al atacar los tejidos vegetales originarios, contribuyendo al gasto de productos y dejar sus propios cuerpos en el suelo cuando sus ciclos vitales han sido consumados.

De los elementos minerales el nitrógeno es el que comúnmente limita el crecimiento de las plantas; sin embargo, este puede ser obtenido por medio de procesos naturales, ya sea por fijación o mediante el reciclaje. En este sentido, las leguminosas (que en el bosque natural superan el 25 % de su composición florística), tienen la ventaja de fijar el nitrógeno atmosférico a través de mecanismos naturales de simbiosis, ello reviste gran importancia, si se tiene en cuenta que el 93 % de los suelos de América son deficientes en nitrógeno, y en el caso particular de Cuba, se plantea que el 60,8 % son muy poco productivos. (Febles *et al.*, 1995)

El contenido de nutrientes presente en la hojarasca del monte natural muestra 1,26 % de nitrógeno, 0,12 % de fósforo, 0,48 % de potasio y un 83,3 % de materia orgánica, lo que permite un reciclaje de N, P y K de 12,6; 2,74 y 5,8 kg/t/ha/año y una incorporación de 833 kg/t/ha/año directa de materia orgánica al suelo, lo que favorece los componentes de la fertilidad del suelo a partir del reciclaje de los mismos.

Febles (1996), señalaba que en ecosistemas naturales dentro de los mecanismos de acción biológica de los árboles y arbustos en el sistema agroforestal

estaba el incremento de la producción de materia orgánica a través de la fotosíntesis, la incorporación de nitrógeno (leguminosas) y el reciclaje de nutrientes. Por ejemplo, algunos árboles han podido reciclar a través de la hojarasca 185,6; 12,2 y 64,1 kg/ha/año de N, P y K, respectivamente.

El conocimiento cuantitativo de la dinámica de la hojarasca es un aspecto de suma importancia para la ecología de los bosques, ya que brinda una idea sobre la producción de biomasa, ofrece la información de la fenología de los árboles, relaciona la cantidad de hojarasca que se acumula en el piso del bosque, da un índice de la velocidad de descomposición (Olson, 1963) y del tiempo necesario para que esta ocurra (Bray y Gorham, 1964); Hopkins, 1966), todos citados por Menéndez (1988). Algunos autores indican la participación exagerada de unas pocas especies de plantas en el aporte de la hojarasca, atribuyendo el aumento de la biomasa de éstas en algunos bosques tropicales a la defoliación masiva de una o algunas especies arbóreas. En nuestras condiciones se hizo una evolución de la hojarasca total, sin particularizar en las especies que componen la misma.

Resultan muy interesantes los datos referidos al componente de la fertilidad en las deposiciones de sedimentos dentro del diente de perro y en el mantillo, que nos indican altos niveles de fósforo y potasio asimilable (24,6 y 32.15 meq/100 g respectivamente) y un 6.1 % de materia orgánica, aspecto importantes a tener en cuenta dentro del propio ecosistema del bosque natural, por el aporte al suelo de estos elementos que puede generarse por esta vía en el ciclo de nutrientes.

Algunos indicadores de las propiedades físicas del suelo

Al analizar la composición granulométrica en la tabla 2, vemos que las variantes se corresponden con suelos arcillosos, donde el contenido de arena es menor de 45 %. El de limo menor de 40 % y la arcilla alcanza un 37,77 % y 49,56 % en el bosque y en áreas bajo manejo de colecciones respectivamente. La textura del suelo no puede alterarse fácilmente, se considera la propiedad fundamental del mismo y la que determina, en alto grado, su valor económico. (Cairo y Fundora, 1995)

En dicha tabla podemos distinguir que en el bosque natural es mayor la arena gruesa (17,48 %), lo que difiere estadísticamente del área de colecciones. Esto puede favorecer la acción nutritiva del suelo, facilitar la penetración del aire y del agua y, por consiguiente, mejorar su permeabilidad y aireación. En relación con el por ciento de limo es en estas condiciones del suelo donde se ubica el menor por ciento (23,04), lo que contribuye a evitar la impermeabilidad y la asfixia del suelo.

En cuanto a la relación entre la textura y la productividad del suelo, podemos decir que así como los suelos arcillosos tienen la capacidad de retener en su superficie elementos nutritivos en forma asimilable, de igual forma retienen muy bien el agua y superan en rendimiento a los suelos arenosos, por lo que las dos variantes evaluadas se consideran suelos productivos y de buena textura.

La densidad real del suelo o peso específico, es también un indicador de las propiedades físicas del suelo, que se modifica fundamentalmente por dos factores: el contenido mineralógico y el contenido de materia orgánica. Se hace presente en el área bajo manejo de colecciones un efecto permanente de protección del suelo por pastos establecidos como cobertura, que alcanzan una densidad real de 2,46 g/cm³, mientras que en el bosque natural es de 2,48 g/cm³. En ambos casos el contenido de materia orgánica es de 3,70 y 5,05 %, respectivamente, lo que indica que para nuestras condiciones el contenido de materia orgánica es el indicador que mayor influencia puede ejercer en la densidad real del suelo.

La densidad aparente expresa el peso del suelo en su volumen total (espacio ocupado por los sólidos

conjuntamente con los espacios de los poros) y se afecta, entre otros factores, por la textura, la cual según Cairo y Fundora (1995) se encuentra para los suelos arcillosos entre 0,90 y 1,2 g/cm, lo que coincide para las variantes evaluadas que alcanzaron 1,07 g/cm y 1,08 g/cm, respectivamente. Jugó un papel esencial en estos valores el contenido de materia orgánica; mientras mayor sea este más facilita y eleva la granulación y la estructuración de las partículas del suelo, lo cual aumenta la porosidad y disminuye la densidad.

Otro aspecto de gran interés físico es la porosidad del suelo, que se define como el volumen total de espacios o huecos y canales que existen dentro del cuerpo del suelo, también se puede decir que representa la fracción de unidad de volumen de suelo “*in situ*”, que no está ocupado por la materia sólida. Para nuestras condiciones de estudio, se alcanza una porosidad de 54,6 % y 56,1 %, en el bosque y área bajo manejo de colecciones, respectivamente. Estos resultados se colocan en el segundo lugar de la escala de Cairo y Fundora (1995), entre 55 % y 65 % como suelos con una alta porosidad, lo que puede indicar además una buena textura, estructura y actividad microbiana del suelo.

El índice de plasticidad es la diferencia entre los porcentajes de agua encontrados en una muestra de suelo cuando estos se hallaban en los puntos correspondientes a los límites superior e inferior de plasticidad. Se aprecia cómo en las condiciones del bosque natural el suelo alcanza un índice de 20,13 y en el área bajo manejo de colecciones 31,16 con diferencias estadísticas entre sí. Cairo y Fundora (1995) señalan que los suelos muy plásticos tienen un índice por encima de 20, ubicando entonces a F1 y F2 como suelos muy plásticos.

Tabla 2 Algunos indicadores de las propiedades físicas del suelo

Variantes	Composición de agregados				Densidad Real g/cm ³	Densidad Aparente g/cm ³	Porosidad %	Índice de plasticidad %
	Arena Gruesa %	Arena Fina %	Limo %	Arcilla %				
Monte	17,48 a	21,71	23,04	37,77	2,48	1,07	54,6	20,13
Colecciones	2,76 b	19,16	28,62	49,56	2,46	1,08	56,1	31,16
ES ±	0,354 **	0,457 n.s	0,678 n.s	0,790 **	0,645 n.s	0,733 n.s	0,345 n.s	0,856 **

CONCLUSIONES

1. El área del bosque natural se encuentra, desde el punto de vista geológico, en una zona de transición entre la *Formación Cantabria* y la *Formación Vaquería*, son evidentes las manifestaciones cársicas desnudas, con alturas y profundidades considerables.
2. Los principales componentes de la fertilidad del suelo en el bosque natural alcanzan niveles de 10,00 y 17,92 mg/100g/suelo de fósforo y potasio asimilable, respectivamente; 5,05 % de materia orgánica y un pH de 6,34; superando a las áreas bajo manejo de colecciones.
3. La textura del suelo en el área del bosque y bajo manejo de colecciones es arcillosa, al presentar 37,45 % y 49 % de este material en su composición granulométrica.
4. La densidad aparente en ambas variantes evaluadas se ubica entre 0,90 g/cm³ y 1,2 g/cm³, lo que coincide con las características de un suelo arcilloso típico.
5. La porosidad del suelo en las condiciones del bosque natural y en el área de colecciones alcanza un 54,6 % y 56,1 % respectivamente, que los define como suelos de alta porosidad.
6. El suelo en el bosque natural y el área de colecciones alcanza un índice de plasticidad de 20,13 y 31,16, respectivamente, por lo que se catalogan como suelos muy plásticos.

ple F test". *Biom.* 11:1-42.

4. Eupierre, H. (2002): Ordenamiento forestal integral sostenible en el bosque natural con vista a lograr un manejo estratégico del mismo, en Informe Final del Proyecto Territorial 6-03-06 "Comportamiento funcional y ecológico de un bosque de conservación en el jardín Botánico de Cienfuegos", 2000-2002, CITMA
5. Febles, G. e I. Ruiz, (1996). Los árboles y arbustos en el Agroecosistema
6. Febles, J. M. y M. Riverol (1995): Manejo agroecológico de la fertilidad de los suelos en el trópico. Conferencias y mesas redondas, II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, p. 11, La Habana, Cuba.
7. Iturralde, M. (1988): *Naturaleza geológica de Cuba*, 147 pp., Editorial Científico-Técnica, Ciudad de la Habana.
8. Menéndez, L. (1988): Dinámica de la producción de hojarasca, en *Ecología del Bosque siempreverde de la Sierra del Rosario*, Cuba, Proyecto MAB no. 1, 1971-1987, Rostlac, UNESCO.
9. Norma Ramal de la Agricultura NRAG-837. (1987): Suelo. Análisis químico. Reglas Generales, MINAGRI, Cuba.
10. Young, A. (1989): "Ten hypothesis for soil agroforestry research." *Agroforestry Today* 1(1):3.

Recibido: 18/Junio/2006

Aceptado: 16/Diciembre/2006

BIBLIOGRAFÍA

1. Cairo, P y O. Fundora (1995): *Algunas propiedades del suelo y estructura del suelo. Edafología*, pp. 153-227.
2. Castañeda, I. (2002): Caracterización de la flora y de la vegetación de la sección de bosque natural del Jardín Botánico de Cienfuegos, en Informe Final del Proyecto Territorial 6-03-06 "Comportamiento funcional y ecológico de un bosque de conservación en el jardín Botánico de Cienfuegos". 2000-2002, CITMA
3. Duncan, D. B. (1955): "Multiple rangue and multi-

MAESTRÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE

El Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas ofrece la posibilidad de cursar la Maestría en Agricultura Sostenible y obtener el título de Master en Ciencias. Esta Maestría se desarrolla cada dos años, con inicio en enero de los años impares. Este programa va dirigido a profesionales con un perfil agropecuario, vinculados al desarrollo, la investigación y la docencia. El programa cuenta con dos menciones: Fitotecnia y Sanidad Vegetal. El objetivo de este programa es preparar profesionales capaces de transformar la agricultura convencional en una agricultura ecológica y generar un desarrollo agropecuario sostenible sin erosionar el medio ambiente. Para obtener el título es necesario acumular el total de créditos dados por los cursos y un trabajo final de tesis.

Entre los cursos más importantes se pueden mencionar: Microbiología Aplicada, Ecofisiología Vegetal, Biometría, Entomología, Fitopatología, Producción y Conservación de Recursos Fitogenéticos, Economía del Desarrollo Rural, Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, Producción de Medios Biológicos, Fertilidad del Suelo, Sistemas de Producción, etcétera.

	Menciones	
	Sanidad Vegetal	Fitotecnia
Créditos totales de la Maestría	77	76
Créditos de la parte académica (cursos)	47	46
Créditos de la parte no académica (eventos, publicaciones)	10	10
Trabajo de Tesis	20	20

Para más información, sírvase dirigirse a:

DR.C. JOAQUIN MACHADO DE ARMAS

Centro de Investigaciones Agropecuarias
Carretera a Camajuaní, km 6 ½
Santa Clara, Villa Clara,
CP 54830,
CUBA

Teléfonos: 53 42 281520

Fax 53 42 281608

E. Mail joaquinma@uclv.edu.cu

