LA ROSITA. I. CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SUELOS

D. López✉, F. Morell, C. Balmaseda y A. Hernández

ABSTRACT. At present, one of the main worldwide problems is the fact related to soil classification and its correlation with the others currently existing, in order to create a universal language, which is a very important aspect on soil preservation and management. Our country is not free from it, since there are serious problems when our soils are characterized and mainly classified, mostly in agriculture. Having in mind what was said above and based on a study through establishing a reference sector and the combined application of a geographical information system, they proceeded to determine soil characterization, classification and distribution in "La Rosita" farm, located at the East of Havana City, as well as soil surface (ha) and the percentage occupied inside the estate. A soil map was devised, where soils were classified until species level, resulting that the main groups present were: Cambisols, Vertisols and Phaeozems.

Key words: soils, classification, soil map

RESUMEN. En la actualidad, uno de los principales problemas a nivel mundial es el aspecto relacionado con la clasificación de los suelos y su correlación con las distintas clasificaciones existentes en el mundo, a modo de crear un lenguaje universal, aspecto que tiene una repercusión importante en el manejo y la conservación de los suelos. Nuestro país no está exento de ello, ya que se presentan graves problemas a la hora de caracterizar y principalmente clasificar los suelos, sobre todo en el marco de la agricultura. Teniendo en cuenta lo anterior y basado en un estudio, mediante el establecimiento de un sector de referencia y la aplicación conjunta de un sistema de información geográfica, se procedió a determinar la caracterización, clasificación y distribución de los suelos de la finca "La Rosita", del municipio Habana del Este en la Ciudad de la Habana, así como la superficie (ha) y el porcentaje del área que ocupan dentro de la finca. Se elaboró el mapa de suelos, donde se clasificaron hasta el nivel de especie, obteniéndose que los principales agrupamientos presentes son: Pardos sialíticos, Vertisoles y Húmicos sialíticos.

Palabras clave: suelos, clasificación, mapa de suelo

INTRODUCCIÓN

La cartografía de suelos es la parte de la geografía que tiene en cuenta la delimitación de los diferentes tipos de suelos de una región determinada o país. Esta disciplina está muy relacionada con la génesis y clasificación de los suelos, y por ella se pueden definir las leyes que rigen su distribución y el área que ocupan, sirviendo al mismo tiempo de fundamento para la evaluación de los distintos tipos de suelos con fines agro-productivos para cualquier cultivo.

En el mundo se han desarrollado diferentes escuelas y clasificaciones de suelos. En síntesis, se puede decir que surgieron tres escuelas principales: la ruso-soviética, norteamericana y europea occidental, encabezada esta última por Francia (1). Debido a la diversidad de bases y principios en la clasificación de suelos, surgieron numerosos esquemas y distintas clasificaciones; de esta forma, actualmente hay alrededor de 28 nacionales, por ejemplo, la de China, Rusia, Brasil, Cuba, etc., e internacionales como la *Soil Taxonomy*, el Referencial Podológico Francés, *World Reference Base* en el mundo.

Ms.C. D. López, Sub-Director de la finca "La Rosita" de la UJC Nacional, Ms.C. F. Morell, Investigador y Dr.C. A. Hernández, Investigador Titular del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícplas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, CP 32700 y Dr.C. C. Balmaseda, Profesor Titular de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

✉ fmorell@inca.edu.cu

Por esta razón, la *FAO* conjuntamente con otras organizaciones como el Centro Internacional de Información y Referencias en Suelo (*ISRIC*) y la Sociedad Internacional de Ciencias del Suelo, desde 1960, comenzaron una serie de acciones para lograr un lenguaje único en la clasificación de suelos, que sirva de referencia para el intercambio de tecnologías, el conocimiento de las características de los suelos de una región y otra, etc. Primero fue la elaboración del mapa mundial de suelos 1:5 000000, con una leyenda acordada entre los especialistas del mundo, después la llamada leyenda revisada (2) y finalmente el *World Reference Base for Soil Resources* (3, 4, 5, 6, 7), que se logra adoptar como sistema mundial en el Congreso Mundial de Suelos de Montpellier, Francia, 1998.

Cuba es de los pocos países subdesarrollados que ha podido aplicar la cartografía de suelos con cierto nivel, lo que ha traído como resultado su inventario, sus factores limitantes y la cuantificación de su productividad para 31 cultivos.

Sin embargo, a la luz de los problemas de degradación de los suelos que han surgido en nuestro país, como resultado de la deforestación intensa en la época de desarrollo capitalista, así como la tecnología de altos insumos que se aplicó en 1975-1990, conjuntamente con el problema del calentamiento global de la atmósfera y teniendo en cuenta, además, las tecnologías modernas que se cuentan para poder desarrollar métodos adecuados de manejo integral de los suelos, como es la aplicación

de los sectores de referencia en la cartografía de suelos (8, 9), desafortunadamente a pesar de que hace más de 10 años que se preparó esta nueva versión, mucho más precisa y rica en clasificar nuestro suelos, aún no se aplica al servicio de suelos y, en la mayoría de los casos, los especialistas siguen trabajando con la II clasificación genética.

Este trabajo se desarrolló con el objetivo de confeccionar el mapa de suelos a escala 1:2 000 del área de la finca "La Rosita", aplicando la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba y realizar la caracterización del área.

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se hace una caracterización de la finca "La Rosita":

Situación geográfica. La finca está ubicada en el Consejo Popular de Campo Florido, Habana del Este; limita al norte con el poblado de Guanabo, al sur con el de Arango, al este con el de Campo Florido y al oeste con el municipio de Guanabacoa. Está rodeada por áreas pertenecientes a la Empresa Pecuaria Bacuranao. El clima de la región es tropical subhúmedo relativamente seco, con precipitaciones de alrededor de 1 200 mm al año y temperaturas media anuales de 24-25°C. La vegetación original era de bosques deciduos, sustituida en gran parte por pastizales secundarios. No obstante, por la cantidad de carbonatos secundarios encontrados en varios perfiles descritos, se puede afirmar que el clima en el pasado debió ser mucho más seco que el actual y los carbonatos secundarios resultan relictos, que se mantienen en las condiciones climáticas actuales, y a pesar de ser tropical subhúmedo es relativamente seco. El material de origen es rico en carbonato de calcio, representado principalmente por margas, lutitas y areniscas calcáreas, con pequeñas intrusiones de serpentinitas y materiales arcillosos transportados carbonatados.

El relieve es de llanura denudativa y acumulativa, con formaciones de terrazas fluviales, a veces con tres niveles de terrazas. Este pertenece a la llamada región del pediplano de relieve invertido, comprendido entre las calizas miocénicas duras de las Escaleras de Jaruco y las de la loma de Santa María-Guanabo. Es un relieve joven, que se desarrolla en el Cuaternario, por lo que la formación de suelos no conlleva a una evolución marcada, que da lugar a formaciones propias de los trópicos con suelos Ferralíticos.

Se puede afirmar que la juventud del relieve conjuntamente con el material de origen rico en bases cambiables, carbonato de calcio y materiales transportados arcillosos, bajo un clima tropical subhúmedo relativamente seco, con relictos edáficos de carbonatos secundarios, son elementos que deciden en la formación del suelo, dando lugar a procesos edafogenéticos como la sialitización, fersialitización, eslitización, vertisolización y humificación.

Elaboración del mapa de suelos. Se partió de un mapa 1:2 000 digitalizado de la finca y se trazaron líneas perpendiculares a las curvas de nivel, para la toma de los puntos en toda el área de la finca con barrena, determinándose así el tipo de suelo para cada punto seleccionado. Se tomaron 135 puntos de mapeo entre los puntos principales y secundarios. De los contornos separados de los suelos se tomaron los perfiles más representativos. Con la información de todos los puntos, se procedió a delimitar en el mapa los contornos para cada tipo de suelo presente.

Todos los suelos del área que se determinaron, se describieron y caracterizaron usando el Manual Metodológico para la Cartografía Detallada y la Evaluación Integral de los Suelos de Cuba (10). Para la clasificación de los suelos a nivel de tipo, subtipo y género, se siguió la versión de 1999 (11), pero con la inclusión del horizonte normal de diagnóstico eslítico, recientemente caracterizado (12).

Al mismo tiempo, se está aplicando la clasificación por el *World Reference Base* (6) y la *Soil Taxonomy* (13) en los perfiles descritos. Para las especies y variedades se adoptaron las propiedades y los atributos del mapa de suelos 1:25 000, como está establecido.

En cada contorno separado del mapa de suelos, se clasifican los suelos hasta el nivel de género por un sistema de claves, y las especies y variedades se expresan en forma de quebrado, así como el material de origen. Las propiedades que se utilizaron para las especies y variedades de suelos son: profundidad podológica, profundidad efectiva, humificación, grado de erosión, pendiente, textura y presencia de gravas o piedras.

Se tomaron 11 perfiles de los suelos más representativos; para determinar su estado actual, teniendo en cuenta sus propiedades, se analizaron y caracterizaron los parámetros morfológicos como los tipos de horizontes genéticos, tipos de horizontes y características de diagnóstico, transición entre los horizontes y el color por la tabla de Munsell (14).

Parámetros físicos: textura, estructura, humedad, porosidad, etc.

Parámetros químicos: pH (H_2O y KCL), bases intercambiables y materia orgánica.

Lo referente a los factores limitantes de los suelos en estudio y su manejo está ya publicado (15).

Los métodos analíticos expuestos anteriormente siguieron el Manual sobre los métodos para las prácticas de Edafología (16), el de laboratorio para el análisis físico de los suelos (17) y el de técnicas analíticas para los análisis de suelo, abonos orgánicos y fertilizantes químicos (18).

Aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) al mapa de suelos. Se empleó el programa para el manejo de información geográfica *ILWIS,* elaborar un SIG y representar el mapa de suelos elaborado. Con el uso del SIG se realizaron otros análisis, que contribuyen al proceso de toma de decisiones; por ejemplo, la determinación de factores edáficos limitantes y superficie ocupada por cada uno de ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Confección del mapa de suelos a escala 1:2 000 del área de la finca "La Rosita". En las Figuras 1 y 2 aparecen los mapas por tipo y subtipo de suelos presentes en la finca a escala 1:2000. La correlación de ellos con las clasificaciones internacionales (*WRB* y *Soil Taxonomy*) se muestra en el acápite de características de los suelos. En las Figuras 3 y 4 se pueden apreciar otros resultados del empleo del SIG.

La obtención de un mapa escala 1:2000 de la finca, con la Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, resulta un logro considerable y aporte científico sustancial, ya que combina los principios genéticos geográficos de la línea genética de clasificación de suelos con las categorías de horizontes y características de diagnóstico, lo que hace más preciso y objetivo nuestro sistema de clasificación de suelos (19). Así, su aplicación brinda mayor información acerca de las propiedades, los factores limitantes y procesos de degradación que presenten los suelos (15), un aspecto decisivo para desarrollar cualquier medida de manejo en los suelos.

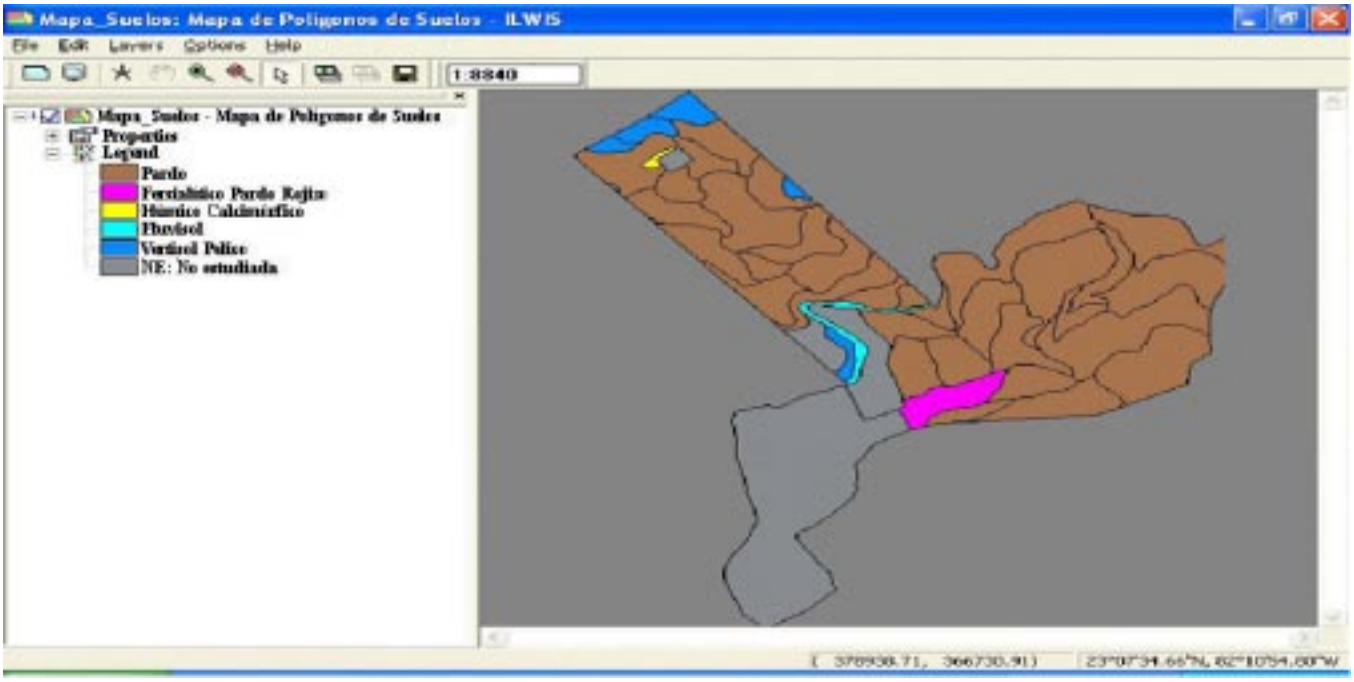

Figura 1. Mapa por tipo de suelo a escala 1:2 000 del área de la finca "La Rosita"

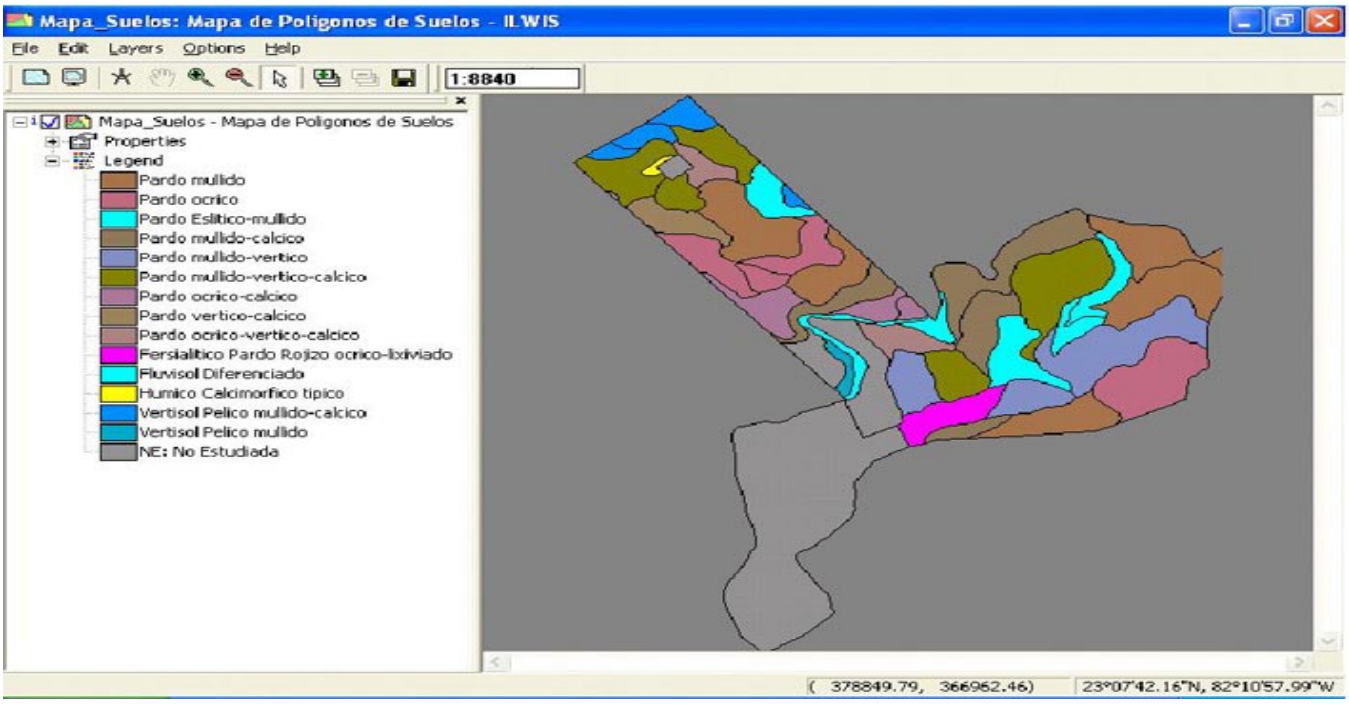

Figura 2. Mapa por subtipo de suelo a escala 1:2 000 del área de la finca "La Rosita"

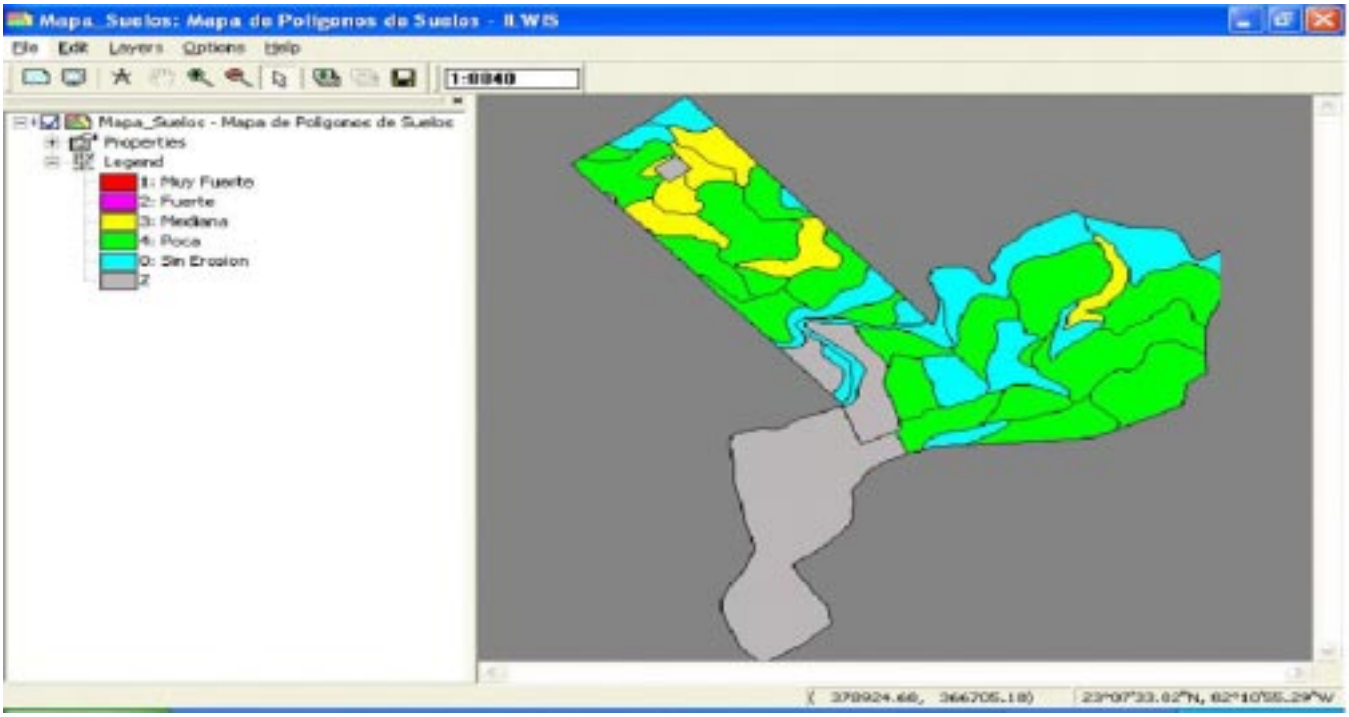

Figura 3. Mapa para el nivel de erosión por polígonos de suelo de la finca

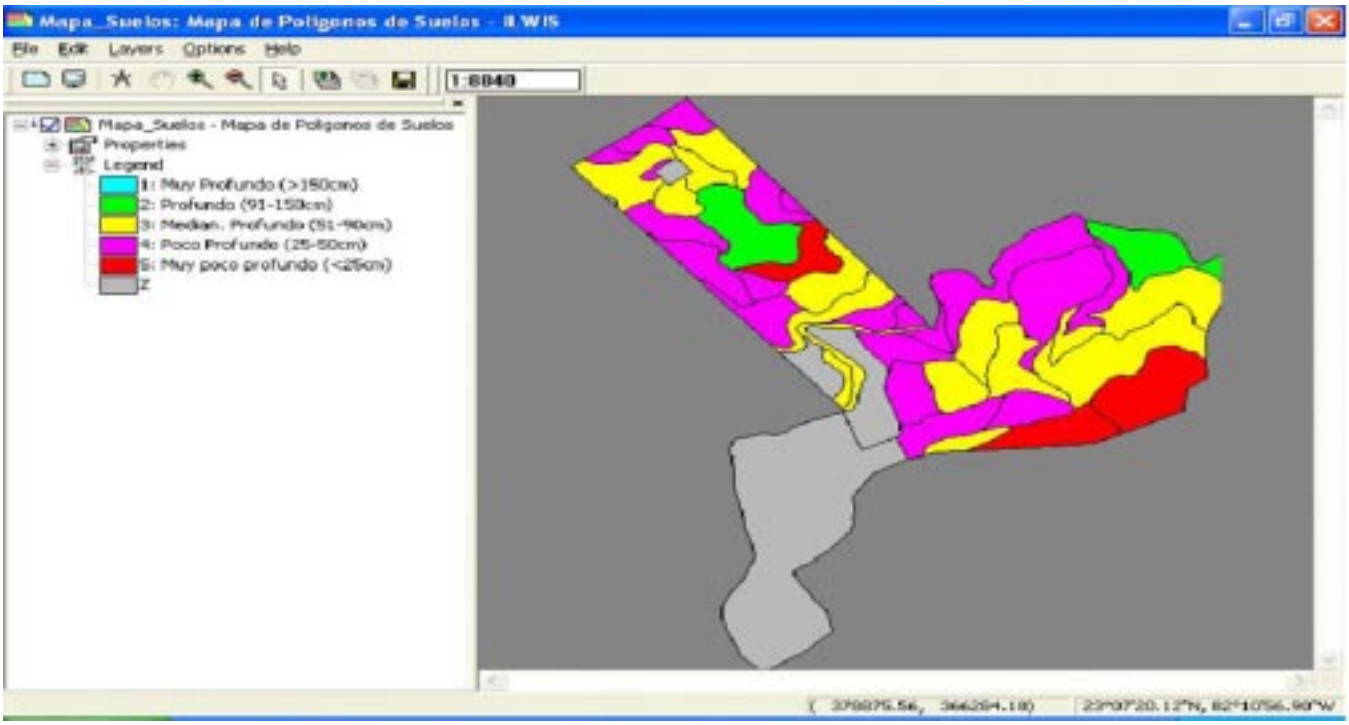

Figura 4. Mapa para la profundidad efectiva de erosión por polígonos de suelo de la finca

La globalización y los temas ambientales globales necesitan la armonización y correlación de los lenguajes técnicos, tal como el que se usa en las ciencias del suelo (8). Es por ello importante la aplicación de la *WRB*, la cual fue respaldada y adoptada como el sistema de correlación de suelos y comunicación internacional de la Unión Internacional de las Ciencias de Suelo (*IUSS*), una vez que se presentó la primera versión en el XVI Congreso Mundial de las Ciencias del Suelo en Montpellier, 1998.

Procesos de formación de los suelos de la finca. La interacción de los factores de formación de suelos que predominan sobre los demás, en este caso particular el relieve, material parental y clima, dan lugar a los procesos de formación siguientes (8):

Sialitización y fersialitización. son propios de los procesos en los que predominan las transformaciones de la parte mineral del suelo. La sialitización es el proceso edafogenético más difundido en el área, los suelos se

forman de materiales calcáreos, ya sea marga o materiales transportados carbonatados o ambos. A partir de este material se produce la formación de minerales secundarios (arcillas) de tipo 2:1, propio del proceso de sialitización, que en ocasiones va acompañada de la acumulación de hierro libre (proceso de fersialitización). La manifestación de ambos procesos es una demostración de la formación del suelo en relieves relativamente jóvenes. Por estos procesos se forman los suelos Pardos Sialíticos y Fersialíticos.

Humificación: está entre los procesos que tienen relación con la transformación y acumulación de las sustancias orgánicas del suelo. Es un proceso muy común en toda el área, condicionado principalmente en la región de estudio por la presencia de carbonato de calcio o grandes cantidades de calcio intercambiable. Los restos vegetales al descomponerse dan lugar a la formación de ácidos orgánicos (húmicos y fúlvicos), los cuales se neutralizan rápidamente por la presencia del calcio intercambiable, formando humatos cálcicos de color oscuro, que a su vez conlleva a la formación de una estructura fina tipo granular o nuciforme. El caso más típico de este proceso es a partir de suelos formados sobre margas, dando lugar a los suelos Húmicos Calcimórficos.

Vertisolización: es un proceso diagnosticado por el horizonte vértico que se presenta en cualquier parte del perfil y posee las diferentes características:

- Presencia de un espesor arcilloso (al menos con contenido igual o mayor de 35 % en arcilla, según la *Soil Taxonomy*), relativamente profundo, con predominio de arcillas dilatables, del tipo 2:1.
- Necesidad de un período de tiempo notable para que tenga lugar la edafogénesis y que ocurra la "haploidización" debido a la pedoturbación arcillosa.
- Condiciones de clima de humedad alternante y cálido.

Está representado en terrazas fluviales donde se presentan bloques prismáticos con caras de deslizamiento de 20-25 cm de tamaño, en un espesor mayor de 40 cm. Este proceso da lugar a la formación de Vertisoles. Además, se presentan la lixiviación y eslitización, la primera es un proceso en el cual la arcilla tiende a moverse desde el horizonte A hacia el B, dando lugar a la formación de un horizonte B textural o argílico, mientras que la segunda es un término ruso que proviene de esliti (significa compacto plástico) y se aplica en los suelos Pardos, para diagnosticar un horizonte de color oscuro, con formación de bloques prismáticos; a diferencia del horizonte vértico, no tiene caras de deslizamiento, ya que el tiempo de formación es corto, por lo que no llegan a formarse las caras de deslizamiento. Este proceso es muy frecuente en el horizonte A de los suelos Pardos que se forman en las partes bajas del relieve.

Tipos y subtipos de suelos: *su extensión*. Con la preparación del mapa detallado 1:2 000, se obtuvieron 40 polígonos. Cada polígono conforma una unidad para trabajar en el futuro en el sector de referencia. Acorde a los principios de la clasificación genética de los suelos (11), en la región de estudio se pudieron identificar cinco tipos genéticos: Pardos, Fersialíticos, Húmicos Calcimórficos, Vertisoles y Fluvisoles, y 14 subtipos de suelos en los polígonos separados. En la Tabla I se brinda la extensión que ocupan por subtipos de suelos.

Tabla I. Diferentes subtipos de suelos separados y su extensión

Subtipo de suelo	Superficie (ha)	Área (%)a
Pardo mullido	5,2	15,4
Pardo ócrico	3,1	9,3
Pardo eslítico	2,2	6,6
Pardo mullido cálcico	3,1	9,3
Pardo mullido vértico	3,0	9,0
Pardo mullido vértico y cálcico	4,1	12,2
Pardo ócrico cálcico	1,1	3,3
Pardo vértico cálcico	0,6	1,8
Pardo ócrico vértico cálcico	0,9	2,7
Fersialitico Pardo Rojizo ócrico lixiviado	0,7	2,1
Fluvisol diferenciado	0,4	1,2
Humico calcimórfico típico	0,8	2,4
Vertisol Pélico mullido cálcico	0,8	2,4
Vertisol Pélico mullido	0,2	0,6
Infraestructura	8,0	23,8
Total	33,5	100

Características de los suelos. En general, los suelos de esta región se caracterizan por tener un espesor menos profundo en las partes más altas, con formación eluvial y por la redistribución de los materiales (deluvios) y humedad, los suelos en las partes bajas son más profundos y plásticos. A continuación aparecen las características de los suelos, según los tipos genéticos identificados.

Suelos Pardos

Son los más extensivos, muy arcillosos, ricos en arcillas del tipo 2:1, con colores oscuros en el horizonte A y pardo a pardo oscuro en el B. En general, por el contenido y tipo de arcilla, los suelos están bajo proceso de eslitización en la parte superior del perfil y vertisolización en la parte media, llegando en casos extremos a formar Vertisoles. Es notable, en muchos casos, la formación de carbonatos secundarios en el suelo, lo que resulta común para la zona que se encuentra bajo clima tropical subhúmedo relativamente seco. Esta situación concuerda con lo reportado anteriormente (20) y recientemente ha encontrado un aumento de carbonatos secundarios en Gelysoles Vérticos de la provincia Las Tunas, teniendo en cuenta el cambio climático y la antropogénesis en la región. La presencia de los carbonatos secundarios le da el calificativo de cálcico al suelo a nivel de subtipo, según la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (11).

A continuación se ponen la descripción y las propiedades de un perfil representativo de este suelo: perfil eslítico en el horizonte A, que se manifiesta por la presencia de estructura de bloques subangulares, compactado y plástico, de color oscuro, acorde con lo planteado anteriormente

(12) para las características de este horizonte en suelos Pardos. Al mismo tiempo, el perfil presenta características vérticas en el B, con carbonatos secundarios a partir del horizonte A_{12}, que se manifiestan mejores en profundidad hasta las formas de pseudomicelios. No reacciona al HCl en el horizonte A, sino a partir del B, por lo que se clasifica a nivel de género como medianamente lavado. Por tanto, aplicando los principios actuales de la clasificación para los suelos de Cuba, tenemos el proceso de sialitización, que da el horizonte principal Siálico: suelo Pardo Sialítico, tipo genético Pardo con horizonte de diagnóstico eslítico en A y cálcico en casi todo el perfil, teniendo, además, características vérticas en el horizonte B, tenemos entonces el subtipo Pardo eslítico, vértico y cálcico. Por la presencia de los carbonatos a partir del horizonte B, es medianamente lavado. Por tanto, tendremos el género de suelo Pardo eslítico, vértico y cálcico, medianamente lavado.

En la Tabla II se muestra el contenido tan alto en arcilla de estos suelos. El tipo de mineral arcilloso es del grupo de las esmectitas, lo cual se deduce por la suma de bases cambiables, que con el pH alcalino sin dudas coincide con la capacidad catiónica cambiable del suelo.

Tabla II. Análisis mecánico del suelo Pardo eslítico, vértico y cálcico (perfil D1)

Profundidad (cm)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)
0-16	15,2	13,2	5,1	5,8	60,7
35-48	15,2	9,6	3,3	10,6	61,3
48-66	10,2	7,7	5,3	11,6	65,2
66-80	15,4	8,6	7,0	16,3	52,7
80-100	31,2	14,3	9,6	3,1	41,8

Entre las bases cambiables predomina ampliamente el calcio sobre los otros cationes cambiables, siendo la relación calcio/magnesio alta en algunos horizontes, como es en la parte superior del perfil que oscila entre 5,3 y 8,7, prácticamente fuera de los límites de la idónea para los suelos, que es entre 2 y 6. Desde el punto de vista de los nutrientes de este perfil, se puede decir que el contenido en materia orgánica es mediano, mientras que el de fósforo y potasio asimilables es alto (Tabla III).

Suelo Húmico Calcimórfico

Ocupa un área reducida en la finca, donde afloran algunos manchones de marga. Se tomó un perfil que correspondía con un suelo Húmico Calcimórfico típico.

Vertisoles

Se encuentra representado por el tipo Vertisol Pélico, también en áreas reducidas de la finca, ocupando algunas partes bajas del relieve en una terraza aluvial más alta que la terraza aluvial actual pegada a la margen del río. Es imprescindible para la caracterización de este suelo la presencia de un horizonte principal vértico, según la nueva versión de clasificación genética. Esto pudo ser diagnosticado por primera vez en provincia Habana, en áreas depresionales de terrazas fluviales, pero no recientes en la zona de estudio. A continuación se muestra la descripción del perfil D2, clasificado como Vertisol Pélico, mullido cálcico. Por la descripción se constata la presencia del horizonte principal vértico y horizontes normales mullido en el horizonte A y cálcico y carbonatado desde la superficie.

Este perfil de suelo es muy arcilloso (Tabla IV), con predominio de esmectitas, presenta una suma de bases cambiables muy alta, con predominio del calcio entre los cationes cambiables pero con mayor cantidad de calcio cambiable que en los suelos Pardos (Tabla V), dado por la mayor cantidad de magnesio en las partes más bajas del relieve, posiblemente condicionado por la influencia de aguas y materiales transportados de origen serpentínico, desde las partes más altas del relieve, que se mezclan con los carbonatos en todos los materiales de arrastre.

Tabla IV. Análisis mecánico del suelo Vertisol Pélico mullido y cálcico (perfil D3)

Profundidad (cm)	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo grueso (%)	Limo fino (%)	Arcilla (%)
0-17	8.8	4	7	7	69.2
17-29	9.8	4	7	10	69.2
29-78 +	7.8	4	5	5	78.2

El contenido en materia orgánica es mediano, mientras que el de fósforo y potasio asimilables resulta alto también (Tabla V), lo que posiblemente se deba a la aplicación de fertilizantes minerales en la región.

Se puede concluir que los principales suelos identificados son los Pardos, pero se presentaron además los Vertisoles, Fersialíticos, Húmicos Calcimórficos y Fluvisoles.

Por primera vez se evidencian dos aspectos edafológicos importantes para la provincia de La Habana: la presencia de Vertisoles y formación de carbonatos secundarios, que hasta ahora no habían sido diagnosticados en dicha provincia.

Tabla III. Propiedades físico-químicas del suelo (perfil D1)

Profundidad (cm)	pH en agua	MO (%)	P asimilable (ppm)	Ca^{++} ($cmol.kg^{-1}$)	Mg^{++} ($cmol.kg^{-1}$)	Na^{+} ($cmol.kg^{-1}$)	K^{+} ($cmol.kg^{-1}$)	Suma ($cmol.kg^{-1}$)
0-16	8,1	2,60	187	53,0	10,0	1,3	1,2	67,8
16-35	8,3	2,34	287	57,5	6,6	2,0	0,9	67
35-48	8,4	1,12	218	42,5	10,5	1,5	0,7	55.2
48-66	8,4	0,35	72	55,0	9,5	1,9	0,5	66.9
66-80	8,4	0,20	38	47,0	12,0	1,9	0,3	61.2
80-100	8,4	0,48	52	36,5	13,5	1,7	0,3	52

Tabla V. Propiedades físico químicas del suelo Vertisol Pélico mullido y cálcico

Profundidad (cm)	pH	MO (%)	P asimilable (ppm)	Ca^{++} ($cmol.kg^{-1}$)	Mg^{++} ($cmol.kg^{-1}$)	Na^{+} ($cmol.kg^{-1}$)	K^{+} ($cmol.kg^{-1}$)	Suma ($cmol.kg^{-1}$)
0-17	7.8	3.02	485	48.2	13,0	0.40	0.76	62,36
17-29	7.9	2.41	321	40.6	24.4	0.52	2.81	68,33
29-78+	8.4	2.07	95	40.5	14.7	2.06	0.48	57,74

REFERENCIAS

1. Hernández, A.; Ascanio, O.; Cabrera, A.; Morales, M.; Medina, N. y Rivero, L. Problemas actuales de clasificación de suelos: Énfasis en Cuba. Editorial Universidad Veracruzana, Veracruz, México, 2004. 221 p.
2. FAO-Unesco. Soils of the World. Revised Legend. FAO, Rome, 1988. 119 p.
3. Spaargaren, O. C.; Arnold, R. W.; Blume, H. M. y Bridges, E. M. World Reference Base for Soil Resources. FAO, ISRIC, ISSS. Wageningen/Rome, 1994. 161 p.
4. Deckers, J. A.; Nachtgergaele, F. O. y Spaargaren, O. C. World Reference Base for Soil Resources. Introduction. Leuvem, Belgium, 1998. 165 p.
5. Driessen, P., Deckers, J., Spaargaren, O. y Nachtergaele, F. Lecture Notes on the Major Soils of the World. World Soil Resources Reports 94, FAO, 2001. 334 p.
6. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resource Reports No. 103. FAO, 2006.
7. FAO-UNESCO. Base de Referencia Mundial del Recurso Suelo: un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Informes Sobre Recursos Mundiales de Suelo. ISBN 978-92-5-305511-1, 2008. 117 p.
8. Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Morales, M.; Bojórquez, J. I.; García, N. E. y García, D. Fundamentos sobre la formación del suelo, cambios globales y su manejo. Editorial Universidad de Nayarit. ISBN 968833072-8, 2006. 255 p.
9. Morell, F.; Hernández, A.; Fernández, F. y Toledo, Y. Caracterización agrobiológica de los suelos ferralíticos rojos lixiviados de la región de San José de las Lajas, en relación con el cambio en el manejo agrícola. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 4, p. 13-18.
10. 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 p.
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, La Habana, 1999. 64 p.
12. Morales, M.; Hernández, A.; Vantour, A. y Garea, E. Propuesta de nuevo horizonte en el diagnóstico de los suelos pardos (Cambisoles) de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2005, vol. 26, no. 3, p. 27-30.
13. Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. 10th Edition. Washington, DC. Natural Resource Conservation Service. USDA. 2006.
14. Munsell Soil Color Charts. Revised Washable Edition. Gretag Macbeth, New Windsor, NY. 2000.
15. Morell, F.; López, D.; Hernández, A. Finca“La Rosita” II: Factores limitantes de los suelos. *Cultivos Tropicales*, 2008, vol. 29, no. 2, p. 17-20.
16. Kaurichev, F. y Mershin, A. P. Prácticas de Edafología. Editorial Mir. Moscú. 1984.
17. Luis, A. J. y Martín, J. Manual de Laboratorio. Métodos para el Análisis Físico de los Suelos. Universidad Agraria de La Habana. Facultad de Agronomía, 2003. 37 p.
18. Paneque, V. M. Manual de técnicas analíticas para el análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos, 2002.130p.
19. Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Morales, M. y Cabrera, A. Correlación de la nueva versión de clasificación de suelos de Cuba con las clasificaciones internacionales y nacionales. Editado en CD, VI Congreso Internacional de las Ciencias del Suelos, La Habana, 2006. 62 p.
20. Leyva, L. Evaluación de las transformaciones de algunas propiedades de los suelos Gleysoles Vérticos del Monte Naranjito en la llanura sur de las Tunas. Tesis de Maestría en Ciencias del Suelo. UNAH, 2006. 90 p.

Recibido: 4 de agosto de 2009
Aceptado: 3 de mayo de 2010