

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL MACIZO MONTAÑOSO NIPE-SAGUA-BARACOA. I. SUELOS ALÍTICOS, FERRÍTICOS Y FERRALÍTICOS

A. Hernández[✉], A. Vantour, Marisol Morales, F. Soto, E. Garea y J. Baisre

ABSTRACT. This work was carried out in the Nipe-Sagua-Baracoa mountainous region, which occupies an area of 5 380 km², with the objective of studying the characteristics of different soil types and subtypes in relation with the new Cuban soil genetic classification. At the same time it was necessary to elaborate a soil map in scale 1:100 000, to determine soil characteristics together with the map. Results of different works conducted in the region were taken into account, specially the information about 1 400 soil profiles from the map 1:25 000 at the Provincial Soil and Fertilizer Management offices of Guantánamo and Holguín. Among the most important results are the diagnosis, classification and extension of nine soil groups, 16 types and 32 subtypes according to the new Cuban soil classification. This work also offers the area and characteristics of the three most developed soil groups in the region: Allitic (3 600 ha), Ferritic (80 544 ha) and Ferralitic (68 702 ha), besides characterizing the unsaturated humic Ferritic subtype, which is proposed as a soil classification contribution.

RESUMEN. Este trabajo se realizó en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, el cual ocupa un área de 5 380 km², con el objetivo de delimitar el área de los diferentes tipos y subtipos de suelos y esclarecer sus características, acorde a la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Para ello, fue necesario confeccionar un mapa de suelos escala 1:100 000 de la región. Para determinar las características de los suelos junto con el mapa, se tomaron los resultados de diferentes trabajos realizados en la región y sobre todo la información de 1 400 perfiles del mapa de suelos 1:25 000, de las Direcciones Provinciales de Suelos y Fertilizantes de Holguín y Guantánamo. Entre los resultados más importantes obtenidos están el diagnóstico, la clasificación y extensión de nueve agrupamientos, 16 tipos y 32 subtipos de suelos, según la nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba. Se presentan las características y el área que ocupan los tres agrupamientos de suelos más evolucionados de la región: Alíticos (3 600 ha), Ferríticos (80 544 ha) y Ferralíticos (68 702 ha), y además se pudo caracterizar el subtipo Ferrítico húmico desaturado, que se propone como un aporte a la clasificación de suelos.

Key words: mountain soils, soil genesis, tropical zones

Palabras clave: suelo de montaña, génesis del suelo, zona tropical

INTRODUCCIÓN

Desde que el científico ruso Dokuchaev (1) presentó sus criterios sobre las zonas edáficas en general y las verticales en particular, el estudio de los suelos montañosos comenzó a tener importancia en el mundo, situación tal que en estos momentos constituye un tema de actualidad, ya que se ha visto que la degradación de los suelos constituye un problema cada vez mayor, sobre todo para las regiones montañosas tropicales (2).

En todos los foros internacionales dedicados a los suelos montañosos, se repite con insistencia que ellos constituyen ecosistemas frágiles, los cuales se degradan fácilmente, ya sea por la deforestación indiscriminada o por el desconocimiento y la necesidad de subsistencia en países subdesarrollados (3).

En los últimos años se trabaja en la caracterización de los suelos montañosos en países subdesarrollados, hasta el punto que el 2002 fue declarado "Año Internacional de la Montaña". Recientemente se viene trabajando en estos problemas, en diferentes direcciones, como por ejemplo en las características de los suelos montañosos (4, 5), su sostenibilidad (6, 7) y zonificación agroecológica, tanto en el extranjero (8) como en Cuba (9, 10, 11).

En cuanto a Cuba se refiere, el estudio sistemático de los suelos montañosos comenzó con la elaboración del mapa genético de suelos 1:250 000 (12). Posteriormente se obtienen otros resultados en diferentes macizos como Guaniguanico (13, 14), Sagua-Baracoa (15) y

Dr.C. A. Hernández, Investigador Titular del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas; Dr.C. F. Soto, Investigador Titular del Departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700; A. Vantour, Ms.C. Marisol Morales y J. Baisre, Investigadores Auxiliares del Instituto de Suelos (MINAGRI), antigua carretera de Vento (autopista este-oeste), Capdevila; Dr. E. Garea, Investigador Agregado, Gestión de Proyectos (GEPROP), CITMA

✉ ahj@inca.edu.cu

Sierra Maestra (16). Todos estos trabajos fueron realizados con el sistema de clasificación de suelo anterior de hace 23 años (17, 18).

Para este macizo montañoso al igual que para todo el país se tiene desde 1990 los resultados del mapa de suelos 1:25 000, confeccionado por la segunda clasificación genética de los suelos de Cuba (19). A pesar de tener esta información valiosa, no se cuenta con un informe que describa y muestre las características de los suelos, su distribución y área que ocupan en Nipe-Sagua-Baracoa. Esta situación representa un objetivo de trabajo novedoso, si se realiza aplicando la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (20), que incluye principios actualizados en la edafología internacional hoy en día (21, 22, 23, 24). Por otra parte, en estos momentos, el Plan Turquino-Manatí necesita la confección de mapas de suelos y otros recursos naturales de las regiones montañosas, para que sean elaborados en forma sintética los trabajos de zonificación agroecológica y planificación territorial de los cultivos de montaña (principalmente café y cacao) y los forestales, lo que constituye también un objetivo de nuestro trabajo.

En resumen, en este trabajo se plantean dos objetivos:

- ☞ confeccionar el mapa de suelos a escala 1:100 000 del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, con la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba
- ☞ determinar las características de los suelos y el área que ocupan.

En este artículo se presentan las características de los suelos más evolucionados de la región: Alíticos, Ferríticos y Ferralíticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un área de 5 380 km², teniendo en cuenta los resultados obtenidos anteriormente sobre la génesis y cartografía de suelos en la región (15, 25, 26) y sobre todo con los resultados del mapa de suelos 1:25000 de la parte montañoso de las provincias de Guantánamo y Holguín. Se aplicó la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (20), a cerca de 1 400 perfiles caracterizados en la zona y clasificados por la segunda clasificación genética (18), estableciéndose para cada uno de ellos los horizontes y las características de diagnóstico, que sirven para clasificarlos por la nueva versión.

Para la elaboración del mapa de suelos 1:100 000, se utilizaron los contornos separados en el mapa 1:25 000, reduciéndose a una escala 1:50 000 y de ahí al mapa definitivo 1:100 000. Para la aplicación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos, se clasificaron los perfiles caracterizados (1 400 perfiles) para cada contorno separado del mapa de suelos 1:25 000. En cada paso se siguieron rigurosamente las normas cartográficas establecidas, según el tamaño mínimo de contorno representativo para las escalas correspondientes (27). El

mapa de suelos fue digitalizado por Autocad y las áreas de suelos delimitadas por método planimétrico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Génesis, clasificación y área que ocupan los suelos. La región estudiada ocupa toda la posición montañoso y premontañoso de la parte nororiental de las provincias orientales de Cuba. Las características del clima están determinadas por la altura y exposición del relieve, catalogándose principalmente de tropical húmedo en la vertiente norte y central del macizo, donde las precipitaciones oscilan entre 1 800-3 200 mm en el año, disminuyendo hasta 1 400-1 200 mm hacia la vertiente sur, donde pasa a ser tropical subhúmedo. La formación del relieve está dada por levantamientos de bloques (horts) que comenzaron al final del Plioceno, mientras que las rocas madres son muy variadas (tanto ígneas como metamórficas y sedimentarias), presentándose en ocasiones cortezas de intemperismo antiguas.

El macizo se caracteriza además por un predominio de la vegetación de bosques tropicales húmedos (latifolios), alternando con bosques de pinos y también bosques semidecíduos, bosques arbustivos xerófitos y áreas de cultivos, principalmente cafeto (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca*); aunque también se presentan áreas de vegetación secundaria con árboles, arbustos y gramíneas.

La interacción de estos factores de formación en tiempo y espacio da lugar a la manifestación de diferentes procesos edafogenéticos, que abarca desde suelos jóvenes con proceso de sialitización hasta suelos muy evolucionados con procesos de ferritización, alitización y ferralitización. Los principales procesos edafogenéticos diagnosticados en la región son: Sialitización, Fersialitización, Ferralitización, Alitización y Ferritización, los cuales han sido descritos para las condiciones de Cuba (28, 29).

En el mapa de suelos elaborado se aplicó la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba y se identificaron nueve agrupamientos, 16 tipos y 32 subtipos genéticos de suelos. En la Tabla I se presenta la extensión que ocupan los suelos Alíticos, Ferríticos y Ferralíticos en la región estudiada.

Suelos Alíticos. En la región de estudio hasta ahora los suelos Alíticos no han sido diagnosticados, separándose en nuestro trabajo tres tipos genéticos de suelos, que ocupan en total 3 600 ha: Alíticos de Baja Actividad Arcillosa Rojo Amarillentos, Alíticos de Baja Actividad Arcillosa Rojos y Alíticos de Alta Actividad Arcillosa Rojo Amarillentos.

Suelos Alíticos de Baja Actividad Arcillosa Rojo Amarillentos. Son los más extensivos dentro del agrupamiento, con una superficie de 1 615 ha, caracterizados por presentar horizonte principal alítico y horizonte normal argílico. Sus características morfológicas se representan por:

Horizonte A: 0-24 cm. Color pardo rojizo (5YR4/6) a pardo rojizo oscuro (2,5YR3/3), textura loam arcillosa, estructura terronosa a nuciforme fina, friable, buena porosidad, sin reacción al HCl.

Horizonte B₁: 24-65 cm. Color pardo brillante (7,5YR3/6,3/8) a pardo (7,5 YR4/4-,4/6), textura arcillosa, estructura de bloques subangulares medianos, consistencia ligeramente compactada a compactada, menor porosidad y sin reacción al HCl.

Horizonte B₂ t: 65-112 cm. Color pardo brillante (7,5YR3/6,3/8), a veces anaranjado (5YR6/6,7/8), arcilloso, bloques subangulares medianos ligeramente compactados a compactados, menos porosos y sin reacción al HCl.

Horizonte C: >112 cm. Corteza de intemperismo de color anaranjado (5YR6/6,7/8) a pardo amarillento brillante (10YR 6/6,6/8), loam, poco estructurado, poroso, friable, sin reacción al HCl.

En la Tabla II se presentan algunos datos de las características de este tipo de suelos como promedio de ocho perfiles, tomados en altura >400m. Por estos resul-

tados se puede apreciar el carácter ácido del suelo, valor bajo de las bases cambiables y del complejo de intercambio en el horizonte Bt y menor del 50 % de saturación por bases; además, el contenido alto en materia orgánica en el horizonte A, correspondiendo con la elevación del valor T en superficie.

Los factores limitantes de su productividad agrícola son: fuerte acidez, contenido alto de aluminio cambiante, alta fijación del fósforo y erosión potencial muy alta. Para los del subtipo ócrico, se tiene además el bajo contenido en materia orgánica y afectados por erosión actual.

Suelos Alíticos de Baja Actividad Arcillosa Rojos. Sus características responden a las del agrupamiento, pero son de color rojo. Se presentan en áreas montañosas (mayor de 400 m de altura), aunque son poco extensivos (1 569 ha).

Las características morfológicas de estos suelos son:
Horizonte A: 0-10 cm. Color pardo amarillento opaco (10YR5/3), loam arcilloso, estructura granular, ligeramente compactado, poroso, con fragmentos de grava, húmedo, no reacciona al HCl.

Tabla I. Área que ocupan los agrupamientos, tipos y subtipos de suelos Alíticos, Ferríticos y Ferralíticos en el macizo Nipe-Sagua-Baracoa

Agrupamiento	Ha	Tipos genéticos		Ha	Subtipos	Ha	
Alíticos	3 600	Alítico Baja Actividad Arcillosa Rojo		1 569	Típico	895	
				1 615	Ocrico	674	
					Típico	674	
Ferríticos	80 544	Ferrítico Rojo Oscuro		77 243	Ocrico	941	
					416	Ocrico	416
						Típico	45 295
Ferralíticos	68 702	Ferralítico Rojo		30 276	Húmico Saturado	18 568	
					3 301	Húmico Desaturado	10 896
						Hidratado	1 987
					5 516	Hidratado	497
						Húmico Desaturado	3 301
						Húmico	25 166
Ferralítico Rojo Lixiviado			5 516	Húmico	5 516		
				32 910	Húmico Desaturado	22 317	
					Ocrico	10 593	

Tabla II. Características de los suelos Alíticos

Tipo de suelo	Altura (m)	Pendiente (%)	Profundidad (cm)	pH		MO (%)	Ca/Mg	Cmol (+).kg suelo		V (%)	Arc (%)	T Cmol(+). kg ⁻¹ arc
				H ₂ O	KCl			S	T			
Alítico Baja Actividad Arcillosa (ABA) Rojo Amarillento	> 400	> 15	0-24	5.08	4.44	4.42	1.92	3.19	11.31	28.1	37.3	30.4
			24-65	5.18	4.10	1.74	1.38	2.77	7.20	38.5	37.5	19.2
			65-112	5.11	4.20	-	1.51	2.66	8.00	33.3	46.6	17.2
Alítico Baja Actividad Arcillosa (ABA) Rojo	> 400	6-12	0-13	5.61	4.92	4.87	13.30	7.82	17.35	45.1	49.9	34.8
			27-48	5.89	5.11	1.22	3.36	5.07	13.32	38.1	63.0	20.5
			48-75	5.10	4.40	1.11	2.21	4.32	14.61	29.6	77.0	18.9
			105-140	4.71	3.93	0.07	0.43	1.17	15.52	7.5	71.2	21.6
			140-200	4.82	3.98	0.05	1.00	0.57	15.48	4.7	59.5	26.0
Alítico Alta Actividad Arcillosa (AAA) Rojo Amarillento	200-400	>15	0-24	4.71	4.20	3.45	1.43	2.88	17.13	16.8	-	-
			24-58	4.73	4.10	1.92	3.05	2.52	13.73	18.4	-	-
			58-102	4.73	4.03	-	3.33	2.73	13.71	19.9	-	-
	> 400	> 15	0-26	4.90	4.23	2.44	2.18	3.30	13.62	24.2	37.0	36.9
			26-66	4.88	4.08	1.76	3.84	3.70	14.61	25.3	55.4	26.4
			66-116	5.18	4.18	-	3.84	2.37	14.37	16.5	57.4	25.0

Horizonte AB: 10-30 cm. Color pardo rojizo (2,5YR4/8), arcilloso, estructura nuciforme pequeña, medianamente compactado, poroso, con fragmentos de grava, húmedo, no reacciona al HCl.

Horizonte B₁: 30-55 cm. Color rojo (10R4/8), arcilloso, estructura nuciforme pequeña, medianamente compactado, poroso, húmedo sin reacción al HCl.

Horizonte B₂t: 55-75 cm. Color rojo (10R4/8), más arcilloso, estructura de bloques subangulares, compactado, medianamente poroso, presenta algunas gravas pequeñas, húmedo, sin reacción al HCl.

Horizonte B₃: 75-115 cm. Color rojo (10R5/6), arcilloso, estructura de bloques subangulares, compactado, menos poroso, ligeramente húmedo, sin reacción al HCl.

Horizonte BC: 115-150 cm. Mezcla de B con restos de materiales de origen en estado de descomposición de color rojo (10R5/6) con manchas amarillas (10YR 7/8).

Horizonte C: 150-200 cm. Corteza de intemperismo representada por el material de origen (porfirita andesítica) de color amarillento.

Estas características se complementan además con los datos de la Tabla II, mediante los cuales se comprueba el carácter alítico del suelo (pH en CIK de 4,1 ó más bajo) y grado de saturación menor de 50 % en B, así como el horizonte Bt argílico. Dentro del típico se diagnosticaron y clasificaron los subtipos típico, ócrico y nodular ferruginoso.

Los factores limitantes de estos suelos son:

- ♦ Subtipo típico: fuerte acidez, toxicidad por aluminio cambiante, fijación de fósforo, baja fertilidad y erosión potencial alta.
- ♦ Subtipo ócrico: fuerte acidez, toxicidad por aluminio cambiante, fijación de fósforo, mediano a bajo contenido en materia orgánica y erosión potencial alta.
- ♦ Subtipo nodular ferruginoso: fuerte acidez, toxicidad por aluminio cambiante, fijación de fósforo, mediano contenido en materia orgánica, presencia de nódulos ferruginosos y erosión potencial alta.

Suelos Alíticos de Alta Actividad Arcillosa Rojo Amarillentos. Este tipo de suelo ocupa solamente una extensión de 416 ha, y para su caracterización se utilizan los datos de ocho perfiles en altura entre 200 y 400 m y cuatro perfiles en altura mayor de 400 m, cuyos datos se presentan en la Tabla II.

Sus características morfológicas son:

Horizonte A: 0-25 cm. Color pardo rojizo (5YR4/6), anaranjado (5YR6/8) o pardo rojizo brillante (5YR5/8), a veces pardo rojizo oscuro (2,5YR3/3), textura loam arcillosa a arcilla, estructura de bloques subangulares medianos a pequeños, consistencia ligeramente compactada a veces friable, mediana porosidad y sin reacción al HCl.

Horizonte Bt 25-60 cm. Color pardo rojizo (5R4/6 4/8) a pardo rojizo brillante (5YR5/8), arcilloso, con bloques subangulares medianos a grandes, consistencia compactada, menos poroso y sin reacción al HCl.

Horizonte B₂t 60-110 cm. Color anaranjado (5YR5/6), arcilloso, con bloques subangulares medianos a grandes,

consistencia compactada, menos poroso y sin reacción al HCl.

Horizonte C>110 cm. Corteza de intemperismo de color anaranjado (5YR6/6 7/8), loam, poco estructurado, poroso, friable, sin reacción al HCl.

Por los datos analíticos resalta en primer lugar el carácter ácido del suelo, principalmente por los valores del pH en CIK desde la superficie, bajo contenido en bases cambiables, valor de T más alto que en los de baja actividad arcillosa y sobre todo el contenido medio a bajo en materia orgánica. En este tipo de suelos predomina el subtipo ócrico en lugar del subtipo típico (caracterizado por tener horizonte A húmico desaturado).

Los factores limitantes para este tipo de suelos son:

- ⇒ alta acidez desde la superficie
- ⇒ grado de saturación por aluminio cambiante >50 % desde la superficie
- ⇒ erosión suave a media
- ⇒ erosión potencial fuerte
- ⇒ fuerte fijación del fósforo
- ⇒ contenido medio a bajo en materia orgánica
- ⇒ compactación mayor

Suelos Ferríticos. Son suelos muy particulares en el macizo montañoso, formado bajo un proceso intenso de ferritización (28, 29) que se manifiesta con un perfil ABC, muy desarrollado, de 2-3 m de profundidad y con corteza de intemperismo profunda. El horizonte B constituye el horizonte ferrítico principal, que caracteriza el agrupamiento de suelos. En total tienen una extensión de 80 544 ha.

1. **Tipo Ferrítico Rojo Oscuro.** En la segunda clasificación genética de los suelos de Cuba, se separó el tipo Ferrítico Púrpura, con los subtipos: típico, concrecionario, laterizado e hidratado. En la nueva versión el tipo se denomina Ferrítico Rojo Oscuro con los subtipos: típico, húmico (con horizonte A húmico saturado) y petroferrítico, en dependencia de los respectivos horizontes normales de diagnóstico que se formen.

En general el perfil típico se caracteriza por:

Horizonte A: de 0 a 25-30 cm. De color rojo a rojo oscuro (con Hue 2,5YR, 10R, 7,5R), arcilloso, poco estructurado, friable, poroso, variable en nódulos ferruginosos y sin reacción al HCl.

Horizonte B: de 25-30 a 60-70 cm. De color rojo a rojo oscuro, arcilloso, poco estructurado, friable o ligeramente compactado, poroso, variable en nódulos ferruginosos y sin reacción al HCl.

Horizonte B₂: de 60-70 a 100-120 cm. De color rojo a rojo oscuro, arcilloso, con estructura de bloques subangulares pequeños/medianos pero estables, ligeramente compactado, con contenido variable de nódulos ferruginosos y sin reacción al HCl.

Horizonte B₃ ó BC: de 100-120 a 150 cm. De color rojo a rojo oscuro, arcilloso, con estructura de bloques angulares pequeños y poco estables, ligeramente compactado o friable, poroso, con contenido variable de nódulos ferruginosos y sin reacción al HCl.

Horizonte C>150 cm. De color rojo o anaranjado en los lugares bajos del micro y mesorrelieve, arcilloso, poco estructurado, friable, poroso, con contenido variable de nódulos ferruginosos y sin reacción al HCl.

Los subtipos se diferencian por procesos secundarios que dan lugar a horizontes normales de diagnóstico; en nuestro trabajo, además de los horizontes de diagnóstico establecidos, se encuentra el horizonte húmico desaturado para estos suelos, que debe ser incorporado a su clasificación, quedando por lo tanto en la forma siguiente:

- ➔ Ferrítico Rojo Oscuro húmico saturado: formado por proceso de humificación que se manifiesta por un contenido mayor de 4 % de materia orgánica en el horizonte A, con el grado de saturación por bases igual o mayor de 50 %
- ➔ Ferrítico Rojo Oscuro húmico desaturado: con proceso de humificación en el horizonte A, pero con grado de saturación por bases menor del 50 %
- ➔ Ferrítico Rojo Oscuro petroférico: presenta la formación del horizonte petroférico (bloques de laterita, también llamado mocarrero)
- ➔ Ferrítico Rojo Oscuro típico: no presenta ninguna de las características de los subtipos anteriores.

Desde el punto de vista morfológico, el subtipo típico presenta color menos oscuro que los subtipos húmico saturado o húmico desaturado y está menos estructurado en el horizonte A, mientras que el subtipo petroférico presenta el horizonte normal de diagnóstico, conocido también como bloque de laterita o mocarrero.

En la Tabla III se presentan las características de estos subtipos de suelos, tomados de 277 perfiles estudiados en el mapa de suelos 1:25 000 por la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes de Holguín. En primer lugar se destaca la importancia de la clasificación actual, sobre todo por el contenido de materia orgánica (por los subtipos de suelos humificados), al igual que el porcentaje de saturación por bases (valor V), donde se constata que solamente el subtipo húmico saturado presenta porcentaje de saturación por bases mayor del 50 %; mientras que los subtipos húmico desaturado y petroférico

resultan de reacción ácida. Por todas estas características se puede asumir que por orden los subtipos de suelo tienen mejores características agroproductivas siguiendo esta secuencia: Ferrítico Rojo Oscuro húmico saturado>Ferrítico Rojo Oscuro típico>Ferrítico Rojo Oscuro húmico desaturado>Ferrítico Rojo Oscuro petroférico.

Debe destacarse, además, que el subtipo de suelos Ferrítico Rojo Oscuro húmico desaturado no está diagnosticado en la última versión de clasificación de suelos de Cuba (20), por lo que su caracterización y mapeación resulta un aporte de este trabajo, donde ocupan una extensión de 10 896 ha (Tabla I).

En general la productividad de los suelos está limitada por:

- ⊕ erosión potencial alta y en diferentes casos ya están erosionados
- ⊕ baja fertilidad dada por escaso contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de tener alta fijación del fósforo y baja capacidad de intercambio catiónico
- ⊕ propiedades hidrofísicas desfavorables, principalmente por baja retención de humedad y drenaje interno excesivo
- ⊕ contenido variable en nódulos ferruginosos que, cuando resulta medio a alto, empeora las características de fertilidad y las propiedades hidrofísicas del suelo.

2. Tipo Ferrítico Amarillento. Este suelo fue caracterizado anteriormente (15), ocupando un área reducida (3 301 ha) en los Altos de la Calinga (Meseta de Piloto), en niveles geomorfológicos elevados y estables, en alturas de 800 m. Las precipitaciones son de 3 000 mm al año y la vegetación está representada por especies de bosques tropicales húmedos, de hojas anchas.

En estas condiciones el intemperismo es muy intenso, dando lugar al proceso de ferritización a partir del material de origen ultrabásico (serpentinitas); el suelo se colorea de amarillo (10YR7/8; 2,5Y7/4) debido a la hidratación del hierro causada por el régimen de precipitación elevada, mucho más alto que donde se forma el suelo Ferrítico Rojo Oscuro, por ejemplo, en la Meseta de Pinares de Mayarí (1 800-2 000 mm de lluvia anual).

Tabla III. Características de los subtipos de suelos Ferríticos Rojos Oscuros

Subtipo de suelo	Profundidad (cm)	pH		MO (%)	Ca/ Mg	Cmol (+).kg ⁻¹		V (%)
		H ₂ O	KCl			S	T	
Ferrítico Rojo Oscuro típico	0-27	6.26	5.86	2.53	1.79	3.52	7.30	48.2
	27-66	6.25	5.80	1.45	1.75	2.76	5.76	47.9
	66-106	6.38	5.90	-	1.78	2.55	4.96	51.4
	106-133	6.71	6.26	-	1.89	2.33	4.35	53.6
Ferrítico Rojo Oscuro húmico saturado	0-27	6.20	5.79	5.07	2.17	5.41	9.49	57.0
	27-60	6.27	5.88	2.31	1.96	3.75	6.72	55.8
	60-105	6.43	6.24	-	1.39	2.83	5.00	56.6
Ferrítico Rojo Oscuro húmico desaturado	0-28	5.94	5.49	5.33	1.55	3.43	9.03	38.0
	28-70	6.02	5.57	2.44	1.49	2.49	5.68	43.8
	70-110	6.15	5.69	-	1.32	2.56	5.66	45.2
Ferrítico Rojo Oscuro petroférico	0-24	5.40	4.85	3.94	1.39	2.34	6.90	33.3
	24-58	5.37	5.00	2.39	1.58	2.09	5.27	37.0
	58-100	5.50	5.10	-	1.20	2.80	4.76	58.8

El suelo es de perfil ABC, profundo, de color amarillo en el horizonte B. En la Tabla IV se presentan algunos resultados del perfil 144 (15), mediante los cuales se destaca el carácter arcilloso del suelo, así como los valores bajos de pH y el valor estrecho de pH, que caracteriza el proceso de ferritización del suelo. El valor de la capacidad de intercambio (valor T) es más alto en A, por influencia del contenido en materia orgánica y el suelo tiene horizonte A húmico desaturado. El grado de desaturación disminuye con la profundidad. Por estos datos este perfil, representativo del tipo genético, puede catalogarse como fuertemente desaturado y de reacción ácida.

Según los datos este perfil acumula entre 49-63 % de hierro total, con un contenido en hierro libre entre 30-47 %; mientras que los minerales arcillosos tienen una composición goethita-caolinita. Estos resultados permiten afirmar que el suelo se desarrolla bajo el proceso de ferritización; sin embargo, en las condiciones actuales (y antiguas) muy lluviosas, ocurre una hidratación fuerte en la masa del suelo, con amplia formación de goethita, dando el color amarillo al suelo.

Los factores edafológicos limitantes son: fuerte fijación del fósforo, presencia de nódulos ferruginosos, baja fertilidad y alta erosión potencial.

Suelos Ferralíticos. Se encuentran principalmente en la región premontañosa (200-400 m, Ferralíticos Rojos y Ferralítico Rojo Lixiviado) y montañosa (mayor de 400 m, principalmente Ferralítico Rojo Amarillento Lixiviado), ocupando este agrupamiento una superficie de 68 702 ha (Tabla I).

Las precipitaciones son variables, entre 1 400 y 1 800 mm en la parte premontañosa y mayor de 1800 mm en la montañosa. En la región premontañosa la vegetación natural está poco diseminada, solo se observan algunas áreas de bosques secundarios donde los suelos

se conservan sin riesgo de erosión; muchas áreas están dedicadas a los pastos, café y cacao. El material de origen es diverso: desde rocas básicas a intermedias como las tobas litoclásticas, basaltos, fosforitas, diabasas, gabros y calizas duras, cuya diversidad confirma que lo importante es el proceso de alteración y transformación de los minerales y no el tipo de material de origen.

La pedogénesis de los suelos está regida por el proceso de ferralitización, que se manifiesta a través de un horizonte principal B, Ferralítico. La complejidad de la ferralitización en las condiciones montañosas da lugar a tres tipos genéticos de suelos, cuyas características se exponen a continuación:

1. **Tipo Ferralítico Rojo.** Tiene un área de 30 276 ha y se distribuye principalmente en alturas premontañosas (200-400 m), asociado a las rocas calizas duras, de la parte oriental (zona de La Máquina).

Las características morfológicas de este suelo se describen a continuación (26).

Horizonte A₁₁: 0-7 cm. Color rojo oscuro (10R3/4), arcilloso, estructura granular fina, friable, con algunas gravas de CO₃Ca, transición gradual.

Horizonte A₁₂: 7-33 cm. Color rojo oscuro (10R3/6), arcilloso, con algunos nódulos ferruginosos, algunas gravas de CO₃Ca, estructura poliédrica fina, friable, transición gradual.

Horizonte B: 33-80 cm. Color rojo oscuro (10R3/6), arcilloso, estructura poliédrica mediana, algunos agregados con caras brillantes, transición brusca.

Horizonte R: >80 cm. Roca caliza dura.

En la Tabla V se presentan los datos de cuatro perfiles de suelos, diferenciados por la altura en que fueron tomados. En primer lugar se observa que son suelos arcillosos definidos, con un contenido en arcilla que oscila entre 62-75 %; mientras que el contenido de materia or-

Tabla IV. Características del suelo Ferrítico Amarillo

Horizonte	Profundidad (cm)	pH		MO (%)	Ca/Mg	Cmol(+).kg ⁻¹		V (%)	Arcilla (%)	Fe total (%)	
		H ₂ O	KCl			S	T			Suelo	Arcilla
A	0-10	5.4	5.1	4.21	1.62	2.58	7.49	32.6	25.4 ^x	44.5	49.1
AB	20-30	4.6	4.4	0.84	-	0.37	1.46	25.3	42.9 ^{xx}	48.5	52.5
B ₁	50-60	4.8	4.6	0.19	1.46	0.93	1.42	65.5	33.4 ^{xx}	48.9	50.1
B ₃	120-130	5.9	5.7	-	0.78	1.38	1.42	59.9	24.3 ^{xx}	51.6	53.6

Tabla V. Características de cuatro perfiles de suelos Ferralíticos Rojos húmicos

No. Perfil	Altura SNM (m)	Profundidad (cm)	pH		MO (%)	Ca/Mg	Cmol(+).kg ⁻¹		V (%)	Arcilla (%)
			H ₂ O	KCl			S	T		
S-6	200	0-7								
		7-33	7.20	6.50	5.58	7.75	18.10	20.75	87.2	66.12
		33-80	7.10	6.10	1.60	2.31	11.12	12.00	92.7	70.16
S-7	340	0-15	6.90	6.70	7.64	11.21	20.45	21.75	95.4	62.72
		40-70	6.30	6.30	1.31	2.00	4.12	7.50	54.9	71.49
		0-20	7.00	6.20	1.10	13.80	18.80	22.36	84.0	70.04
S-13	10	20-120	6.80	5.90	-	1.00	9.15	14.30	67.0	74.49
		120-180	6.60	5.80	-	0.74	8.49	13.00	65.0	75.80
		0-22	7.40	6.05	4.03	-	19.51	25.20	-	-
1537		22-53	7.40	6.25	1.80	-	7.63	15.61	-	-
		53-78	7.50	6.40	-	-	6.72	10.02	-	-
		78-100	7.20	6.30	-	-	7.12	9.62	-	-

gánica es alto en la capa superior del perfil, mucho más elevado que lo informado para este tipo de suelo en regiones llanas, lo que se debe a la influencia de la vegetación. Esta particularidad se evidencia al comparar los datos de materia orgánica de los perfiles S-6, S-7 y 1537 (región premontañosa), con los de perfil S-13 (tomado a 10 m sobre el nivel del mar).

El pH en agua está cerca de 7 ó ligeramente superior, debido a la influencia del tipo de roca, la suma de bases cambiables es relativamente alta, al igual que la capacidad de intercambio catiónico (valor T) en suelo, en el horizonte superior, debido principalmente al contenido de materia orgánica, mientras que disminuye en el horizonte B, acorde a las características químico-mineralógicas del suelo.

La mineralogía arcillosa del perfil S-7 está dominada por la metahalosita, con una buena cantidad de bohemita, lo que trae como consecuencia que el valor de pH H₂O sea igual que el pH KCl en el horizonte B de este perfil (25).

El tipo de suelo Ferralítico Rojo prácticamente no presenta factores limitantes a no ser que se cultive con frecuencia, lo que conlleva a la disminución de su fertilidad y la posibilidad del surgimiento de procesos erosivos, en las áreas de mayor pendiente.

Estos suelos Ferralíticos sobre caliza dura de la región premontañosa del macizo en estudio son muy utilizados en el cultivo del café, sobre todo en los alrededores del poblado de La Máquina. Sus factores limitantes están dados principalmente por: fijación del fósforo y erosión potencial debido al relieve.

En condiciones de laboreo intensivo estos suelos pierden su fertilidad, por la erosión y/o la disminución del contenido de materia orgánica.

2. Tipo Ferralítico Rojo Lixiviado. Están distribuidos de forma irregular, siendo las áreas más representativas las de Cabonico, Quibiján y La Tagua. Son suelos con horizonte principal B Ferralítico, que a su vez es argílico. El perfil es ABtC, de color rojo, profundo, sobre corteza de intemperismo.

En la Tabla VI se presentan algunos datos en dos perfiles de suelos que fueron descritos anteriormente (15), en los que se destaca en primer lugar la diferencia textural, propia de suelos con horizonte Bt argílico acompañado del desarrollo de una fuerte acidez, sobre todo en la parte media inferior del suelo (perfil 20) o en todo el perfil (perfil 23).

Sobresale en ellos el contenido alto de la materia orgánica en el horizonte húmico acumulativo, que demuestra la formación del subtipo húmico, desarrollado en condiciones forestales, lo que se refleja en el mayor valor T en los horizontes húmicos acumulativos.

Según datos informados para estos dos perfiles (15), estos suelos tienen una composición mineralógica de la arcilla de caolinita, goethita y un poco de gibbsita, acorde al desarrollo de la ferralitización.

Por sus características de buena fertilidad en condiciones naturales, profundidad y consistencia friable, estos suelos se utilizan rápidamente en la agricultura. Ellos son adecuados para el cultivo del café, pero debe tenerse cuidado con tres cosas: fijación de fósforo, disminución del contenido de la materia orgánica y desarrollo rápido de los procesos erosivos.

3. Tipo Ferralítico Rojo Amarillento Lixiviado. Se forman principalmente a partir de rocas no carbonatadas, ígneas y metamórficas, entre las cuales se presentan las de carácter básico e intermedio y aun ácido (esquistos).

La formación del suelo en condiciones tropicales húmedas bajo bosques, conlleva al desarrollo de un horizonte A húmico desaturado (<50 % de saturación por bases) y un horizonte Bt argílico. De esta forma, el suelo se caracteriza por una acidez muy marcada, pero no tanto como en los suelos Alíticos.

El perfil típico de estos suelos, desarrollado en condiciones naturales, en relieve relativamente estable (6-12 % de pendiente) y en montaña (>400 m de altura) presenta las siguientes características:

Horizonte A: 0-25 cm. Color pardo rojizo (5YR4/6) a pardo rojizo oscuro (5YR3/2, 3/4, 3/6), a veces pardo rojizo opaco, textura loamosa, estructura nuciforme-terronosa, poco estable, friable, poroso sin reacción a HCl.

Horizonte B₁t: 25-70 cm. Color pardo (7,5YR4/4) a pardo rojizo a veces rojo (10R4/6), textura loam-arcillosa, estructura de bloques subangulares pequeños, ligeramente compactado (en seco) y algo plástico (húmedo), menos poroso, sin reacción al HCl.

Horizonte B₂t: 70-115 cm. Color pardo brillante (7,5YR3/6) a pardo rojizo, a veces rojo, textura loam arcillosa a arcillosa, estructura de bloques subangulares medianos, compactado (en seco) y plástico (en húmedo), menos poroso, sin reacción al HCl.

Tabla VI. Características de dos perfiles de suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados húmicos

No. Perfil	Altura SNM (m)	Profundidad (cm)	pH		MO (%)	Ca/Mg	Cmol(+).kg ⁻¹		V (%)	Arcilla (%)
			H ₂ O	KCl			S	T		
20	350	0-10	5.3	5.1	11.76	4.4	12.08	17.00	60.5	65.54
		10-20	5.5	4.4	4.22	3.4	11.46	13.50	84.8	79.28
		40-50	5.8	4.9	1.91	2.2	9.17	13.00	70.5	83.53
		80-90	5.5	4.4	1.02	0.6	4.33	12.50	34.6	81.56
		150-160	5.2	4.2	-	0.3	5.14	10.00	51.4	59.04
23	500	0-10	4.7	4.3	5.09	0.8	3.78	14.50	26.1	46.64
		25-35	4.7	4.4	1.05	0.8	1.18	-	-	58.03
		60-70	5.1	4.3	0.86	0.9	1.22	8.50	14.3	50.51
		100-110	5.0	4.4	-	0.7	1.39	-	-	32.00

Horizonte BC: 115-150 cm. Color pardo brillante (7,5YR3/6), loam arcilloso.

Horizonte C: 150-200 m. Corteza de intemperismo, color variable (rojo-amarillo-rosado, con mezcla de colores claros), loam arcilloso, a veces con fragmentos de rocas muy intemperizadas con muchas alteritas.

De estos suelos se estudiaron 51 perfiles, tomados a diferentes alturas, tanto en relieve premontañoso (200-400 m) como montañoso (mayor de 400 m) y diferentes pendientes (predominando de 6-12 %, 12-15 % y mayor de 15 %). Los resultados analíticos promediados de los perfiles estudiados según la altura y la pendiente se presentan en la Tabla VII.

pueden tener una capacidad de intercambio catiónico superior a 20 cmol (+).kg⁻¹ en arcilla. No obstante, en estas alturas pero en relieves más estables o en alturas más bajas y más cálidas, los procesos de intemperismo dan lugar a una verdadera ferralitización.

Todo esto por una parte indica que en las condiciones montañosas tropicales del macizo Nipe-Sagua-Baracoa, en las partes más bajas del relieve (premontañosos) y en las partes estables montañosas, ocurren procesos biológicos y geoquímicos que conllevan a la formación de suelos Ferralíticos Amarillentos Lixiviados de reacción ácida, cuya evolución en el tiempo y espacio dan lugar a suelos Alíticos de Baja Actividad Arcillosa.

Tabla VII. Características físico-químicas de los suelos Ferralíticos Rojo-Amarillento-Lixiviados

Tipo de suelo	Altura (m)	Pendiente (%)	Profundidad (cm)	pH		MO (%)	Ca/Mg	Cmol (+).kg ⁻¹ suelo		V (%)	Arc (%)	T Cmol (+).kg ⁻¹ arc
				H ₂ O	KCl			S	T			
Ferralítico Rojo-Amarillento Lixiviado	n=51		0-25	5.52	4.78	5.56	1.81	3.42	11.18	30.60	17.52	63.80
			25-71	5.62	4.85	1.64	1.89	2.93	6.47	45.29	26.65	24.31
			71-132	5.69	4.94	-	1.79	2.79	5.86	47.60	30.06	19.49
	200-400 n=7	> 15 (37 %)	0-22	5.62	4.87	5.64	1.86	3.80	13.40	28.36	21.71	61.72
			22-60	5.50	4.92	1.64	2.17	3.16	6.52	48.47	27.78	23.47
			60-115	5.55	4.77	-	1.89	2.43	5.46	44.51	36.80	14.84
	> 400 n=7	6-12 (10%)	0-23	5.35	4.71	5.83	1.38	4.00	13.07	30.60	17.05	76.65
			23-74	5.50	4.81	1.45	1.63	3.07	5.82	52.75	25.31	22.99
			74-130	5.70	4.03	-	1.55	2.82	5.81	48.54	32.19	18.05
	> 400 n=7	12- 15 (13 %)	0-23	5.36	4.23	5.59	2.10	2.78	9.43	29.48	15.22	61.96
			23-74	5.44	4.08	1.47	1.24	2.75	6.22	44.21	26.91	23.11
			74-130	5.55	4.18	-	1.90	2.40	5.02	47.81	25.81	19.45
> 400 n=30	> 15 (31 %)	0-26	5.57	4.78	5.48	1.83	3.34	10.63	31.42	15.64	67.97	
		26-72	5.72	4.87	1.75	2.05	2.88	6.66	43.24	26.45	25.18	
		72-136	5.79	5.03	-	1.78	3.01	5.28	47.93	26.01	20.30	
Ferralítico Rojo-Amarillento-Lixiviado típico (n=44)		0-26	5.53	4.76	6.51	2.00	3.17	11.44	27.71			
		26-73	5.74	4.89	1.95	2.28	2.80	6.43	43.55			
		73-137	5.74	5.01	-	1.88	2.93	6.14	47.72			
Ferralítico Rojo-Amarillento-Lixiviado ócrico (n=7)		0-27	5.72	4.86	2.09	1.37	3.90	7.89	48.90			
		24-69	5.64	4.79	1.24	1.38	3.14	7.40	42.41			
		69-126	5.99	5.12	-	1.46	3.31	6.83	48.53			

Se observa, en primer lugar, que para este tipo genético de suelos, es común un horizonte A, húmico desaturado, propio de la formación del suelo en condiciones forestales-montañosas de esta región. Esta característica se corresponde con la reacción ácida del suelo, pero sin llegar a los límites que corresponde a los suelos alíticos. Además, se aprecia una diferencia textural propia de suelos lixiviados.

El proceso de formación corresponde con la ferralitización, desarrollado por influencia del clima tropical húmedo, acompañado de una acumulación de materia orgánica que interviene también en dicho proceso. Se puede asumir que tanto las transformaciones como la descomposición por hidrólisis y la acción de los ácidos orgánicos conllevan a una acidificación intensa del suelo, que en medio bien drenado con abundante lluvia puede dar lugar a la acumulación notable del aluminio cambiante, aun cuando no se han destruido todos los minerales arcillosos del tipo 2:1.

En condiciones del clima más fresco y relieve inestable (alturas mayores de 400 m y pendientes mayores de 15 %) se mantienen estas características, sin llegar a ocurrir una ferralitización completa, por lo que los suelos

Los factores limitantes de este tipo de suelos son:

- fuerte acidez
- baja fertilidad
- alta fijación del fósforo
- erosión suave a media
- erosión potencial fuerte

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✱ En el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, se diagnosticaron y clasificaron nueve agrupamientos, 16 tipos y 32 subtipos de suelos, siguiendo la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba.
- ✱ Se constata que los suelos más evolucionados ocupan una extensión notable (152 946 ha), siendo los suelos Ferríticos los más extensivos (80 544 ha), siguiéndole en orden los Ferralíticos (68702 ha) y menos extensivos los Alíticos (3 600 ha).
- ✱ Del agrupamiento de suelos Alíticos se diagnostican y caracterizan tres tipos y cinco subtipos de suelos
- ✱ Para los suelos Ferríticos se diagnostican y caracterizan dos tipos y seis subtipos de suelos.

- * En el caso de los suelos Ferralíticos se diagnostican y caracterizan tres tipos y siete subtipos de suelos.
- * Se recomienda utilizar estos resultados en la docencia y para los trabajos de zonificación agroecológica y la proyección agroforestal futura de la zona de estudio.
- * Se propone incluir el subtipo de suelo Ferrítico Rojo Oscuro húmico desaturado en la clasificación de los suelos de Cuba, ya que son suelos Ferríticos que tienen horizonte húmico desaturado, que ocupan un área de 10 896 ha en la región.

REFERENCIAS

1. Dokuchaev, V. V. Estudio de las zonas de la naturaleza. Edit. Cient. Téncia. Ciudad de La Habana, Cuba, 1989, 44 p.
2. Hernández, A.; Renda, A. y Ascanio, O. Los procesos de degradación de los suelos en las regiones tropicales. En: Congreso de Suelo-Agua-Bosques. (1:1999:Xalapa), p 42.
3. Pla Sentis, I. Degradación de los suelos en zonas de ladera de América Latina. En: Reunión bianual de la Red Latinoamérica de labranza conservacionista. RELACO. (3:1999:San José Costa Rica), p. 28-49.
4. Hernández, A.; Vantour, A.; Morales, M. y Fuentes, E. Suelos cultivados de café en Cuba. En: El Cafeto en Cuba. Obra Científica en formato digital. INCA, p. 65-108.
5. García, N.; Ibáñez, A.; Fuentes, E.; Platero, B.; Galicia, M. S.; Ramos, R.; Mercado, I.; Reyes, L.; Hernández, A. y Trémols, J. Características de los suelos de un sector de Pluma Hidalgo, Sierra Sur de Oaxaca, México. En: La Edafología y sus perspectivas del Siglo XXI, 2000, p. 61-67.
6. García, N.; Hernández, A.; Fuentes, E.; Alvarez, G. y Krasilnikov, P. La importancia del suelo para la sostenibilidad de los sistemas agroforestales cafetaleros en la sierra sur de Oaxaca, México. En: Congreso Científico INCA. (13:2000:La Habana), 4 p.
7. Rodríguez, V.; Joseph, J.; García, S. y Ruiz, J. Sostenibilidad en agroecosistemas cafetaleros, en predios de campesinos del municipio Yateras. En: Congreso Científico INCA. (13:2000:La Habana), 4 p.
8. Tamariz, V.; Ruiz, J.; Reyes, J. M.; Cruz, A. y Acevedo, O. Zonificación agroecológica de los suelos del noroeste de la sierra norte de Puebla. En: Congreso Científico INCA. (13:2002:La Habana), 4 p.
9. Soto, F.; Vantour, A.; Hernández, A.; Planas, A.; Figueroa, A.; Fuentes, P. O.; Tejeda, T.; Morales, M.; Vázquez, R.; Zamora, E.; Alfonso, H. E.; Vázquez, L. y Caro, P. La zonificación agroecológica del *Coffea arabica*, L. en Cuba. Macizo montañoso Sagua-Nipe-Baracoa. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 3, p. 27-52.
10. Soto, F.; Tejeda, T.; Hernández, A. y Florido, R. Metodología para la zonificación agroecológica del *Coffea arabica*, L. en Cuba. *Cultivos Tropicales*, vol. 22, no. 4, p. 51-54.
11. Soto, F.; Vantour, A.; Hernández, A.; Planas, A.; Figueroa, A.; Fuentes, P. O.; Tejeda, T.; Morales, M.; Vázquez, R.; Zamora, E.; Alfonso, H. E.; Vázquez, L. y Caro, P. La zonificación agroecológica del *Coffea arabica*, L. en Cuba. Macizos montañosos Sierra maestra y Guahumaya. *Cultivos Tropicales*, vol. 23, no. 1, p. 35-44.
12. Pérez, J. M. Suelos Montañosos. En: Génesis y clasificación de los suelos de Cuba. Inst. Suelos, Acad. Cien. Cuba, 1973, p. 284-303.
13. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Gómez, D. y Bosch, D. Estudio genético y uso de los suelos del Plan forestal Macurijes. *Serie Suelos*, 1973, vol. 17, 23 p.
14. Hernández, A.; Menéndez, L. y Ricardo, N. Los suelos de la Reserva. En Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Inst. Ecología y Sistemática, 1988, p. 88-109.
15. Ruiz, J. Particularidades de la formación y uso agrícola de los suelos del macizo montañoso de Sagua-Baracoa. (Tesis de Grado). Instituto de Suelos, 1988, 103 p.
16. Renda, A. Particularidades edafológico-forestales de la región central de la Sierra Maestra. La Habana. Inst. Investigaciones forestales, 1988, 100 p.
17. Hernández, A.; Ascanio, O.; Pérez, J. M. Informe sobre el mapa genético de los suelos de Cuba. *Revista de Agricultura*, 1971, vol. 4, p. 1-20.
18. Instituto de Suelos. Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Serie Suelos. 1975, no. 23, p. 1-25.
19. Paneque, J.; Mesa, A. y Fuentes, E. El Mapa nacional de Suelos, escala 1:25 000. Memorias XI Congreso Latinoamericano y II Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo. En: (11,2:1990:La Habana), p. 1345-1347.
20. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y Rivero, L. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. AGRINFOR, 64 p.
21. Soil Survey Staff. Soil Taxonomy. 1999, 890 p.
22. Shishov, L. L.; Tonkogonov, V. D. y Lebedeva, I. I. Clasificación de Suelos de Rusia (en ruso): Moscú. Inst. Suelos V. V. Dokuchaev, 2000, 235 p.
23. Deckers, J. A.; Nachtergaele, F. O.; Spaargaren, O. C. World Reference Base for Soil Resources. Introduction. Acco. Leuven/Amersfoort, 1998, 165 p.
24. Driessen, P.; Deckers, J. A.; Spaargaren, O. C. y Nachtergaele, F. O. Lecture Notes on the Major Soils of the World. Rome. FAO. 2001, 334 p.
25. Hernández, A.; Ruiz, J.; Torres, J. M. Regionalización Geográfica de los Suelos de Guantánamo, Holguín y Tunas, en escala 1:250 000 con elementos de mejoramiento para la caña de azúcar. Informe de Resultado. Instituto de Suelos, MINAG, 1985, 82 p.
26. Segalen, P.; Bouleau, P.; Quantin, P. y Bosch, D. Etude de quelques sols derives de calcaires durs des environs de Baracoa et Punta de Maisí (Cuba oriental). *Cahiers ORSTOM, Serie Pedologie*, 1983, vol. 20, no. 4, p. 293-309.
27. Marrero, A.; Riverol, M.; Castro, N. y Belobrov, V. Normas para la cartografía de los suelos de Cuba. La Habana. Inst. Suelos Acad. Cien. Cuba. 1980. 68 p.
28. Hernández, A.; Ascanio, O. y Jaimez, E. Génesis y Clasificación de Suelos. La Habana. Instituto de Suelos. MINAG, 1999, 120 p.
29. Hernández, A.; Ascanio, O. y García, N. Fundamentos y definición de los procesos de formación de suelos. En: Congreso-Diplomado Internacional de Edafología. Ciudad México, 2002, 33 p.

Recibido: 7 de marzo de 2002

Aceptado: 10 de abril de 2003