



## Diagnóstico y clasificación de suelos Ferrálicos en la provincia de Mayabeque, Cuba

### Diagnosis and classification of Ferrallic soils in Mayabeque province, Cuba

 **Alberto Hernández Jiménez<sup>1\*</sup>**,  **Nelson Juan Martín Alonso<sup>2</sup>**,  **María Caridad González Cepero<sup>1</sup>**,  
 **Violeta Llanes Hernández<sup>2</sup>**,  **Rodolfo Guillama Alfonso<sup>1</sup>**,  **Greter Carnero Lazo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700.

<sup>2</sup>Universidad Agraria de la Habana (UNAH), km 3½, de la Autopista Nacional, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700.

**RESUMEN:** El objetivo de este estudio es presentar por primera vez datos sobre el diagnóstico de suelos Ferrálicos en la provincia de Mayabeque, así como criterios sobre su formación y distribución. Se llevó a cabo la caracterización de suelos en dos regiones: San Nicolás de Bari y Nueva Paz. En el mapa de suelos a escala 1:25 000, estos suelos están clasificados como Ferralíticos según la hoja cartográfica. Sin embargo, en San Nicolás de Bari se estudió un perfil de suelo en la finca "Roma", y en Nueva Paz se estudiaron las características de los horizontes húmico acumulativos en dos fincas. Los resultados morfológicos y analíticos indican que estos suelos, aunque profundos y de color rojo, no deben clasificarse como Ferralíticos, sino como Ferrálicos, ya que tienen un contenido en bases cambiables superior a 20 cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup>. Además, presentan un horizonte argílico. Aunque en el mapa están clasificados como Ferralíticos, los resultados indican que son Ferrálicos, lo que les otorga un valor productivo más favorable para la producción agrícola.

**Palabras Clave:** Edafología, taxonomía de suelos, ferralsol, perfil del suelo, lixiviación.

**ABSTRACT:** The objective of this work is to show for the first time the diagnostic data of ferric soils in Mayabeque province and criteria on their formation and distribution. For this purpose, the characterization of soils located in two regions, San Nicolás de Bari and Nueva Paz, was carried out. However, in the soil map scale 1:25 000, according to the cartographic sheet, these soils are classified as Ferrallitic. In the first region, a soil profile was studied in the "Roma" farm and, in the second region, the characteristics of the cumulative humic horizons of the soils in two farms were studied. The morphological characteristics of the soils and the analytical results show that these soils are not classified as Ferrallitic, although they are deep and red in color, but Ferrallitic, since they have a content of exchangeable bases greater than 20 cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup>. In addition, these soils are characterized by the presence of an argillic horizon. Although these soils have been classified as Ferrallitic on the map, they are not Ferrallitic, but rather Ferrallitic, which has a more favorable productive value for agricultural production.

**Key words:** Edaphology, soil taxonomy, ferralsol, soil profile, leaching.

\*Autor para correspondencia. [ahj@inca.edu.cu](mailto:ahj@inca.edu.cu)

Recibido: 15/10/2024

Aceptado: 14/06/2025

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Contribución de los autores:** **Conceptualización:** Alberto Hernández Jiménez. **Investigación:** Alberto Hernández Jiménez, Nelson Juan Martín Alonso, María Caridad González Cepero, Violeta Llanes Hernández, Rodolfo Guillama Alfonso, Greter Carnero Lazo.

**Metodología:** Alberto Hernández Jiménez. **Supervisión:** Alberto Hernández-Jiménez, Greter Carnero-Lazo. **Redacción del borrador inicial, redacción final y edición, y curación de datos:** Alberto Hernández-Jiménez, Greter Carnero-Lazo.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## INTRODUCCIÓN

La clasificación de suelos Ferrálicos en Cuba se estableció por primera vez en la versión elaborada en 2004 y publicada en 2009 (1). En esta clasificación, se define el Agrupamiento de Suelos Ferrálicos, el cual incluye dos tipos genéticos principales: Ferrálico Rojo y Ferrálico Amarillento, cada uno con varios subtipos. Este agrupamiento se caracteriza por la presencia de un horizonte principal de diagnóstico ferrálico, que se identifica mediante la presencia de minerales arcillosos del tipo 1:1 mezclados con arcillas del tipo 2:1, con un contenido de estas últimas entre el 10 y el 40 %. Estos suelos se encuentran en regiones asociadas a los suelos Ferrálicos.

En la versión más reciente de la Clasificación de Suelos de Cuba (2), se indica además que los suelos Ferrálicos presentan una capacidad de intercambio catiónico entre 20 y 30  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$  en arcilla. Específicamente, para los suelos Ferrálicos Rojos, se establece que tienen un pH en agua entre 6 y 7. No obstante, hasta la fecha no se han publicado datos detallados sobre estos suelos, ni se ha profundizado en su diagnóstico y distribución.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el objetivo de este trabajo es presentar, por primera vez, datos del diagnóstico de suelos Ferrálicos en la provincia de Mayabeque, así como ofrecer criterios sobre su formación y distribución.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos trazados, se realizaron estudios de suelos en las áreas de contacto entre los suelos Ferrálicos Rojos y los Vertisoles en las regiones de San Nicolás de Bari y Nueva Paz, en la provincia de Mayabeque. Además, se tomaron en cuenta los resultados de la cartografía de suelos previamente realizada en esta región. En el mapa de suelos a escala 1:250,000 (3), estos suelos están clasificados como Latosólicos Rojos plásticos, formados por materiales transportados y roca caliza dura. En contraste, el mapa de suelos a escala 1:25,000 (4) los clasifica como Ferrálicos Rojos compactados, formados a partir de roca caliza dura.

Las investigaciones se realizaron en dos lugares del ecosistema de la llanura denudativa de suelos Ferrálicos que limita al sur con el ecosistema de la llanura acumulativa con suelos Vertisoles, Gleysoles y Fluvisoles (5). Se realizó y estudió un perfil de suelo en la finca "Roma" del productor Nelbis Díaz, en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "José Luis García", situado un kilómetro al noreste de San Nicolás de Bari y se analizaron los horizontes húmicos acumulativos de suelos en dos fincas (San Antonio y 2 de Mayo) de productores en el municipio de Nueva Paz. Se recorrieron dos fincas del Municipio de Nueva Paz, mapeados y clasificados como Ferrálico Rojo según el mapa de suelos 1:25 000 (4). Ubicada en la Hoja Cartográfica (1:25 000): San Nicolás de Bari.

Se muestreo en cada finca 30 cm de profundidad. El perfil de suelos en la finca Roma se describió según las

normas del Manual para la Descripción de Perfiles de Suelos de Cuba (6). Las muestras de suelo se analizaron en el laboratorio de análisis químico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) e Instituto de Ciencia Animal (ICA) los siguientes parámetros:

- Composición mecánica por el método de Bouyoucos modificado, aplicando pirofosfato de sodio para eliminar materia orgánica e hidróxido de sodio como dispersante.
- Textura según la composición mecánica de las partículas del suelo (arenas, limos y arcillas) mediante el triángulo textural.
- Materia Orgánica por el método de combustión húmeda (7).
- pH por potenciometría en la relación suelo/agua 1:2,5.
- Calcio y magnesio intercambiables por el método de extracción con acetato de amonio y valoración con EDTA. Se hizo el cálculo de la relación Ca/Mg.
- Fósforo y Potasio por el método de Oniani.
- El color de suelo se determinó por la Tabla de Colores Munsell (8).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características morfológicas del perfil de suelo

En la (Tabla 1) se aprecia el formato de descripción del perfil. Según el diagnóstico el perfil es del tipo A-Bfral-B<sub>3</sub>R, el proceso de formación es Ferralitización, los horizontes de diagnóstico son, principal: Ferrálico y, secundario: Argílico; las características de diagnóstico son de color rojo. Se propone para la próxima actualización de la Clasificación del Suelo de Cuba incluir el Ferrálico Rojo Lixiviado pedocutánico (no está en la clasificación).

El diagnóstico de campo por el perfil muestra que es del tipo ABtR, lixiviado con muchos cutantes, sustentado de roca caliza (Figura 1). Es un suelo rojo profundo sobre caliza, con horizonte Bt argílico, pero resulta notable la presencia de gravas oscuras pequeñas al parecer de roca ultrabásica en el horizonte A y la presencia de abundantes cutanes en el horizonte Bt, que parecen más de presión que de lixiviación. Por otra parte, la estructura del horizonte A (Figura 2), no es típica de suelos Ferrálicos Rojos Lixiviados bajo pastizales como los del Municipio de San José de Las Lajas. Igualmente, la estructura del Horizonte Bt (Figura 3), es diferente, aquí es de bloques angulares en forma de cuñas diferentes a la estructura poliédrica típica de los suelos Ferrálicos Rojos Lixiviados (Tabla 1).

Por otra parte, en la Figura 4 se muestra la estructura poliédrica típica de los suelos Ferrálicos Rojos lixiviados del Municipio de San José de las Lajas.

Las características morfológicas del perfil estudiado no son de suelos Ferrálicos Rojos Lixiviados, caracterizan a un suelo Ferrálico Rojo Lixiviado. Este tipo de suelo no está en la versión de Clasificación de los Suelos de Cuba del 2015 (11), por lo que se recomienda incluirlo en la próxima revisión y además con el subtipo pedocutánico.

**Tabla 1.** Planilla para la descripción del perfil

<b>No. Perfil:</b> Cary 1		
<b>Fecha:</b> 22 febrero 2022		
<b>Descrito por:</b> Alberto Hernández, María Caridad González y Rodolfo Guillama		
<b>Clasificación del suelo</b>		
Cubana (2): Ferrálico Rojo Soil Taxonomy (9): Udic Rhodustalf World Reference Base (10): Nitisol ródico, lítico, éutrico		
<b>Localización</b>		
Coordenadas (según Lambert): N: 329,500 E: 406,500		
Altura (m s. n. m.): 25		
Municipio: San Nicolás de Bari		
Provincia: Mayabeque		
País: Cuba		
<b>Factores de formación</b>		
Posición fisiográfica del lugar: Llanura denudativa		
Topografía del terreno circundante: Llano		
Microrrelieve: En surcos		
Pendiente donde se tomó el perfil: < 2 %		
Vegetación o uso de la tierra: Cultivos desde hace 5-6 años, pero se tomó el perfil en pastos		
<b>Clima:</b> Tropical subhúmedo		
Precipitación anual (en mm): 1300    Temperatura media anual (en °C): 23,8°C		
<b>Material de origen:</b> Materiales transportados y caliza dura miocénica		
<b>Tiempo:</b> Cuaternario antiguo		
<b>Drenaje:</b> Superficial: Bueno; Interno: Regular		
<b>Estado de la superficie del terreno:</b> Pequeños surcos		
<b>Descripción del perfil</b>		
Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A <sub>11</sub>	0 - 15	Color 5YR3/3, pardo rojizo oscuro, arcilloso, estructura de bloques subangulares de 5-10 cm, que se desmenuzan fácilmente, compactado, seco, con mediana cantidad de poros finos, con raíces que llegan hasta 25 cm de profundidad, presencia de gravas pequeñas de color oscuro, sin reacción al HCl, transición algo notable.
A <sub>12</sub>	15 - 25	Color 2,5YR3/4, pardo rojizo oscuro, un poco más arcilloso, estructura de bloques subangulares de 3-5 cm de profundidad, compactado, fresco, con mediana cantidad de poros finos, con raíces, con gravas pequeñas de color oscuro, sin reacción al HCl, transición notable
B <sub>1t</sub>	25 - 46	Color 10R4/4, rojo débil, más arcilloso, estructura de bloques angulares de 3 cm y granular, friable, ligeramente húmedo, con muchos poros finos, sin raíces, sin gravas pequeñas oscuras, con cutanes, sin reacción al HCl, transición notable
B <sub>2t</sub>	46 - 90	Color 10R3/6, rojo oscuro, con muchas caras brillantes, un poco más arcilloso, estructura de bloques angulares de 3-5 cm, friable y algo plástico, un poco más húmedo, con muchos poros finos, con abundancia de cutanes, muchos de ellos parecen de presión, sin raíces, sin reacción al HCl, transición notable
B <sub>3R</sub>	90 - 100 a más	Suelo mezclado con afloraciones de roca caliza dura

Es notable la cantidad de cutanes del horizonte B<sub>2t</sub> en este perfil. Posible incluir como un diagnóstico cutánico en próxima versión de Clasificación de Suelos de Cuba



**Figura 1.** Perfil del suelo estudiado en la Finca "Roma"



**Figura 2.** Estructura de bloques prismáticos sin caras de deslizamiento, del horizonte A del suelo Ferrálico en la Finca La Roma





**Figura 3.** Estructura de bloques angulares horizontales del perfil estudiado



**Figura 4.** Estructura poliédrica con cutanes típica de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados

### Composición mecánica del perfil

En la composición mecánica del perfil es notable la cantidad de arcilla, que llega en el horizonte Bt hasta 80 % (Tabla 2). El aumento del contenido en arcilla coincide con lo que en la Soil Taxonomy define como horizonte argílico (9); adoptado en nuestra clasificación de suelos de Cuba (2) pero aún es más notable la cantidad de arena en el suelo, sobre todo en la parte superior del perfil donde llega a alcanzar hasta 25,37 %. Por el triángulo textural se calcula la textura del suelo que es arcillosa en todo el perfil, aumentando hasta 15 % en el horizonte Bt lixiviado.

### Algunas características químicas

La reacción del suelo (pH), es ligeramente superior a neutral, disminuyendo ligeramente en profundidad (7, 4). El contenido en materia orgánica es mediano, aunque alcanza hasta 3,1 % hasta 25 cm de profundidad, lo que indica que el productor es posible esté haciendo aplicaciones de abonos orgánicos, lo cual es una medida beneficiosa al suelo (Tabla 3).

Resulta muy importante el contenido en calcio y magnesio del suelo, cuya suma llega a alcanzar entre 22,5 a

26,0  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$ , aumentados en profundidad. Según la clasificación de suelos de Cuba esta cantidad de cationes de calcio y magnesio no se corresponde con la ferralitización, ya que en la profundidad de 25-46 cm, tiene una suma de 25,0  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$ , con un contenido en arcilla de 80,19 %, si se lleva a 100 % sería de 31,17  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$ , muy superior al límite de la ferralitización, que es de 20 centimoles en arcilla (11).

Todo parece indicar que estamos ante un perfil de suelo Ferrálico, ya que realmente no hay un proceso de ferralitización completo (1). Como estos suelos están en el límite entre los suelos Ferralíticos y los clasificados antes como Oscuros Plásticos, según el mapa de suelos 1:25 000 (4), con un diagnóstico que no es propio de los suelos Ferralíticos, se clasifica este perfil como Ferrálico Rojo Lixiviado, el cual no está en la última versión de clasificación de suelos de Cuba (6). Se podría proponer como subtipo háplico, pero con la cantidad de cutanes de lixiviación o argilanes (son revestimientos de arcilla, que se observan como superficies brillosas que se forman en la cara de los agregados en forma de un laqueado o barniz, pero en tamaño relativamente pequeño) que tiene se propone como cutánico, con el género éutrico, formado de roca caliza y materiales transportados, especie profunda, variedad arcillosa.

**Tabla 2.** Composición mecánica y textura del perfil Cary 1

Horizonte	Profundidad (cm)	(%)			Textura
		Arena	Limo	Arcilla	
A <sub>11</sub>	0 - 15	25,37	10,28	64,35	Arcillosa
A <sub>12</sub>	15 - 25	21,53	7,28	71,19	Arcillosa
B <sub>1t</sub>	25 - 46	17,53	2,28	80,19	Arcillosa
B <sub>2t</sub>	46 - 90	17,53	3,28	79,19	Arcillosa

**Tabla 3.** Características químicas del perfil Cary 1

Profundidad cm	pH H <sub>2</sub> O	MO %	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Suma
			cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>				
0 - 15	7,4	3,3	19,5	3,0	Nd	Nd	22,5
15 - 25	7,1	3,1	21,5	2,8	Nd	Nd	24,3
25 - 46	7,2	2,1	21,5	3,5	Nd	Nd	25,0
46 - 90	6,9	1,1	2325	3,7	Nd	Nd	26,2

Nd: no determinado

## Resultados del muestreo de suelos en Fincas de Nueva Paz

Las características químicas del suelo de estas dos fincas, se muestran en la [Tabla 3](#). El pH de los suelos de las fincas es adecuado, con valores entre 6 y 7, el contenido en materia orgánica se valora de mediano, entre 3 y 4, según el Manual para descripción de perfiles de suelo (6).

Estos valores de pH y de materia orgánica son característicos de un suelo Ferralítico. Sin embargo, los valores de la suma de cationes intercambiables resultan más alta, mayor de  $20 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  en todos los casos, lo que indica que el suelo no es Ferralítico, sino Ferrálico.

Los resultados anteriores, muestran que los suelos cartografiados y clasificados como Ferralíticos Rojos en esta región no lo son, sino que son Ferrálicos, con un proceso de lixiviación, el cual se evidencia por la presencia de cutanes, así como por la presencia de un horizonte argílico, demostrado por la composición mecánica del suelo. Esto conlleva a la hipótesis que en el ecosistema de la llanura denudativa de Mayabeque con suelos Ferralíticos Rojos, en contacto con el ecosistema de la llanura denudativa con suelos Vertisoles, Gleysols y Fluvisols, hay suelos Ferrálicos, al parecer, formados a partir de la caliza miocénica y materiales transportados con arcilla del tipo 2:1, que da lugar a un contenido un poco más alto en bases cambiables que en los suelos Ferralíticos y presencia de una estructura no típica de estos suelos.

Los cambios en las propiedades de los suelos por el cultivo continuado en el caso de los Ferralíticos Rojos Lixiviados, ha sido estudiado en los últimos años. Se ha podido determinar ganancia y pérdidas de carbono orgánico en esos suelos bajo diferentes formas de uso (12, 13). Además, cómo cambian las propiedades de estos suelos por el cultivo continuado (14-18); lo cual se aplica en la clasificación de suelos de Cuba 2015, con la clasificación de subtipos de suelos agrogénico (2).

Es importante destacar que los atributos para la clasificación de suelos afectados por influencia antropogénica no se encuentran contemplados en las clasificaciones mundiales, como la Soil Taxonomy (7) y la World Reference Base (8). Esto fue señalado en la Conferencia Internacional de Clasificación de Suelos

celebrada en 2022 en Querétaro, México. Durante esta conferencia, se presentaron ponencias que demostraron la imposibilidad de aplicar estas clasificaciones a suelos cuyas propiedades han sido transformadas por la acción humana, según estudios realizados en suelos de Polonia (19, 20) y México (21). Este problema no ocurre con la versión actual de la Clasificación de Suelos de Cuba (2).

Por las propiedades que se diagnostican, en este trabajo, el suelo clasificado como Ferrálico, no parece tener un proceso de degradación al igual que ocurre con muchas áreas de suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la región de San José de las Lajas, ya que no hay piso de arado ni una disminución aguda en el contenido en materia orgánica.

## CONCLUSIÓN

Se demuestra que los suelos estudiados no son Ferralíticos sino Ferrálicos, clasificándose como tipo genético Ferrálico Rojo Lixiviado. El área de distribución de este suelo se encuentra en el ecosistema de la llanura denudativa con suelos Ferralíticos en el límite sur con la llanura acumulativa con suelos Vertisoles, Gleysols y Fluvisols del sur de la provincia de Mayabeque. Además, se constata la presencia de un horizonte argílico con numerosos cutanes, una característica no descrita anteriormente en suelos cubanos.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario continuar haciendo estudios de caracterización de suelos clasificados como Ferralíticos en esta región para precisar si son o no de ese Agrupamiento.
2. El Servicio de Suelos y Fertilizantes de la provincia de Mayabeque debe realizar estudios de cartografía y clasificación de suelos para el reordenamiento del mapa de suelos en esa región.
3. Se propone incluir en la próxima versión de clasificación de suelos de Cuba los atributos, lixiviado y pedocutánico para el subtipo de suelos.
4. Se debe buscar resultados de la producción agrícola (rendimientos y tecnologías de manejo) en la región, pues los suelos Ferrálicos deben resultar más fértiles que los Ferralíticos.

**Tabla 4.** Características químicas de los suelos muestreados en las Fincas de Nueva Paz

Finca	Profundidad cm	MO %	pH		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CCB	Ca/Mg
			H <sub>2</sub> O	KCl						
San Antonio	0 - 10	3,46	6,3	5,1	18,5	9,0	0,04	0,04	28,02	2,1
	10 - 20	2,99	6,1	5,7	17,5	3,5	0,06	0,06	21,40	5,0
	20 - 30	2,60	6,4	5,5	14,0	4,5	0,06	0,06	18,95	3,1
2 de Mayo	0 - 10	3,44	6,4	5,5	19,5	6,0	0,04	0,01	25,50	3,3
	10 - 20	3,37	6,4	5,3	15,5	5,0	0,06	0,02	20,58	3,1
	20 - 30	3,26	6,7	5,7	15,5	13,0	0,06	0,01	28,57	1,2

MO: materia orgánica; CCB: capacidad de cambio de bases

## BIBLIOGRAFÍA

- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J.M.; Mesa-Nápoles, Á.; Fuentes-Alfonso, E. y Bosch-Infante, D. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. [en línea], AGRINFOR, edit. Instituto de Suelos, 1999, p. 64. Available from: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2946>.
- Hernández Jiménez, A.; Pérez Jiménez, J.M.; Bosch Infante, D.; y Castro Speck, N. Clasificación de los suelos de Cuba 2015 [en línea], 1.ª ed., edit. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Cuba, 2015, p. 91, ISBN 978-959-7023-77-7, [Consultado: 21 de marzo de 2024]. Available from: <https://isbn.cloud/9789597023777/clasificacion-de-los-suelos-de-cuba-2015/>.
- Instituto de Suelos. Mapa Genético de los Suelos de Cuba. (ser. 19 hojas a color), [1:250 000], edit. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1971, [Consultado: 20 de marzo de 2024]. Available from: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/republic-de-cuba-mapa-genetico-de-suelos-escala-1-250000-19-maps-17-15>.
- Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes. *Mapa de los suelos de Cuba a escala 1: 25 000*, edit. Ministerio de la Agricultura, 1990.
- Reyes Pérez, Y. K.; Hernández Jiménez, A.; y Márquez Díaz, G. "Ecosistemas y Suelos como fundamento para la producción de alimentos en la Provincia de Mayabeque", IV Encuentro Científico Nacional de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible, Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba, 2024.
- Hernández Jiménez, A.; Pérez Jiménez, J. M.; Morales Díaz, M.; Carnero Lazo, G.; Bosch Infante, D.; Cabrera Rodríguez, J.A.; González Cañizares, J.; Bernal Fundora, A.; Rivero Ramos, L.; López Pérez, D.; y Vargas Blandino, D. Manual para la descripción de perfiles de suelos de Cuba [en línea], 2023, p. 82, ISBN 978-959-7023-77-7. Available from: <http://ediciones.inca.edu.cu/>.
- Walkley, A. y Black, I.A. "An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method", *Soil science*, vol. 37, no. 1, 1934, pp. 29-38.
- Soil Color Charts Book Includes Over 10 Munsell Soil Color Charts | Munsell Color System; Color Matching from Munsell Color Company [en línea], 2021, [Consultado: 25 de junio de 2024]. Available from: <https://munsell.com/color-products/color-communications-products/environmental-color-communication/munsell-soil-color-charts/>.
- Soil Survey Staff. *Keys to Soil Taxonomy* [en línea], 13th ed, edit. USDA-Natural Resources Conservation Service, 2022, p. 401, [Consultado: 22 de abril de 2024]. Available from: <https://www.nrcs.usda.gov/resources/guides-and-instructions/keys-to-soil-taxonomy>.
- IUSS Working Group WRB *World Reference Base for Soil Resources*. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. [en línea], 4th edition, International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria, 2022, p. 236, [Consultado: 22 de abril de 2024]. Available from: [https://wrb.isric.org/files/WRB\\_fourth\\_edition\\_2022-12-18.pdf](https://wrb.isric.org/files/WRB_fourth_edition_2022-12-18.pdf).
- Hernández, J.A. ; Pérez, J.J.M. ; Bosch, I.D. y Castro, S.N. "Clasificación de los suelos de Cuba 2015", Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA, vol. 93, 2015, p. 91.
- Hernández-Jiménez, A. ; Vargas-Blandino, D. ; Bojórquez-Serrano, J.I. ; García-Paredes, J.D. ; Madueño-Molina, A. y Morales-Díaz, M. Carbon losses and soil property changes in ferralic Nitisols from Cuba under different coverages, *Scientia Agrícola*, vol. 74, 2017, pp. 311-316.
- Carnero-Lazo G.; Hernández-Jiménez A.; Terry-Alfonso E. y Bojórquez-Serrano, J.I. Changes in organic carbon stocks in lixiviated red ferralitic soils from Mayabeque, Cuba. *Rev. Bio.* vol. 6, 1 de enero de 2019, DOI [10.15741/re-vbio.06.e564](https://doi.org/10.15741/re-vbio.06.e564).
- Bernal-Fundora, A. y Hernández-Jiménez, A. Influencia de diferentes sistemas de uso del suelo sobre su estructura, *Cultivos Tropicales*, vol. 38, no. 4, diciembre de 2017, pp. 50-57, ISSN 0258-5936.
- Jiménez, A.H. ; Díaz, M.M. ; Rodríguez, J.A.C. ; Blandino, D.V. ; Planes, F.M. ; Monzote, F.F. ; Fundora, A.B. ; Cañizares, P.J.G. ; Benítez, Y.B. ; Lazo, G.C. ; Fundora, Y.H. ; Vidal, Z.T. y Torre, D.G. de la. Degradación de las propiedades de los suelos ferralíticos rojos lixivados de la Llanura Roja de la Habana, por el cultivo continuado. Algunos resultados sobre su mejoramiento, *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, vol. 9, no. 3, 2019, pp. 650-650, ISSN 2304-0106.
- Grandio de Armas, D.; Hernández Jiménez, A.; Bernal Fundora, A.; Carnero Lazo, G.; y Alejandro Hernández, Y. "Caracterización y génesis del "Piso de Arado" en el suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (FRL)" [en línea], Nuevos resultados sobre el cambio de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la "Llanura Roja de la Habana, edit. Ediciones INCA, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2020, pp. 69-95. Available from: <http://ediciones.inca.edu.cu>.
- Hernández Fundora, Y.; Hernández Jiménez, A.; Cabrera Dávila, G.; y América Socarrás, A. "Impactos del cultivo continuado en la fauna del suelo FRL en huertos intensivos de la agricultura urbana del municipio Boyeros." [en línea], Nuevos resultados sobre el cambio de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la "Llanura Roja de la Habana. Ediciones INCA, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2020, pp. 33-68. ISBN 978-959-7258-04-9. Available from: <http://ediciones.inca.edu.cu>.
- Hernández Jiménez, A. ; Morales Díaz, M. ; Carnero Lazo, G. ; Hernández Fundora, Y. ; Terán, Z. ; Grandio de Armas, D. ; Bojórquez Serrano, J.I. ; Bernal Fundora, A. ; García Paredes, J.D. y Terry Alfonso, E. Nuevos Resultados sobre el cambio de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la Llanura Roja de la Habana, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas del Ministerio de Educación Superior de Cuba. Ediciones INCA, 2020. Available from: <http://ediciones.inca.edu.cu>.

19. Switoniak, M. Diverseness of soil units according to WRB developed as a result of truncation in north Poland [en línea], VI Conferencia Internacional de Clasificación de Suelos, Querétaro, México, 2022. Available from: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.youtube.com/watch%3Fv%3DGL1Q\\_dCMx3o&ved=2ahU-KEwj72fSDk\\_eGAxVF5MkDHb50CvMQtwJ6BAgOEAI&usg=AOvVaw1Y9nWciNu2Nc1LzmUfJ4uq](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.youtube.com/watch%3Fv%3DGL1Q_dCMx3o&ved=2ahU-KEwj72fSDk_eGAxVF5MkDHb50CvMQtwJ6BAgOEAI&usg=AOvVaw1Y9nWciNu2Nc1LzmUfJ4uq).
20. Waroszewski, J. Trajectories of thick-humus rich soils transformations under erosion and deposition processes un the southern west and southern Poland [en línea]. VI Conferencia Internacional de Clasificación de Suelos, Querétaro, México, 2022. Available from: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.youtube.com/watch%3Fv%3DfdgNzMLGpRA&ved=2ahU-KEwjM9M2umfeGAxV-4MkDhX6pDQ0QwqsBegQICRAF&usg=AOvVaw10bwnQmf-Ge64tH6Cucx75>.
21. Solleiro, E. Soil degradation in the Basin of Mexico: the problems of classification [en línea], VI Conferencia Internacional de Clasificación de Suelos, Querétaro, México, 2022. Available from: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.youtube.com/watch%3Fv%3Dgj1p4fKas1I&ved=2ahUKEwjxtXDmPeGAxWQHNAFWo8ASgQtwJ6BAgOEAI&usg=AOvVaw0fTM8Aappan-l35htzEPHI>.