

## VALORACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS FERRALÍTICOS ROJO LIXIVIADOS EN LA LOCALIDAD LA CUEVA DEL MUNICIPIO VIÑALES

### ASSESSMENT OF SOME PHYSICAL-CHEMICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE LEACHED RED FERRALITIC SOILS IN THE LOCALITY OF LA CUEVA OF THE VIÑALES MUNICIPALITY

José Reinaldo Díaz Rivera<sup>1\*</sup>, Juan Daniel Rodríguez Hernández<sup>2</sup>, Miguel Antonio Sarmiento Gómez<sup>3</sup>, Ana María Castro Barrio<sup>4</sup>, Yoel Martínez Maqueira<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de Pinar del Río. Departamento Agronomía de Montaña. Cuba. CP 20100.

<https://orcid.org/0009-0008-0743-9003>

<sup>2</sup>Universidad de Pinar del Río. Departamento Agronomía de Montaña. Cuba. CP 20100.

<https://orcid.org/0009-0004-1079-2301>

<sup>3</sup>Universidad de Pinar del Río. Departamento Agronomía de Montaña. Cuba. CP 20100.

<https://orcid.org/0000-0002-8560-9661>

<sup>4</sup>Centro de Investigación y Servicios Ambientales (ECOVIDA), Pinar del Río, Cuba. CP 20100.

<https://orcid.org/0000-0002-2809-6396>

<sup>5</sup>Centro de Investigación y Servicios Ambientales (ECOVIDA), Pinar del Río, Cuba. CP 20100.

<https://orcid.org/0000-0002-8687-0917>

\*Autor para la correspondencia (e-mail): [reynaldojrd@upr.edu.cu](mailto:reynaldojrd@upr.edu.cu)

Recibido para su publicación: 18/12/2023 - Aceptado para su publicación: 20/03/2024

#### Resumen

Investigaciones desarrolladas en la localidad de Viñales, provincia de Pinar del Río, revelaron las manifestaciones del grado de modificación de algunas propiedad físico-químicas y químicas que están teniendo en la actualidad los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados; situación que puede alcanzar relevancia en el sector occidental de la provincia por cuanto los mismos tienen una gran importancia agrícola ya que se distribuyen en las regiones de mayor producción. Hasta el presente, los métodos e índices diagnósticos empleados para evaluar los suelos en estos territorios, no siempre ha tenido en cuenta la fase de morfogénesis presente, lo cual ha estimulado su degradación en la fertilidad. La investigación demuestra la disminución de la Capacidad de Cambio Catiónico, Capacidad de Cambio de Bases y de los niveles de Fósforo, Potasio como macroelementos primarios y Calcio y Magnesio como macroelementos secundarios relacionado con el uso y manejo que han tenido, así como la poca aplicación de medidas de conservación y mejoramiento de suelo lo que incide directamente en la pérdida de la fertilidad y por ende de la capacidad productivas de estos suelos.

*Palabras clave:* suelo, Ferralíticos Rojos Lixiviados, propiedades químicas, Viñales, Fertilidad.

#### Abstract

Research carried out in the town of Viñales, province of Pinar del Río, revealed the manifestations of the degree of modification of some physical-chemical and chemical properties that the Leached Red Ferralitic soils are currently having; a situation that may reach relevance in the western sector of the province because they have great agricultural importance since, they are distributed in the regions with the highest production. Until now, the diagnostic methods and indices used to evaluate the soils in these territories have not always considered the present morphogenesis phase, which has stimulated their degradation in fertility. The research demonstrates the decrease in the Cationic Exchange Capacity, Base Exchange Capacity and the levels of Phosphorus, Potassium as primary macro elements and Calcium and Magnesium as secondary macro elements related to the use and management they have had as well as the little application of soil conservation and improvement measures, which directly affects the loss of fertility and therefore the productive capacity of these soils.

*Keywords:* soil, Leached Red Ferralitic, chemical properties, Viñales, Fertility.

## INTRODUCCIÓN

Durante su formación, el suelo en condiciones naturales de los ecosistemas adquiere propiedades en equilibrio con el medio. No obstante, el hombre requiere de la producción de alimentos y materias primas, con lo cual surge la

agricultura, que conlleva al cambio de los bosques naturales iniciales a áreas de cultivos o pastizales. Estos cambios indiscutiblemente provocan cambios en las propiedades de los suelos (Martín, 2018).

Una de las funciones económicas del suelo es proporcionar y mantener una buena productividad de los cultivos. El manejo de los suelos, bajo esta premisa, deberá tender a sostener y a mejorar la calidad de este recurso natural. Para cuantificarla, se pueden usar indicadores que deben ser medidos para la evaluación de las propiedades físicas, químicas y biológicas, los que deberán ser fáciles de determinar y sensibles a los cambios que generan las prácticas de manejo. (Marelli, 2017).

Una de las causas principales de la degradación de los suelos en América Latina es, sin dudas, la aplicación de técnicas de labranzas inadecuadas, con el consiguiente deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos; la disminución de los rendimientos agrícolas y, más importante aún, el deterioro del medioambiente (González-Guillot, 2020).

Los indicadores químicos de calidad de suelo se refieren a las condiciones de este tipo, que afectan las relaciones suelo-planta, la reserva y calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, y la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y los microorganismos. Entre los indicadores químicos de calidad de suelo se encuentran comúnmente la disponibilidad de nutrientes, el contenido de carbono orgánico total y carbono orgánico lábil, el pH, la capacidad de fijación de fosfatos, la conductividad eléctrica, la capacidad de intercambio catiónico, contenido de nitrógeno total y mineralizable y de materia orgánica (Gutiérrez, 2018).

Los suelos ferralíticos rojos y ferralíticos rojos lixiviados sobre las llanuras cárnicas en Cuba se cultivan desde el siglo XVIII con cierta intensidad (tabaco, café, caña de azúcar). Por esta razón, ya desde 1916, Crawley planteó la necesidad de mejorar su fertilidad mediante la aplicación de abonos. Teniendo en cuenta los dos problemas principales existentes en la edafología actual: los problemas de degradación del suelo y la problemática del cambio climático (Díaz *et al.*, 2019).

Todos estos antecedentes han incidido a que los suelos ferralíticos rojos hayan tenido cambio en sus propiedades, por lo que el siguiente trabajo tiene como objetivo: evaluar la dinámica de algunas propiedades físicoquímicas y químicas de los suelos ferralíticos rojos lixiviados del sector occidental del municipio de Viñales.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Ubicación geográfica**

La finca La Cueva de la CCS José Caridad Crespo en el Consejo Popular San Vicente, con una superficie total de 2 ha dedicada a la producción principalmente de hortalizas, frutales, plantas ornamentales, además de cultivos varios como frijol, maíz y otros. Sus productores principales son Yosbiel Lázaro Fernández Martínez y Yosbel Fernández Martínez. Es válido destacar que en esta finca posee un pequeño Orquideario donde conservan numerosos y diversos ejemplares de epífitas, y trabajan en función de rescatar especies de plantas tropicales que cada vez son menos frecuentes de encontrar en los campos cubanos, tales como la carambola, la granada, la grosella y otras.

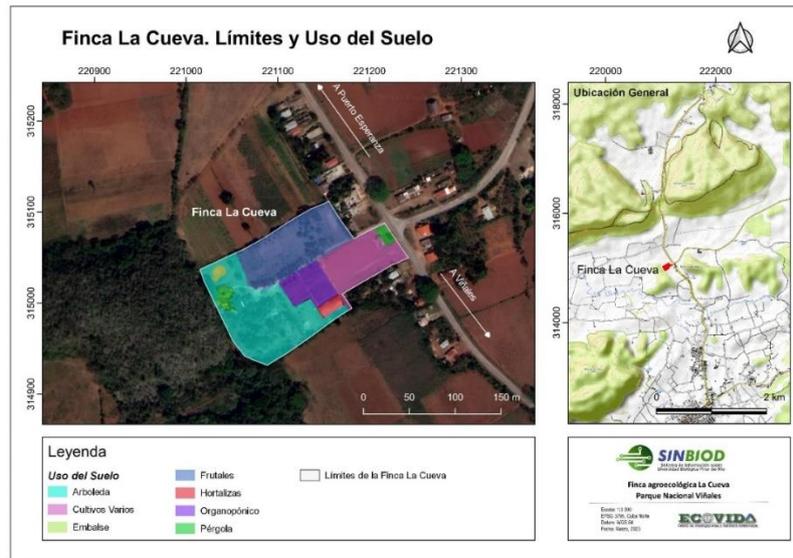


Figura 1. Finca La Cueva. Límites y Uso del Suelo.

Figure 1. La Cueva Estate. Limits and Land Use.

Fuente: (Informe Técnico del proyecto PT122PR002-008, enero – junio del 2023).

Source: (Technical Report of the project PT122PR002-008, january – june 2023).

### Régimen Climático

La región presenta un régimen climático que puede ser considerado como tropical de humedad alternante con un período largo lluvioso y uno menos húmedo (seis meses). En general, la estación de las lluvias se extiende de mayo a octubre y el período menos húmedo se extiende de noviembre a abril. Se estima que la cantidad de precipitaciones que anualmente caen oscila de 1 600 a 1 800 mm (Estación Meteorológica Viñales, 2022), registrándose los máximos, en los meses de junio y septiembre y los mínimos en diciembre.

Mientras que en visita a la finca La Cueva, que linda el mogote Robustiano Izquierdo, la información de variables ambientales tomadas por un Kestrel a las 3:20 PM se tiene:

- Velocidad del Viento: 2.0 km/h
- Temperatura: 30.5 grados Celsius
- Humedad relativa: 70.3 %
- Índice de calor: 37.0 grados Celsius
- Punto rocío: 24.7 grados Celsius
- Presión barométrica: 1004.0 mb
- Altura snmm: 103 m.

Lo cual corrobora la existencia de microclimas, asociadas a la presencia de los mogotes y por ende a las fincas situadas en torno a estos, que benefician las condiciones meteorológicas favorables para la agricultura.

Además de ello se ha realizado un listado de la vegetación de mogotes y especies de la flora asociadas observadas, en asociación con los cultivos existentes en cada finca que propicia una interrelación de armonía ecológica entre el ecosistema de mogote y área agrícola, siendo zona intermedia la vegetación al pie del mogote.

Las coincidencias observadas en las especies de la vegetación y su asociación a los cultivos, las condiciones bioclimáticas, geológicas y del suelo constituyen el soporte para demostrar la conectividad del paisaje y la integración del manejo de estas fincas agrícolas en la gestión de la conservación en el Parque Nacional Viñales.

### **Cobertura Edáfica**

Los diferentes tipos de suelos presentes, de acuerdo con la versión digital del Mapa Nacional de Suelos escala 1:25 000 (Paneque *et al.*, 1991), corresponden al Agrupamiento Ferralítico Rojo Lixiviado típico (Hernández *et al.*, 2015), donde el proceso de ferralitización es predominante. Asimismo, el Instituto de Suelos (1980), evalúa la cobertura con aptitudes favorables para la agricultura con erosión en general leve, con buenas condiciones para el laboreo mecánico, pudiendo requerir eventualmente obras de drenaje, especialmente en aquellos sectores donde la morfogénesis cársticas ha originado el desarrollo y evolución secuencial de depresiones superficiales (dolinas y úvalas), con dimensiones variables.

### **Vegetación natural y de cultivo**

Hoy en día resulta difícil y prácticamente imposible describir la vegetación primaria en los territorios objeto de estudio, ya que ha sido progresivamente reemplazada por una vegetación secundaria y de cultivos económicos, como resultado de que, desde hace más 150 años, los suelos rojos desarrollados en ambientes de laderas han sido explotados de manera intensiva con fines agrícolas (Maura y Febles, 2018; Febles *et al.*, 2022). La cubierta vegetal actual (Capote, 1984), se clasifica como de alternancia de vegetación de cultivos, con sectores de vegetación arbustiva. No obstante, en los mogotes ha predominado por su inaccesibilidad, la vegetación natural con especies tales como La Ceiba (*Cedrela Odorata*), La Palma Real (*Roystonea regia*), La Casia (*Acacia baileyana*) y el Pino (*Pinus caribaeae var caribaeae*), además del interés conservacionista que en años recientes han tenido estos complejos naturales para toda la nación.

El agroecosistema investigado en los últimos 35 años está siendo objeto de una explotación intensiva por cultivos de interés económico principalmente el tabaco (*Nicotiana tabacum*), y maíz (*Zea mays*), a los que le suceden la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*); yuca (*Manihot manihot*) y el boniato (*Ipomea batata*) entre otros que suceden fundamentalmente.

### **Actividad socioeconómica**

Resulta evidente que los productores a lo largo del manejo y explotación de los suelos han tenido cierta preferencia por el cultivo del tabaco, seleccionando por experiencia y tradición los suelos generalmente con mejores aptitudes, aunque prácticas inadecuadas de preparación a favor de la pendiente, excesivo número de labores, la ausencia de rotación de cultivos, poca utilización de enmiendas químicas y orgánicas han inducido la erosión de los suelos.

### **Descripción de perfiles y toma de muestras de suelos:**

- a. Selección de perfiles principales y puntos de control en los tercios superior, medio e inferior en las flexuras del micro relieve. Descripción morfológico – genética de los horizontes de los suelos.

- b. Toma de muestras por profundidades cada 10 cm. a partir de la superficie hasta la profundidad de los horizontes de diagnóstico erosivo A+B 0-50c m. De ese nivel en adelante, cada 20 cm. hasta profundidades nunca inferiores al metro.
- c. Selección en el transepto o topo secuencia de los perfiles con horizontes completos (sin erosión aparente), en calidad de perfiles de referencia o patrones.
- d. Utilización de la nueva versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015).

### Métodos analíticos

Los métodos utilizados para la caracterización física, fisicoquímica y química de los suelos se exponen en la Tabla 1.

Tabla 1. Métodos analíticos empleados para evaluar las propiedades de los suelos.

Table 1. Analytical methods used to evaluate soil properties.

Determinación	Método
<b>Químicas</b>	
pH (H <sub>2</sub> O) y pH (KCl)	Potenciométrico (1: 2.5)
Materia orgánica	Walkley y Black
Fósforo y Potasio	Machiguin
Calcio y Magnesio	Por su valor con sal EDTA
Capacidad de cambio de bases (S) y Capacidad de intercambio catiónico	Schatschabell

Fuente: (Elaboración Propia).

Source: (Self-made).

### Base cartográfica y otros materiales empleados

Base Cartográfica	Escala
Hojas topográficas de los territorios	1: 10 000
Hojas topográficas digitales de los territorios	1: 25 000
Modelo Digital de Elevaciones	1: 25 000
Mapa digital de suelos	1: 25 000
Mapas digitales de uso de los suelos	1: 25 000
Mapas geológico digital	1:100 000
Mapas de erosión actual y potencial del Nuevo Atlas Nacional de Cuba	1:200 000

### Tablas de colores Munsell (USDA, 1973)

- Descripciones de perfiles y tablas de propiedades de los suelos de las unidades morfoedafológicas.
- Nueva versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015).
- Mapas de erosión de los suelos (Febles, 2019).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de las propiedades químicas

Tabla 2. Evaluación de los resultados del estudio de suelo realizado en la Finca La Cueva.

Table 2. Evaluation of the results of the soil study carried out on The La Cueva farm.

M	Campesino	ha	pH	mg/100gr		%	Cationes Intercambiables (cmol kg <sup>-1</sup> )						
		Área	KCl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	M.O	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S	T	T-S

1	No.1 Horizonte A	1	6	8,92	25,69	3,28	7,2	1,16	0,06	0,55	8,97	9,99	1,02
2	No.1 Horizonte A-B	1	6,7	2,23	7,31	3,43	4,2	1,32		0,15	5,67	6,71	1,04
3	No.1 Horizonte B	1	5,8	1,89	3,75	2,88	4,4	1,3		0,09	5,79	7,06	1,27
4	No.2 Horizonte A	1	5,7	2,23	4,88	3,54	6,4	1,2		0,11	7,71	8,77	1,06
5	No.2 Horizonte A-B	1	5,9	1,89	3,38	4,46	9,2	1,44		0,07	10,7	11,79	1,08
6	No.2 Horizonte B	1	6	3,43	2,25	2,84	6	1,22		0,06	7,28	8,29	1,01

Fuente: (Instituto Provincial de Suelo, 2021).

Source: (Provincial Land Institute, 2021).

#### Perfil: C<sub>1</sub>

- **Coordenadas:**
- **Parte superior de la pendiente**
- **Municipio:** Viñales
- **Provincia:** Pinar del Río
- **Pendiente:** Lateral
- Ligeramente Erosionado.
- **Drenaje:** Bueno.
- **Estructura:** Granular.
- **Cultivos:** Granos (Frijol), Hortalizas (Col).
- **Material subyacente:** Calizas (Formación Viñales).
- **Clasificación:** Ferralítico Rojo Lixiviado típico; sobre corteza ferralítica medianamente desaturada.

Tabla 3. Descripción de los horizontes C<sub>1</sub> de la Finca La Cueva.

Table 3. Description of the C<sub>1</sub> horizons of La Cueva farm.

Profundidad Horizonte (cm)	DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES
A 0-42	Arcilla (2.5YR) Textura arcillosa ligeramente humado .Presencia de pequeñas raicillas (35%) con direcciones inclinadas dentro del horizonte. Se nota una buena actividad biológica con presencia de organismo como las hormigas y otros insectos. Presencia de partículas ferruginosa por todo el horizonte bien estructurado con una estructura granular, suelo plástico.
AB 42-58	Con una profundidad de 42 cm este horizonte de transición con coloración roja y arcilla (2.5 YR).Textura arcillosa, suelo suelto, con estructura más compactad. Presencia de partículas ferruginosa por todo el horizonte, presencia de organismo como las hormigas y otros insectos.
B 58-100	Arcilla de color (2.5 YR). Textura arcillosa, suelo más compactado, el porcentaje de raíces es menor llega hasta un 10 % Presencia de partículas ferruginosa en menor cantidad, suelo compactado.

Fuente: (Elaboración Propia).

Source: (Self-made).

#### Perfil: C<sub>2</sub>

- Coordenadas:
- Parte inferior de la pendiente.
- **Municipio:** Viñales.
- **Provincia:** Pinar del Río.

- **Pendiente:** Lateral.
- Ligeramente Erosionado.
- **Drenaje:** Bueno.
- **Estructura:** Granular.
- **Cultivos:** Frutales.
- **Material subyacente:** Calizas (Formación Viñales).
- **Clasificación:** Ferralítico Rojo Lixiviado típico; sobre corteza ferralítica medianamente desaturada.

Tabla 4. Descripción de los horizontes C<sub>2</sub> de la Finca La Cueva.

Table 4. Description of the C<sub>2</sub> horizons of La Cueva farm.

Profundidad Horizonte (cm)	DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES
A 0-40	Arcilla (2.5YR) Textura arcillosa ligeramente humado. Presencia de pequeñas raicillas (47 %) con direcciones inclinadas dentro del horizonte. Se nota una buena actividad biológica con presencia de organismo como las hormigas y otros insectos. Presencia de partículas ferruginosa por todo el horizonte, bien estructurado con una estructura granular, suelo suelto.
AB 40-69	Con una profundidad de 39 cm este horizonte de transición con coloración roja y arcilla (2.5 YR). Textura arcillosa, suelo suelto, con estructura más compactad. Presencia de partículas ferruginosa por todo el horizonte, presencia de organismo como las hormigas y otros insectos.
B 69-100	Arcilla de color (2.5 YR). Textura arcillosa, suelo más compactado, el porcentaje de raíces es menor llega hasta un 10 % Presencia de partículas ferruginosa en menor cantidad, suelo compactado.

Fuente: (Elaboración Propia).

Source: (Self-made).

### Influencia de la erosión en el comportamiento de las propiedades físico - químicas y químicas

El comportamiento de forma general de las propiedades físicas - químicas y químicas se asemeja a la formación de los procesos de Ferralitización bajo condiciones tropicales donde progresivamente la dinámica de formación al existir un ambiente de mayor estabilidad geomorfológica resulta de una importancia significativa en la transformación de las propiedades químicas y fisicoquímico de todos los perfiles resultados que coincide con los reportados por Cánepa Ramos (2016).

El pH del suelo tiene comportamiento bastante similar para todos los perfiles a partir de que existe nivel favorable para el desarrollo de los diferentes cultivos que se maneja debemos destacar que oscila 6.7 a 5.7 (Tabla.2) lo que significa que este intervalo se evalúa de ligeramente ácido para todas las profundidades excepto en el horizonte de transición AB donde llega a tener valores a la normalidad este comportamiento está relacionado con la cultura de mejorar este suelo que ha tenido los productores sobretodo de aplicar enmienda químicas que favorece el incremento de esta propiedad físico-químico. Existe correspondencia entre la diferencia T-S que indica que de la Capacidad de Cambio Catiónico el mayor porcentaje es de las Bases Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y K<sup>+</sup>.

En la fertilidad del suelo es fundamental que el Complejo Absorbente de Suelo CAS este abundante de base porque indica que este puede aportar a las plantas cantidades requeridas de bases que constituyen elementos esenciales para el desarrollo de los cultivos significa que a pesar de la disminución de la fertilidad total el suelo ha ido recuperando y adaptándose a los diferentes uso y manejo de tecnología que ha tenido frente al cambio climático.

La porción correspondiente a los suelos representado por el perfil C<sub>1</sub> (Ligeramente erosionado) de la (Tabla.3), inscrito en un segmento predominantemente lateral de la pendiente que desciende hacia la sección más estable de la pendiente, muestra un ligero movimiento de partículas que no llega a transformar los niveles de la profundidad de los horizontes como se aprecia en la profundidad de C<sub>1</sub> (Ligeramente erosionado) y el C<sub>2</sub> (Ligeramente erosionado).

En cuanto a los contenidos de Ca<sup>2+</sup> en esta Finca oscila entre 7,20 a 4.20 en los primeros horizontes (Tabla.2) contenido evaluado de alto y adecuado este comportamiento está relacionado con la poco manejo de estos suelo los que no han sido explotado con intensidad y por otro lado los aportes que han tenido de material orgánico junto con la siembra de leguminosa específicamente el Frijol por otro lado los contenidos de Mg<sup>2+</sup> son netamente inferiores en todo el perfil desde 1.16 a 1,44 ml/gramos de suelo este comportamiento está relacionado con el lavado que puede producirse con este elemento por su movilidad, también debemos tener en cuenta ello asociado además al uso histórico que estos suelos han estado sometidos unido a la aplicación de enmiendas químicas (enclado) y orgánica y al propio dinamismo de estos elementos para este tipo de suelo Ferralítico que se han caracterizado desde su formación por un lavado intenso de las bases a resultados similares arribaron Frómata (1984) y Reyes-Rodríguez (2016).

El K<sup>+</sup> asimilable en la generalidad de los casos se evalúa de bajo. La variabilidad que presenta este elemento en la capa superficial en la mayoría de los casos tiene entre otras causas la política de aprovechamiento de los nutrientes, en el horizonte A 0-42 donde se aprecia un incremento con respecto al resto de los horizontes este comportamiento puede estar relacionado con la influencia del N en la asimilación del K<sup>+</sup> asimilable que en muchas ocasiones este elemento puede verse reducido su accesibilidad por la plantas por los efectos del N por otro lado los cultivos que se han establecido como el Frijol y la Col no son cultivos que se caracterizan por gran desarrollo del sistema radicular y este elemento es asimilable en mayor cantidad cuanto mayor sea su sistema radicular por eso consideramos el aumento en los primeros niveles de profundidad lo que ha incidido que los niveles de este elemento sobre pase los 25 Cmol (+).Kg<sup>-1</sup>.

El comportamiento de la CCC muestra pocas variaciones manteniéndose estable y caracterizado con los valores más bajos de todo el transepto, de igual manera a medida que aumenta la profundidad tanto los contenidos de bases como la Capacidad de Cambio Catiónico, mientras que la CCB tiene un comportamiento un tanto contradictorio, especialmente a partir de los 40 cm., donde se advierte una disminución, lo cual pudiera estar relacionado con el lavado de las bases y el aumento del K<sup>+</sup> asimilable en los horizonte superficial (Perfil No.1).

La materia orgánica es un indicador de la recuperación de estos suelos antes el cambio climático y el uso de nuevas tecnologías esta propiedad muestra valores medios al nivel de profundidad de 40 cm. (Tabla.3), como del poco desarrollo del arrastre de partículas mecánicas coloidales en el sector ocupados por el perfil C<sub>1</sub> (Ligeramente erosionado) complementariamente la utilización de aportes por concepto de fertilización orgánica y algunos restos de cosecha y la rotación de cultivos. En este sentido se reafirma el papel preponderante atribuido a la materia orgánica, en lo referente a estabilidad de los agregados y su erodabilidad, coincidiendo con los reportes de John Louis (2017).

Respecto a los efectos de la modificación de las propiedades en el perfil C<sub>2</sub> (Moderadamente erosionado) se aprecia un ligero aumento en los porcentajes de la materia orgánica debido entre otras causas, a una mayor estabilidad del relieve. En efecto, en ambos perfiles al nivel de la capa arable (0 - 40 cm.), los contenidos promedios están comprendidos entre 4,46 % y 2,84 % respectivamente con tendencia a decrecer a medida que aumenta la profundidad.

Estos tenores en materia orgánica se evalúan de bajos para suelos dedicados a cultivos varios, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Djegui *et. al* (1992). Estos bajos niveles de materia orgánica sin lugar a duda están relacionados con un uso del suelo, caracterizado por la sucesión de cultivos, poco aporte de los residuos de cosecha y a la rápida mineralización que experimenta la materia orgánica favorecida por la buena aireación que caracteriza a estos suelos.

Por su parte la capacidad de intercambio de catiónico de estos perfiles ubicados respecto al perfil C<sub>1</sub> (Ligeramente erosionado), muestran variaciones, registrándose valores promedios al nivel de los horizontes A + B<sub>0-58</sub> cm. para C<sub>2</sub> (Ligeramente erosionado) de 9,99 a 6.71 cmol (+). Kg<sup>-1</sup>. Este parámetro está influenciado por el tenor en materia orgánica y el tipo de mineral arcilloso del suelo. La distribución de la CCB y la CCC por lo general es análoga (baja), en todos los perfiles estudiados.

## CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos demuestran que las propiedades químicas de este tipo genético de suelo cambian, por el uso diferenciado del mismo, desde arboleda natural hasta cultivos intensivos; lo que evidencia la necesidad de realizar el diagnóstico del estado de las propiedades del suelo ante cualquier manejo que se trate de hacer.
- En el caso específico de los Suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, se pudo evidenciar que con el cultivo intensivo se provoca la degradación de sus propiedades químicas y la disminución de la fertilidad.
- Los índices de la degradación de las propiedades fisicoquímicas y químicas de estos suelos son:
- Disminución de la Capacidad de Cambio Catiónico.
- Disminución de la Capacidad de Cambio Bases.
- Disminución de los contenidos de P y K<sup>+</sup> como macroelementos primarios.
- Disminución de los contenidos de Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> como macroelementos secundarios.

## ÉTICA Y CONFLICTO DE INTERESES

Las personas autores del manuscrito en cuestión, declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; que todas las fuentes financieras que se mencionan completa y claramente en la sección de agradecimientos; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

## REFERENCIAS

- Cánepa Ramos, Y. (2016) Los suelos ferralíticos rojos. Cuba tabaco, Vol. 17, No. 1, Pág. 66-74.
- Capote, R. y R. Berazaín 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Rev. Jard. Bot. Nac. 5 (2): 27-76. P.
- Díaz, M. M., Rodríguez, J. A. C., Blandino, D. V., Planes, F. M., Monzote, F. F., Fundora, A. B. y de la Torre, D. G. (2019). Degradación de las propiedades de los suelos ferralíticos rojos lixiviados de la Llanura Roja de la Habana, por el cultivo continuado. Algunos resultados sobre su mejoramiento. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 9(3), 650.

- Djegui, N., de BOISSEZON, P., y Gavinelli, E. (1992). Statut organique d'un sol ferrallitique du Sud-Bénin sous forêt et différents systèmes de cultures. Cahiers ORSTOM Série Pédologie, 27, 5-22.
- Febles-González, J. M., Febles-Díaz, J. M., Amaral-Sobrinho, N. M., Zonta, E., y Maura-Santiago, A. V. (2020). Mitos, realidades e incertidumbres sobre la degradación de los suelos Ferralíticos Rojos en Cuba. Cultivos Tropicales, 41(3).
- Febles González, J. M., Febles Díaz, J. M., Vega Carreño, M. B., Herrera Sorzano, A., Maura Santiago, A. V., Tolón Becerra, A., y Martínez Robaina, A. (2022). Resiliencia y protección agroambiental de los suelos Ferralíticos Rojos en regiones Kársticas del Occidente de Cuba. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 12(2).
- Febles González, J. M. y Vega Carreño, M. (2019). Mapas de erosión de suelos. Editorial UH.
- Frómata, M. E. (1984). Variaciones producidas en algunas propiedades de un suelo Ferralítico Rojo típico durante el cultivo continuado (Doctoral dissertation, Tesis de grado], INCA).
- González-Guillot, Y., y Alarcón-Méndez, C. O. (2020). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del suelo de un sistema de permacultura y una finca agroecológica en el municipio Santiago de Cuba. Ciencia en su PC, 1(3), 125-137.
- Gutiérrez Díaz, J. S., Cardona, W. A., y Monsalve Camacho, O. I. (2018). Potencial en el uso de las propiedades químicas como indicadores de calidad de suelo. Una revisión. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas; Volumen 11, número 2 (julio-diciembre 2017).
- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D., y Castro, S. N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA. ISBN: 978-959- 7023-77-7. 91 p.
- John-Louis, C. M., Vantour-Causse, A., y Tamayo-Sierra, A. A. (2017). Estado de la fertilidad química de los suelos ferralíticos rojos de la granja Los Pinos. Revista Ingeniería Agrícola, 7(3), 17-22.
- Marelli, H., Arce, J., Marelli, P., Conde, B., y Juárez, I. M. (2017). Indicadores de sustentabilidad del suelo en diferentes áreas del centro-sur de la Provincia de Córdoba. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica, 27, 27-30.
- Martín, Gloria M., Rivera-Espinosa, Ramón, Fundora, Luis R., Cabrera, Adriano, Martín, Nelson, y Alonso, Carmen (2018). Evolución de algunas propiedades químicas de un suelo después de 20 años de explotación agrícola. Cultivos Tropicales, 39(4), 21-26. Recuperado en 07 de diciembre de 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362018000400003&lng=es&esytlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000400003&lng=es&esytlng=es).
- Maura Santiago, A. V., y Febles González, J. M. (2018). Una aproximación a los costos ambientales en los suelos ferralíticos rojos para el logro de la sostenibilidad. Cofin Habana, 12(1), 192-208.
- Paneque J., Fuentes E., Mesa A. y Echemendía, A. (1991) «El Mapa Nacional de Suelos Escala 1:25 000», Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba.
- Reyes-Rodríguez, Reinaldo, Guridi-Izquierdo, Fernando, y Valdés-Carmenate, Ramiro. (2016). El manejo agrícola modifica propiedades y la disponibilidad de metales pesados en suelos Ferralíticos rojos. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 25(4), 23-31. <https://dx.doi.org/10.13140/G.2.2.15279.33448>.
- USDA (1973). Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Limusa. México 172 pp.