



Cartografía agroquímica y distribución de los suelos de la finca “El Pitirre”, Pinar del Río

Agrochemical mapping and distribution of soils on “El Pitirre” farm

 Greter Carnero Lazo*,  Alberto Hernández Jiménez,  Osmel Rodríguez González,  Andy Bernal Fundora,  Elein Terry Alfonso

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

RESUMEN: Se desarrolló un estudio edafológico en la Finca “El Pitirre”, perteneciente a la Entidad de Ciencia, Tecnología e Innovación (ECTI) “Sierra Maestra”, cuyo objetivo fue elaborar los mapas de formas del paisaje, suelos, pH en agua, materia orgánica, fósforo y potasio asimilables; mediante la aplicación de un sistema de información geográfica. El muestreo de suelo se realizó con barrena a una profundidad de 0-20 cm, a razón de cinco-seis muestras simples, para conformar una muestra compuesta por área. En total se prepararon 39 parcelas agroquímicas, representativas de las 100 ha. Los análisis químicos se realizaron utilizando las técnicas analíticas empleadas en el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. (INCA). Se pudo constatar, por los resultados del muestreo agroquímico, que los suelos tienen reacción ligeramente ácida y, en segundo lugar, neutro; en relación con los contenidos en materia orgánica, predomina el mediano, le sigue el contenido bajo y, en general, tienen contenido bajo y muy bajo en fósforo y potasio asimilables.

Palabras clave: fertilidad del suelo, muestreo, nutrición.

ABSTRACT: A soil study was carried out at “El Pitirre” farm, belonging to the Science, Technology and Innovation Entity (STIE) “Sierra Maestra”, with the objective of elaborating maps of landscape forms, soils, pH in water, organic matter and assimilable phosphorus and potassium; through the application of a geographic information system. Soil sampling was carried out with an auger at a depth of 0-20 cm, at a rate five-six simple samples to form a composite sample per area. A total of 39 agrochemical plots were prepared as representative of the 100 ha. Chemical analyses were carried out using the analytical techniques employed in the National Institute of Agricultural Sciences soil laboratory. Agrochemical sampling results showed that soils have a slightly acidic reaction, followed by a neutral one; in relation to the organic matter content, medium predominates, followed by low content; and in general, they have low and very low content of assimilable phosphorus and potassium.

Key words: soil fertility, sampling, nutrition.

INTRODUCCIÓN

El suelo es la principal fuente de nutrientes para las plantas. En este sentido, varios autores refieren que el crecimiento, nutrición y rendimiento de los cultivos depende de la fertilidad del mismo (1). Para el diagnóstico nutricional, el análisis de suelos es la herramienta más

comúnmente utilizada, pero en determinadas situaciones es necesario complementarlo o utilizar otras alternativas. Las tecnologías actuales de imágenes satelitales, mapas de rendimiento, mapas de suelos y topográficos, son de gran utilidad para lograr una mejor definición de ambientes contrastantes (2).

*Autor para correspondencia: greter@inca.edu.cu

Recibido: 27/08/2021

Aceptado: 21/11/2021

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

Contribución de los autores: **Conceptualización-** Greter Carnero-Lazo. **Investigación-** Greter Carnero-Lazo, Alberto Hernández-Jiménez, Osmel Rodríguez González, Elein Terry-Alfonso. **Metodología-** Greter Carnero-Lazo, Alberto Hernández-Jiménez, Osmel Rodríguez, Elein Terry-Alfonso. **Escritura del borrador inicial, Escritura y edición final y Procesamiento de los datos** - 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/>



El propósito de los estudios edafológicos es obtener predicciones sobre usos específicos de los suelos. Para ello, es necesario determinar el patrón de distribución, dividiendo la superficie del terreno en áreas relativamente homogéneas, cartografiar dichas unidades y caracterizar sus propiedades, a modo de inferir su potencial productivo, además de evaluar las respuestas de las mismas ante diferentes alternativas de manejo (3).

La Finca “El Pitirre” se utiliza para la producción de plantas proteicas; sin embargo, solo se cuenta con los resultados del mapa de suelos 1:25 000, con datos de un perfil de suelo, lo que resulta insuficiente para lograr una agricultura en la que se obtengan rendimientos adecuados, sin deterioro de los suelos. Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, el objetivo del trabajo es evaluar las propiedades edafológicas para obtener información básica, que sirva para lograr buen rendimiento en las plantas proteicas, manteniendo una buena fertilidad en los suelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Finca “El Pitirre” del municipio Los Palacios, provincia Pinar del Río; ubicada en las coordenadas de Latitud: 317, 319 N y Longitud: 269, 271 E, en un área aproximada de 100 ha, utilizando como base cartográfica un mapa de la región 1:10 000. Se tomaron 30 puntos con barrena, según la diferencia del relieve y nueve perfiles de suelos, de los cuales se analizaron seis, lo cual corresponde a un punto de mapeo cada 4 ha y un perfil cada 14 ha, aproximadamente. Esto responde a una escala de mapeo 1:10 000, según las normas actuales en Cuba (4).

Se consultaron los mapas anteriores realizados en la región de estudio, el mapa genético de suelos 1: 250 000 (5) y el mapa de suelos 1: 25 000 (6). Los suelos se clasificaron según la Clasificación de los Suelos de Cuba (7).

El muestreo agroquímico de las 100 ha se realizó a una profundidad de 0-20 cm, teniendo en cuenta los tipos de suelos, el relieve y el uso de los mismos. En total se prepararon 39 parcelas agroquímicas, tomando alrededor de cinco-seis muestras simples para una muestra compuesta, lo cual da una densidad de muestreo entre 195 y 234 muestras simples para 100 ha y también una parcela agroquímica cada 3,85 ha como promedio, resultando más detallado que las normas establecidas para este trabajo (4).

Para la caracterización de la fertilidad de los suelos se elaboraron cartogramas agroquímicos, para lo cual inicialmente se separan 39 parcelas. en relación con el tipo de suelo y su manejo (Figura 3), que tienen desde 0,5 ha hasta 2-3 ha. En las mismas, se hizo un muestreo con la toma de 5-6 muestras parciales a una profundidad de 0-20 cm para conformar una muestra compuesta.

A cada muestra compuesta se le determinó pH en agua; fósforo y potasio asimilable ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) y materia orgánica (%). Con los resultados analíticos se conformaron los diferentes cartogramas agroquímicos. Las muestras se

analizaron en el Laboratorio de Análisis Químico de Suelos del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

Los cartogramas que se realizaron fueron pH en agua; porcentaje de materia orgánica y fósforo y potasio asimilables. Para la elaboración de los cartogramas se tuvo en cuenta los parámetros establecidos para los diferentes niveles, según la metodología cubana (4), exceptuando los niveles de contenido en materia orgánica (%), según los criterios de la última versión de clasificación de los suelos de Cuba (7), que se aplican en el manual para la cartografía y la descripción de perfiles de suelos (8).

Se aplicó el SIG QGIS 2.18 al mapa de suelos, mediante este sistema se puede obtener el área de los suelos y de los cartogramas. Por medio del SIG se confeccionaron los mapas de: formas del paisaje; suelos; pH en agua; materia orgánica y fósforo y potasio asimilables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formas del paisaje

En la formación y distribución de los suelos del área estudiada, se pueden diagnosticar dos tipos de formaciones del relieve y de suelos diferentes. Esto permite diferenciar dos formas de paisaje con distinta formación de suelos (Figura 1).

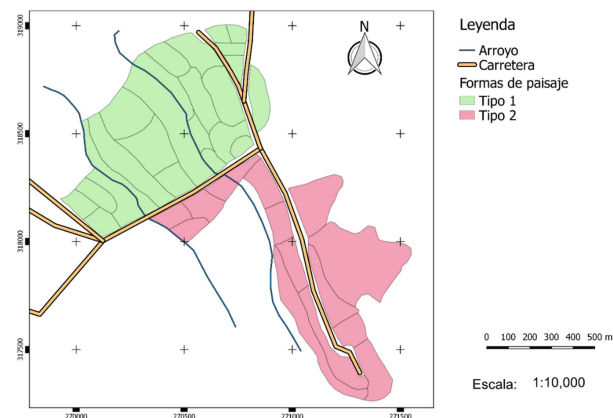


Figura 1. Formas del paisaje de la Finca “El Pitirre”

El paisaje tipo 1 presenta pendientes entre 6 y 12 % y está bien diseccionado por algunos arroyos que lo atraviesan. En este paisaje, la formación del suelo está marcada, principalmente, por los procesos de intemperismo en las partes altas y de pendientes del relieve, dando lugar a la fersialitización con suelos de color rojo por la acumulación del hierro libre. En las partes bajas hacia los arroyos, hay acumulación de humedad en la formación del suelo, que trae como consecuencia la formación de manchas y concreciones suaves de color negro, de composición ferromangánica. Esto, como fue descrito anteriormente, es la manifestación del proceso de gleyzación, que resulta negativo a los cultivos por el exceso de humedad (9).

En la región de estudio, la gleyzación se manifiesta en fajas llanas y, algunas veces, poco inclinadas aledaño a los arroyos. Los suelos en esta forma de paisaje son Ferralíticos Rojos Lixiviados húmico y mullido y Fersialítico Rojo Lixiviado erogénico y además Gleysoles Húmicos.

En el paisaje tipo 2, el relieve es diferente, es menos diseccionado, con pendientes entre 2 y 5 %, con formaciones de terrazas y elevaciones hacia la presa. En este paisaje, a medida que disminuye la altura por las terrazas, la formación del suelo está bajo la influencia de acumulación de humedad, mucho mayor que la actual. Debido a la elevación del terreno, por los movimientos neotectónicos, la influencia de este sobrehumedecimiento fue disminuyendo, aunque en el suelo quedaron marcas de este proceso.

La formación del suelo es de la fersialitización, pero es de color amarillento o anaranjado en el horizonte Bt, lo cual permite clasificarlo como Fersialítico Rojo Lixiviado gléyico y, además, se presenta el suelo Gleysol Húmico erogénico.

En la parte más baja y fuera del área cultivada, se encuentra una formación algo diferente, ya que el suelo en superficie tiene una estructura prismática marcada y se clasificó como Gleysol Vértico crómico.

Mapa de suelos y su distribución

Para el mapa de suelo que se presenta a escala 1:10 000 se tuvo que adoptar un sistema de símbolos no convencionales en cada contorno de suelos, debido a la escala de trabajo y el área que comprende cada contorno (Figura 2). Como puede observarse en el mapa, los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados erogénicos (FrsRL er) se encuentran en el paisaje tipo 1, situado en la parte izquierda de la Finca, con pendientes más marcadas y los FrsRL gléyicos y erogénicos (FrsRL erg), en la parte derecha arriba, hacia la presa. Los Gleysoles ocupan las áreas depresionales, aledaño a los arroyos. El área que ocupa cada suelo se presenta en la Tabla 1.

En general, los suelos en las partes altas y estables del relieve en áreas conservadas, son del tipo Amh-Btfrs-BCgr-Crca (Fersialítico Rojo Lixiviado mullido y húmico); en las partes altas y medias no conservadas, del tipo Aer-Btfrs-BCgr-Crca (Fersialítico Rojo Lixiviado erogénico) o BAer-Btfrs-BCgr-Crca y, en las partes bajas del relieve, del tipo Aer-Bg-CG (Gleysol Húmico erogénico), Ah-Bg-Cg (Gleysol Húmico háplico) o Av-Bg-G (Gleysol Vértico crómico).

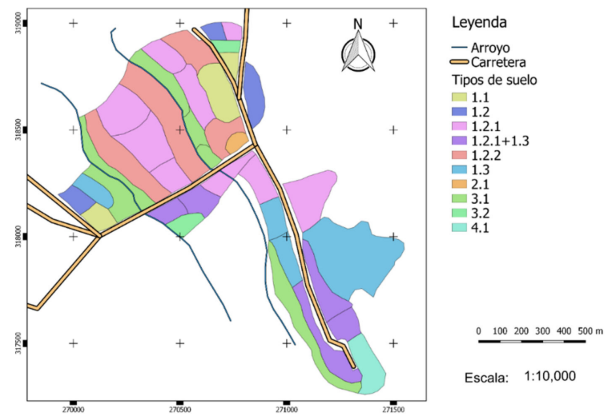


Figura 2. Mapa de suelos de la Finca "El Pitirre". Leyenda tipos de suelo: mirar Tabla 1

Características de fertilidad de los suelos

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del método genético-geográfico dokuchaviano, en el estudio de los suelos de la Finca "El Pitirre" muestran, en forma rápida y precisa, los factores y procesos de formación de los suelos, los tipos y subtipos de suelos, su distribución y el área que ocupan; así como sus características físicas y químicas. Además, cómo ha sido el impacto del hombre en la degradación del suelo, durante la eliminación de la vegetación, dando lugar a subtipos de suelos erogénicos.

Teniendo en cuenta lo anterior se realiza el muestreo agroquímico de los suelos, con la separación de 39 parcelas agroquímicas, para obtener datos básicos para el manejo futuro de la fertilidad de los suelos de la Finca "El Pitirre".

En la Figura 3 se muestran las 39 parcelas, las cuales fueron separadas teniendo en cuenta el tipo de suelo y su manejo, para la caracterización de la fertilidad de los suelos en la región de estudio.

Cartograma de pH en agua

Con respecto al cartograma de pH (Figura 4), en el área de estudio se puede observar que esta propiedad química varía en cuatro categorías: ligeramente alcalino, neutro, ligeramente ácido y medianamente ácido.

En la Tabla 2 se aprecia que en estos suelos predomina el pH ligeramente ácido (valores entre 6,1 a 6,5), en

Tabla 1. Claves para los diferentes subtipos de suelos de la finca "El Pitirre", separados en el mapa y área que ocupa cada uno de ellos

Suelos	Clave en el mapa	Área que ocupa (ha)
Fersialítico Rojo Lixiviado húmico y mullido, éutrico	1.1	5,00
Fersialítico Rojo Lixiviado erogénico, éutrico, suavemente erosionado, sin carbonatos	1.2.1	29,04
Fersialítico Rojo Lixiviado erogénico, éutrico, medianamente erosionado, sin carbonatos	1.2.2	16,30
Fersialítico Rojo Lixiviado erogénico y gléyico, éutrico, sin carbonatos	1.3	23,43
Pardo erogénico, carbonatado, fuertemente erosionado y pedregoso	2.1	0,71
Gleysol Húmico erogénico, éutrico, suavemente erosionado	3.1	13,69
Gleysol Húmico, háplico, éutrico	3.2	2,41
Gleysol Vértico crómico	4.1	2,78
Total		93,36

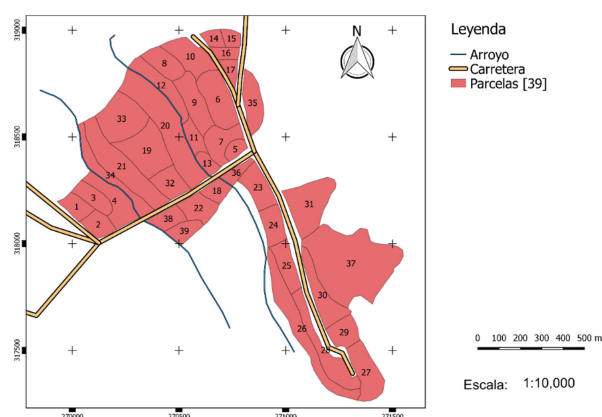


Figura 3. Parcelas separadas para los cartogramas agroquímicos de la Finca "El Pitirre"

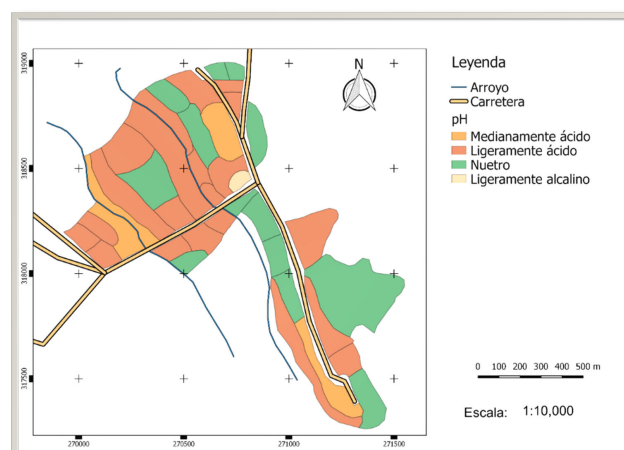


Figura 4. Cartograma de pH en agua de la Finca "El Pitirre"

Tabla 2. Área que ocupan los diferentes valores de pH de los suelos presentes en la finca "El Pitirre", Pinar del Río

Valor de pH	Categoría	Cantidad de parcelas	Hectáreas	% del área
7,6-8,0	Ligeramente alcalino	1	0,71	0,76
6,6-7,5	Neutro	13	33,24	35,60
6,1-6,5	Ligeramente ácido	21	48,01	51,43
5,6-6,0	Medianamente ácido	4	11,40	12,21
Total		39	93,36	100,00

21 parcelas (48,01 ha), y le sigue, en 13 parcelas (33,24 ha), los suelos con pH neutro (valores entre 6,6 a 7,5); solamente hay cuatro parcelas (11,40 ha) con pH medianamente ácido (valores entre 5,6 a 6,0) y una con pH ligeramente alcalino (0,71 ha).

Uno de los grandes retos que tiene la agricultura, actualmente, consiste en garantizar la seguridad alimentaria de la población. Para esto, es necesario contar con suelos que tengan condiciones apropiadas para mantener la producción agrícola en forma sostenible.

Dentro de las condiciones apropiadas que debe tener un suelo se encuentra el pH o la reacción del suelo (10). Es conocido que suelos con pH ácido tienen condiciones desfavorables para el crecimiento de las plantas; por una parte, debido a que la mayoría de los nutrientes del suelo se desarrollan en pH entre 6 y 7, más bien neutro y, además, en condiciones de pH ácido solamente se desarrollan los hongos, pues se inhibe bastante la actividad de las bacterias y actinomicetos (11). Cuando se está en presencia de pH alcalino, también hay afectaciones en la asimilación de los nutrientes y la actividad biológica del suelo. En pH igual o mayor a 8, puede estar presente el sodio cambiante en el complejo de intercambio, que puede provocar el proceso de solonización en los suelos, que son condiciones muy desfavorables para el desarrollo de los cultivos (12).

Estos suelos son formados de rocas básicas y ultrabásicas, principalmente basalto, con pH entre 4,5 y 5,5, con formación intermedia entre los suelos sialíticos y ferralíticos, con formación de mezcla de minerales arcillosos del tipo 1:1 (caolinitas) y 2:1 (ilitas) y acumulación de óxidos de hierro (similar a los que hoy día se clasifican

como Fersialíticos). Igualmente, otros autores los colocan dentro del Grupo de suelos Fersialíticos, entre los suelos Sialíticos y Ferralíticos (13).

Sobre la base de estos resultados resulta conveniente aplicar enmendantes para mejorar el pH de los suelos con reacción ligera y medianamente ácida en el área estudiada.

Contenido de Materia Orgánica en los suelos

En esta región de estudio, se observa que predomina un tipo de vegetación secundaria de marabú, lo cual debe enriquecer el suelo en materia orgánica, con el tiempo. Sin embargo, en la mayoría de las áreas cultivadas se ha perdido alrededor de 15-20 cm del espesor superior del suelo, como resultado de la eliminación del marabú, por lo que no se encuentran altos contenidos en materia orgánica. No obstante, este no resulta, en muchas ocasiones, bajo o muy bajo, sino mediano, lo que evidencia que bajo la vegetación de marabú el suelo puede haber tenido de 4-6 % de materia orgánica, en los primeros 20 cm del espesor superior.

Los resultados obtenidos, tanto en la caracterización de los perfiles, como en los cartogramas del contenido en materia orgánica (Figura 5), demuestran que lo que predomina es el contenido mediano en la región, como se comprueba además en la Tabla 3, donde se presenta el área que ocupan los diferentes contenidos de materia orgánica en la región estudiada.

Por los datos de la Tabla 3 se constata que el contenido en materia orgánica que predomina es el mediano, con el 57,68 % del área, lo que se atribuye a que la vegetación que tenía inicialmente era de marabú y, además, que los suelos Fersialíticos Rojos Lixiviados tienen cierta evolución,

Tabla 3. Área que ocupan los diferentes contenidos en materia orgánica del suelo presente en la finca "El Pitirre", Pinar del Río

Contenido en MO (%)	Categoría	Cantidad de parcelas	Hectáreas	% del área
4-6	Alto	5	4,69	5,02
3,0-3,9	Mediano	24	53,85	57,68
2,0-2,9	Bajo	10	34,82	37,30
Total		39	93,36	100,00

con un contenido relativamente alto de hierro libre, estimado de 6-7 %. Es necesario señalar que en estos suelos es muy importante la retención rápida de la materia orgánica, por el contenido en hierro que tienen, lo cual ha sido destacado en otras investigaciones (14). Esto constituye una de las causas de la ganancia de carbono por los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de las llanuras cársicas de Mayabeque (15).

El contenido en materia orgánica del suelo es una de las características más importantes a tener en cuenta, ya que del mismo depende, no solamente el contenido en nutrientes, sobre todo de nitrógeno, sino, además, una serie de propiedades como la actividad biológica, la estructura del suelo, la porosidad, la consistencia y su régimen de aeración.

Por lo general, suelos bajo bosques, pastizales y frutales de muchos años, tienen contenido alto en materia orgánica, pero los suelos cultivados pierden, sistemáticamente, la materia orgánica (16,17).

Hoy día, tiene mucha importancia el contenido de carbono del suelo, en relación con su contenido en materia orgánica, cada vez es mayor la importancia que tienen las propiedades del suelo y su posibilidad de captura y secuestro de carbono, como vía para mitigar los efectos de las altas concentraciones de CO₂ en la atmósfera. Por esto, conjuntamente con el contenido en materia orgánica, se determinan, además, las Reservas de Carbono Orgánico (RCO) en el suelo (15,18-23).

Contenido en fósforo asimilable (P₂O₅ mg 100g⁻¹)

El fósforo es uno de los 17 nutrientes considerados esenciales para el crecimiento y el desarrollo de las plantas

(24). Se caracteriza por ser el elemento más estable dentro del suelo, no se pierde por lavado ni por volatilización; en gran parte, se fija al suelo, ya sea por el calcio o por el hierro y el aluminio, estos últimos presentes en los suelos tropicales muy intemperados (11).

Los contenidos de fósforo en suelos de áreas tropicales son muy variables. El fósforo total en la capa arable disminuye conforme aumenta la intensidad del intemperismo (11). Por otra parte, al aumentar el contenido en materia orgánica de los suelos, aumenta el contenido de fosfatos inorgánicos y, por tanto, los contenidos totales llegan a ser mayores.

En el área en estudio, los suelos con cierto grado de intemperización y contenido relativamente alto de hierro libre, es de esperar que el contenido en fósforo asimilable no sea alto; teniendo en cuenta, además, que son suelos que han sido alterados por el hombre, por el desbrozamiento del marabú, que puede haberse llevado de 20-25 cm de la capa superior del suelo y, por tanto, un buen contenido en materia orgánica donde hay bastante fósforo asimilable.

Si se hace el análisis del fraccionamiento del fósforo total del suelo, seguramente las fracciones del fósforo enlazado con el hierro y el ocluido (que son formas no asimilables) resultarían altos. Por esto, es muy recomendable en estos suelos hacer ensayos con aplicación de biofertilizantes micorrízicos, ya que la red de hifas de estos hongos, mejora la asimilación del fósforo asimilable, evitando su alta fijación por el hierro y, además, las micorrizas tienen la propiedad de solubilizar el fósforo del suelo (25).

El cartograma agroquímico con los resultados del análisis por parcela se muestra en la Figura 6.

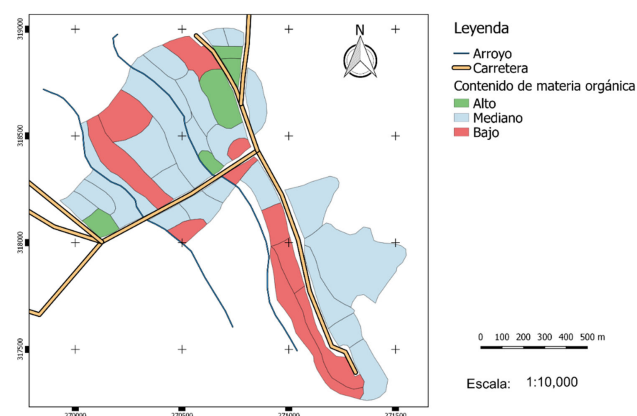


Figura 5. Cartograma de materia orgánica de la Finca "El Pitirre"

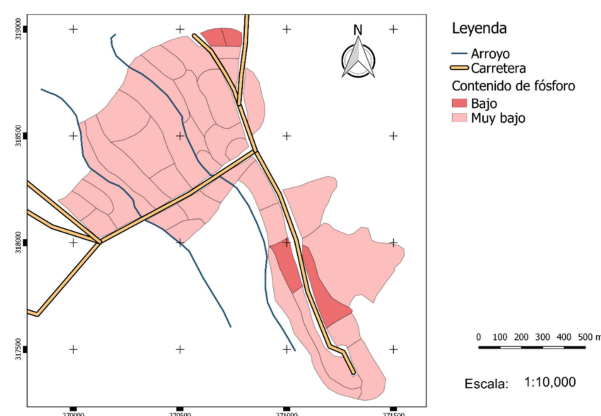


Figura 6. Cartograma de fósforo asimilable de la Finca "El Pitirre"

En la **Tabla 4** se presentan los resultados de los cartogramas agroquímicos de las 39 parcelas estudiadas, con sus contenidos en fósforo asimilable. Igualmente, se muestra el área que ocupan los diferentes contenidos en fósforo asimilable. Por estos resultados se demuestra que existen bajos contenidos de este nutriente en los suelos estudiados, donde hay una extensión de 87,56 ha de suelos con contenido muy bajo en este nutriente.

La escasez de fósforo asimilable se atribuye, por una parte, a la evolución del suelo, fersialítica y, también, a su fijación por el contenido en hierro. En este sentido, recomendaciones del Dr. Pedro Sánchez para el uso de la *Tithonia* (*Tithonia diversifolia*), tomado de la edición nueva de su libro "Suelos Tropicales: Su Uso y Manejo", el cual se encuentra actualmente en edición en español, México, refiere que: los Oxisoles y los suelos relacionados en zonas húmedas y subhúmedas del oeste de Kenia, Uganda, Ruanda y Burundi tienen una alta retención de fósforo, en un rango similar al de los suelos brasileños (Información personal).

Destaca las grandes diferencias que existen en el contenido de las formas de fosfatos en los principales suelos de las plantaciones cañeras de Cuba; predominando en los suelos Ferralíticos los fosfatos de hierro, con un contenido de 59 % (26).

En conclusión, el fósforo asimilable resulta un elemento muy importante para la nutrición y desarrollo adecuado de las plantas, por lo que en nuestro trabajo se evidencia que es muy escaso en estos suelos como resultado de su formación natural.

Contenido en potasio asimilable (K_2O mg $100g^{-1}$)

El potasio es importante para la nutrición amónica de los cultivos. La deficiencia de potasio en el suelo frena muchos procesos bioquímicos que afectan el metabolismo de las plantas.

En los suelos minerales, la mayor cantidad de potasio se encuentra asociado con los silicatos, los feldespatos y con algunos minerales arcillosos como biotita y vermiculita (11, 27). Este es un elemento que no entra en la composición de los compuestos orgánicos de las células; por esto, los abonos orgánicos no resultan una fuente de ingreso de potasio al suelo.

En suelos intemperizados, donde los minerales primarios están descompuestos y el potasio se ha lavado del suelo en su mayor parte, por lo general, hay escasez de potasio. Igualmente, hay que tener en cuenta la composición de las rocas madres, pues en caso de rocas básicas y ultrabásicas, como fuente de mineral parental del suelo, la

composición química de las rocas es de silicato ferromagnesiales con muy poco potasio (9).

Estas dos características, el tipo de roca madre en la formación del suelo en esta región (materiales transportados de rocas ultrabásicas, que son pobres en potasio) y el grado de intemperismo en el suelo, en un clima con precipitaciones anuales alrededor de 1500 mm al año (que provoca el lavado del potasio relativamente rápido), conllevan a que en esta finca el suelo tenga bajos contenidos de potasio, como se evidencia en la **Figura 7** y en la **Tabla 5**, donde se muestran los resultados del cartograma de potasio en los suelos y el área que ocupan los diferentes contenidos en potasio asimilable.

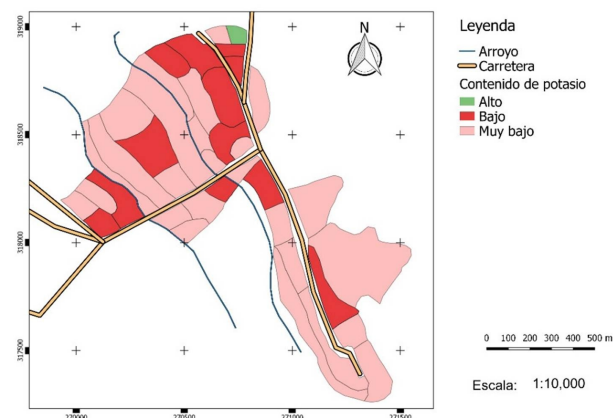


Figura 7. Cartograma de potasio de la Finca "El Pitirre"

En la **Tabla 5** se evidencia que, prácticamente, estos suelos no tienen potasio asimilable, ya que el contenido alto no llega a 1 % del territorio. La escasez del potasio se debe a que el material de origen es basalto, en el cual predominan los ortosilicatos de hierro y magnesio, sin feldespatos, estos últimos portadores de potasio. No se descarta, además, que el clima con 1500 mm de precipitaciones anuales en suelos con evolución fersialítica, influye también en el lavado de potasio del suelo.

Es importante tener en cuenta el contenido escaso de potasio asimilable en las plantaciones de morera, pues esta planta es un extractor fuerte de potasio del suelo (28) y en el año, en este plan, se hacen tres cortes del follaje de las plantaciones.

Con relación a la escasez de potasio del suelo, se plantea que la mayor parte de este elemento en el suelo se encuentra formando parte de feldespatos, micas y la fracción de minerales secundarios, finamente dispersa en los suelos, dependientes, en gran medida, de las rocas que

Tabla 4. Área que ocupan los suelos por sus contenidos en fósforo asimilable presente en la finca "El Pitirre", Pinar del Río

Contenido en P_2O_5 (mg $100g^{-1}$)	Categoría	Cantidad de parcelas	Hectáreas	% del área
15-0	Bajo	4	5,80	6,22
< 15	Muy Bajo	35	87,56	93,78
Total		39	93,36	100,00

Tabla 5. Área que ocupan los suelos por sus contenidos en potasio asimilable presente en la finca "El Pitirre", Pinar del Río

Contenido en K ₂ O (mg 100g ⁻¹)	Categoría	Cantidad de parcelas	Hectáreas	% del área
> 20	Alto	1	0,66	0,71
10-15	Bajo	11	22,55	24,15
< 10	Muy bajo	27	70,15	75,14
Total		39	93,36	100,00

le dieron origen, por lo que su contenido no es de naturaleza uniforme (26).

En los suelos minerales, la mayor cantidad de potasio se encuentra asociado con los silicatos, los feldespatos (ortoclasa y plagioclasas), las micas (biotita y muscovita) y con algunos minerales arcillosos (vermiculita, ilita, clorita) (11).

Refieren, además, que los minerales del olivino (peridotitas) forman parte de las rocas básicas y ultrabásicas y son ortosilicatos de Fe y Mg (Si₄FeMg), que se aportan al suelo.

Las rocas magmáticas presentan en Cuba un considerable desarrollo, destacándose un gran cinturón de rocas hiperbásicas, a partir de las cuales se forman los suelos Ferríticos en el noreste de Cuba y en Cajálbana, Pinar del Río, que ocupan una extensión de 190 800 ha (29).

CONCLUSIONES

De manera general, los resultados del muestreo agroquímico demuestran, en forma resumida, que los suelos de la Finca "El Pitirre" tienen pH ligeramente ácido y, en segundo lugar, neutro; en relación con los contenidos en materia orgánica predomina el mediano, le sigue el contenido bajo y, en general, tienen contenido bajo y muy bajo en fósforo y potasio asimilables.

RECOMENDACIONES

- Profundizar en el estudio de la posible deficiencia que pueda surgir de fósforo y potasio en las plantaciones, así como la tendencia de la acidez, lo cual pudiera afectar la adecuada nutrición de las plantas proteicas.
- Tomar en consideración los resultados obtenidos para evaluar la inclusión de un nuevo agrupamiento de suelos Erosoles; así como el tipo genético Fersialítico Rojo Lixiviado y Gleysol Húmico erogénico, en la próxima versión de la Clasificación de los Suelos de Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

1. Santillano J, Roque LG, Núñez FI, Grijalva RL, Robles F, Macías R, et al. La fertilidad del suelo afecta el crecimiento, nutrición y rendimiento de algodón cultivado en dos sistemas de riego y diferentes dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana*. 2019; 37(1), 7-14. <https://dx.doi.org/10.28940/tl.v37i1.304>
2. Correndo A, García F. Métodos de diagnóstico nutricional en cultivos extensivos en Argentina. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. 2017. 3-12. www.researchgate.net/publication/318487494_Metodos_d_e_diagnostico_nutricional_en_cultivos_extensivos_en_Argentina
3. Palma LD, Zavala CJ, Bautista ZF, Morales GM, López CA, Shirma TED, et al. Clasificación y cartografía de suelos del estado de Campeche, México. *Agroproductividad*; 2017. 10(12), 71-78. https://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductividad/2017/AP-10-12-2017_ISSN-e.pdf
4. Hernández A, Pérez JM, Boch D, Suárez E, Castro N, Gálvez V, et al. Metodología para la cartografía detallada y evaluación integral de los suelos. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura de Cuba, 1995. 45p.
5. Instituto de Suelos. Mapa Genético de los Suelos de Cuba, escala 1:250 000. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 19 hojas cartográficas publicadas a color; 1970.
6. Mapa Genético de Suelos de Cuba, escala 1:25 000. Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes, edit. Ministerio de la Agricultura, La Habana, 1990.
7. Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Castro N. Clasificación de los Suelos de Cuba 2015. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas e Instituto de Suelos, Ediciones INCA; 2015. ISBN: 978-959-7023-77-7. Mayabeque, Cuba, 91p. http://ediciones.inca.edu.cu/files/libros/clasificacionsuelos_cuba_%202015.pdf
8. Vera L, Jiménez A, Gallo F, Guzmán A, Cedeño A. Manual para la Cartografía de suelos y la Descripción de perfiles de suelos (Adaptado a las características de los suelos de la parte centro norte de Manabí); 2017, 75 p. ISBN 978-9942-77-308-1. <https://www.researchgate.net/publication/330968626>
9. Hernández A, Ascanio MO, Morales M, Bojórquez JI, García NE, García JD. El Suelo: Fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. Editorial Universidad Autónoma de Nayarit, México; 2006. 255 p. ISBN 968833072-8. <https://www.worldcat.org/title/suelo-fundamentos-sobre-su-formacion-los-cambios-globales-y-su-manejo/oclc/310768849255p>.
10. Blum WEH, Schad P, Nortcliff S. *Essentials of Soil Science*. Borntraeger Science Publishers, Stuttgart. ISBN: 978-3-443-01090-4. 2018. 171p. <https://www.schweizerbart.de/publications/detail/isbn/9783443010904>
11. Bertsch F. La Fertilidad de los Suelos y su Manejo. Asociación Costarricense de los Suelos. San José, Costa Rica, 1995. ISBN: 9968-9780-0-0, 157p. <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilidad%20de%20Suelos.pdf>
12. Vera L, Mesías F, Cedeño A, Hernández A, Zambrano D. Aportes al conocimiento edafológico para lograr la

- agricultura sostenible del Sistema Carrizal Chone. 1ra. Edición: Editorial Humus. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Calceta, Manabí, Ecuador, 2017. ISBN: 978-9942-773-04-3, 188 p. https://www.researchgate.net/profile/Angel-Guzman-Cedeno-2/publication/330968102_Aportes_al_conocimiento_edafologico_para_lograr_la_agricultura_sostenible_del_sistema_Carrizal_-_Chone/links/5c5d9cdb299bf1d14cb4b3f8/Aportes-al-conocimiento-edafologico-para-lograr-la-agricultura-sostenible-del-sistema-Carrizal-Chone.pdf
13. Gong Zi Tong. Progress in Soil Classification of China. In: Soil Classification. Report of the International Conference on Soil Classification, 12-16 September 1988 Alma-Ata, URSS. 1990. Pp: 123-141.
 14. Hernández A, Morales M, Cabrera A, Vargas D, Carnero G, Bernal A, et al. Cambio de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos lixiviados de las llanuras cársicas de Cuba por el cultivo continuado y algunas buenas prácticas de manejo agrícola. In: XXI Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba; 2018.
 15. Carnero G, Hernández A, Terry E, Bojórquez JI. Changes in organic carbon stocks in lixiviated red ferralitic soils from Mayabeque, Cuba. *Revista Bio Ciencias* 6, e564. 2019. doi: <https://doi.org/10.15741/revbio.06.01.36>.
 16. Alejandro P, De la Cruz M, Palma DJ, Megía HJ, Palma DJ. Efecto del cambio de uso de suelo sobre las propiedades edáficas en La Sabana, Huimanguillo, Tabasco, México. 2019. 12. 95-100. [10.32854/agrop.v0i0.1476](https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1476).
 17. Mora WE y Sernaque LM. Estudio integral del proceso de degradación, plan de manejo y conservación de los suelos de uso agrícola para la producción sostenible en la comunidad campesina San Felipe, distrito de San Felipe, provincia de Jaén, región de Cajamarca. 2019. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4929?show=full>
 18. Hernández A, Vargas D, Bojórquez JI, García JD, Madueño A, Morales M. "Carbon losses and soil property changes in ferralic Nitisols from Cuba under different coverages", *Scientia Agrícola*, vol. 74, no. 4, agosto de 2017, pp. 311-316, ISSN 0103-9016, DOI [10.1590/1678-992x-2016-0117](https://doi.org/10.1590/1678-992x-2016-0117).
 19. Bernal A, Hernández A, González PJ, Cabrera A. Caracterización de dos tipos de suelos dedicados a la producción de plantas forrajeras. *Cultivos Tropicales*, vol. 40, no. 3, septiembre de 2019, ISSN 0258-5936. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362019000300005&lng=es&nrm=iso
 20. Mesías FW, Hernández A, Vera LR, Guzmán ÁM, Cedeño ÁF, Ormaza KP, et al. Reservas de carbono orgánico en suelos de la llanura fluvial Calceta-Tosagua, Manabí, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, vol. 39, no. 4, 16 de enero de 2019, pp. 27-33, ISSN 1819-4087, DOI [10.1234/ct.v39i4.1477](https://doi.org/10.1234/ct.v39i4.1477).
 21. Carnero G, Hernández A, Terry E, Bojórquez JI. Cambios en las reservas de carbono orgánico según el uso de suelos Ferralíticos Rojos lixiviados en Mayabeque. In: IX Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos - Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo; 2018.
 22. Carnero G, Hernández A, Terry E, Bojórquez JI. Cambios de carbono orgánico del suelo bajo diferentes coberturas. In: XXI Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba; 2018.
 23. Carnero G, Hernández A, Terry E, Bojórquez JI, García JD. Nuevos resultados sobre los cambios de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados (FRL) por el cultivo continuado en la agricultura. En: Hernández A, Morales M, Carnero G, Hernández Y, Terán Z, Grandio D, et al. Nuevos resultados sobre el cambio de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la "Llanura Roja de La Habana". 2020. p. 158. ISBN: 978-959-7258-04-9. <http://ediciones.inca.edu.cu/>
 24. Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. 889 pp. London: Academic Press. <https://www.elsevier.com/books/mineral-nutrition-of-higher-plants/marschner/978-0-08-057187-4>
 25. Fernández F. La simbiosis micorrízica arbuscular. In: Rivera R, Fernández F, Hernández A, Martín JR y Fernández K. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible: Estudio de caso "El Caribe". 2003. https://www.researchgate.net/publication/299979710_El_manejo_efectivo_de_la_simbiosis_micorrizica_una_via_hacia_la_agricultura_sostenible_Estudio_de_caso_El_Caribe
 26. Villegas R. El fósforo en los suelos y efectividad de la aplicación de los fertilizantes fosfóricos en la caña de azúcar en la República de Cuba. Tesis para optar el grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas (en ruso). Instituto de Agroquímica y Fertilizantes de la Academia de Ciencias Agrícolas de la URSS. Moscú; 1981.
 27. González J. Factores asociados con la respuesta de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) a la fertilización potásica. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba; 2019. 110 p.
 28. Pentón G, Martín GJ y Rivera R. 2014. Effect of the combination of AMF and chemical fertilization on the extractions of N and K made by *Morus alba*. *Pastos y Forrajes*, 37(1), 38-46. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v37n1/pyf05114.pdf>
 29. Hernández A. Área que ocupan los Agrupamientos, Tipos y Subtipos de suelos de Cuba. *Cultivos Tropicales*. 2020