

Evaluación de características fisicoquímicas de suelos del Parque Metropolitano María Lucía, Villavicencio, Meta

*Evaluation of physicochemical characteristics of soils from the María Lucía Metropolitan Park,
Villavicencio, Meta*

Hebandreyna González García¹, Aníbal Angél Soto Bracho², Juan C. Rey³, Lina F. Mojica Sánchez⁴

¹Centro de Investigaciones Ambientales “José Antonio Cándamo” – CIAM, Corporación Universitaria del Meta (UNIMETA), Villavicencio, Meta, Colombia, Código Postal: 500001, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9622-1139>, correo electrónico: hebandreyna.gonzalez@unimeta.edu.co, ²Escuela de Ciencias Administrativas, Corporación Universitaria del Meta (UNIMETA), Villavicencio, Meta, Colombia, Código Postal: 500001, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5627-5885>, correo electrónico: anibal.soto@unimeta.edu.co, ³Universidad Central de Venezuela, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Consultor de FAO en Manejo Sostenible de Suelos, Maracay, estado Aragua, Venezuela, Código Postal: 2103, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7271-3606>, ⁴Programa de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Industrial, Escuela de Ingenierías, Corporación Universitaria del Meta, e-mail: lina.mojica@unimeta.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1972-4642?lang=en>

RESUMEN

Se evaluaron características físicas y químicas en muestras de suelos extraídas de calicatas del Parque Metropolitano María Lucía, ubicado en la vereda la Llanerita del municipio de Villavicencio, departamento del Meta, Colombia. En este sentido, se abrieron cuatro calicatas, identificadas con símbolos integrados por cuatro letras mayúsculas y un consecutivo numérico, hasta de tres cifras. Así, el tipo de muestreo fue no probabilístico, intencional u opinático, lo cual es un procedimiento de selección en el que se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra; y a su vez los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador, en dichas muestras se determinó: textura, color húmedo, presencia de moteados, fragmentos gruesos, consistencia, estructura, presencia de raíces, actividad biológica, rasgos superficiales, resistencia a la penetración, humedad, pH. Los suelos identificados y descritos se encontraron en su gran mayoría en la zona ganadera del parque, donde presentaron clases texturales que van desde arcilloso arenoso, arcillo limoso y franco arcillo limoso, con matices de color oscuro, además, poca presencia de moteados, fragmentos gruesos y raíces, de baja resistencia a la penetración y humedad. Estos se categorizaron poco compactos, con escasa presencia de cutanes de arena o limo, y actividad biológica baja en especial en horizontes subsuperficiales. El pH de estos suelos fue de extremadamente a ligeramente ácidos. De acuerdo con estas características fisicoquímicas, en estos suelos podrían seguir siendo usados para ganadería, no obstante, se sugiere seguir determinando otras características del suelo como densidad real, densidad aparente, materia orgánica, fosfatos, para identificar otras posibilidades de uso.

Palabras clave: textura, pH, actividad biológica, llanos orientales.

ABSTRACT

Physical and chemical characteristics of soil samples taken from the María Lucía Metropolitan Park, located in the Llanerita Trail of the municipality of Villavicencio, Meta Department, Colombia. In this sense, four calicatas were opened, identified with symbols composed of four capital letters and a consecutive number, up to three figures. Thus, the type of sampling was non-probabilistic, intentional or opinionated, which is a selection procedure in which the probability that population elements have to integrate the sample is unknown; and the elements are chosen on the basis of criteria or judgements set by the investigator, in these samples were determined: texture, wet colour, presence of spots, thick fragments, consistency, structure, root presence, biological activity, surface features, resistance to penetration, moisture, pH. The soils identified and described were found in the livestock area of the park, where they presented textural classes ranging from sandy clay, silty clay and loamy clay, with dark color nuances, in addition, little presence of mottled, thick fragments and roots, low resistance to penetration and moisture. These were categorized as not very compact, with little presence of sand or silt cutaneous and low biological activity especially in subsurface horizons. The pH of these soils was extremely to slightly acidic. According to these physical and chemical characteristics, these soils could still be used for livestock farming; however, it is suggested that other soil characteristics such as real density, apparent density, organic matter, soil phosphates, to identify other uses.

Keywords: texture, pH, biological activity, eastern plains.

Recibido: 15-11-2024

Aceptado: 15-02-2025

Publicado: 19-02-2025

Autor de correspondencia: González García Hebandreyna;
hebandreyna.gonzalez@unimeta.edu.co; +57 3026626486.

Introducción

El suelo es un recurso fundamental para satisfacer las necesidades de una población en constante crecimiento, especialmente en la región de América Latina y el Caribe (LAC). Se estima que, entre 2022 y 2050, la productividad vegetal disminuirá de manera persistente, afectando entre el 12 % y el 14 % de la superficie agrícola, los pastizales, las áreas de pastoreo y las zonas naturales. A nivel global, la región más afectada será África Subsahariana (Collins y Wischnewski, 2022).

Asimismo, en América del Sur se ha reportado una degradación progresiva de aproximadamente 16 millones de kilómetros cuadrados, de los cuales 4 millones corresponden a zonas naturales que actualmente son objeto de esfuerzos de restauración y protección (Collins y Wischnewski, 2022).

En gran medida, esta degradación ha sido consecuencia del uso de sistemas de producción inadecuados y de decisiones estratégicas que priorizan el incremento de la producción agrícola en detrimento de los servicios ecosistémicos, lo que ha generado impactos negativos sobre la sostenibilidad del suelo y los recursos naturales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2012).

Cuando las prácticas de gestión no están adecuadamente adaptadas a las condiciones ecológicas locales, pueden contribuir a la degradación del suelo. Incluso, eventos que suelen considerarse fenómenos naturales, como inundaciones, desprendimientos de tierra y sequías, pueden ser consecuencia, total o parcial, de la actividad humana (FAO, 2012).

Además, la implementación de técnicas e insumos de alto costo, incluido el uso intensivo de agroquímicos en plantaciones comerciales de cultivos en América Latina y el Caribe (LAC), ha contribuido en la última década a una disminución significativa de la producción. Este fenómeno se debe al deterioro acelerado de las características físicas, químicas y biológicas del suelo (González-Pedraza et al., 2023).

La interacción entre estos factores ha sido poco estudiada, pese a que en la actualidad se reconoce como un aspecto clave para abordar la problemática del deterioro del suelo y la reducción en la productividad de las plantaciones (Rosales et al., 2006).

Existe evidencia que indica que las características de los suelos ejercen una influencia determinante sobre el rendimiento y producción de cualquier cultivo (González-García et al., 2021a; Castellanos et al., 2021). La aplicación de técnicas inadecuadas de manejo tales como: uso ineficiente e incluso ausencia de técnicas de mantenimiento apropiadas, poco control de plagas y enfermedades, períodos prolongados de verano sin la alternativa del riego, inundaciones frecuentes combinado con topografía plana e insuficientes sistemas de drenaje, contribuyen al deterioro

acelerado de las características físicas, químicas y biológicas de los suelos y disminución de su capacidad productiva (González-García et al., 2021b; González-Pedraza et al., 2022).

Dado que el suelo constituye uno de los recursos centrales para la producción y seguridad agroalimentaria, es necesaria la preservación de sus propiedades para asegurar la calidad de éstos y el potencial productivo de las plantas. Por lo tanto, el conocimiento y la evaluación de diferentes características físicas y químicas de los suelos, permite saber ¿Cuáles son los usos que pueden tener los suelos en el Parque Metropolitano María Lucía?, con la finalidad de constituir una herramienta útil para orientar la toma de decisiones de planificación del uso de la tierra en el contexto geográfico con condiciones similares al parque.

Materiales y métodos

Ubicación del estudio

La investigación se desarrolló en el Parque Metropolitano María Lucía el cual se encuentra ubicado en la vereda La Llanerita, a 18 kilómetros al sureste de la ciudad de Villavicencio, sobre la vía que conduce a Puerto López, en las coordenadas geográficas 4°5'19.78"N y 73°30'15,07"O. Es un predio con un área aproximada de 120 hectáreas de terreno pertenecientes a la Corporación Universitaria del Meta (Obando-Moncayo, 2020).

Diseño de suelos y tipo de muestreo

El diseño de muestreo se realizó por medio de calicatas, en este sentido se abrieron cuatro calicatas identificadas con símbolos integrados por cuatro letras mayúsculas y un consecutivo numérico, hasta de tres cifras, ubicadas en las siguientes coordenadas: 1. Punto PMML 001 (W 73°30'33,5" y N 04°05'27,9"), 2. Punto PMML 002 (W 73° 30'38,3" y N 04°05'41,9"), 3. Punto PMML 003 (W 73° 30'23,7" y N 04°05'39,7"), 4. Punto PMML 004 (W 73° 30,488' y N 04°05,308) (Figura 1). Por lo tanto, el tipo de muestreo fue no probabilístico, intencional u opinático, lo cual es un procedimiento de selección en el que se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra; y a su vez los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador (Arias, 2012).

Descripción del perfil del suelo y caracterización de sus horizontes

Se realizó una descripción del perfil del suelo en cada calicata o cajuela de observación realizada, y se separaron los horizontes genéticos cuyo espesor dependió de las diferencias de color y de cómo han actuado los factores y los procesos de formación de suelos. En cada horizonte, se procedió a determinar las características fisicoquímicas, a saber: textura, color húmedo, presencia de moteados, fragmentos gruesos, consistencia, estructura, presencia de raíces, actividad biológica, rasgos superficiales, resistencia

a la penetración, humedad y pH siguiendo la metodología empleada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (Soil Survey Staff, 2014) y por la Subdirección Agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2007; Ospina et al., 2010).

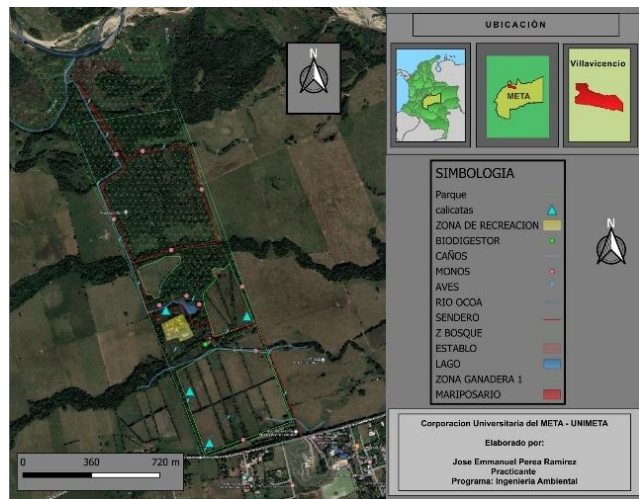


Figura 1. Ubicación de calicatas en el Parque Metropolitano María Lucía. Fuente: Perea, 2024. Triángulos azules corresponden a las aperturas de las calicatas ubicadas en la zona ganadera.

Resultados y discusión

A continuación, la tabla 1 registra los resultados de la Conforme a lo observado en la calicata o cajuela de observación PMML001, con coordenadas W 73°30'33.5" y N 04°05'27.9", no se evidenció diferenciación en el perfil del suelo, el cual se describió hasta una profundidad de 50 cm. Se identificó un horizonte con textura arcilloso-arenosa, color en estado húmedo 2.5YR 5/4, humedad del 9 % y un pH ácido (4) (Figura 2).

No se observaron moteados (manchas de color distinto al de la matriz del suelo), y la presencia de fragmentos gruesos fue mínima (1 %), con redondez subangulosa y esférica, y un grado de alteración moderado. La estructura presentó un arreglo en bloques subangulares, con agregados de tamaño fino y grado de desarrollo débil.

Asimismo, se determinó una consistencia moderadamente compacta, dura y muy firme en friabilidad, con adhesividad ligera y plasticidad moderada. Se identificó una baja cantidad de raíces muy finas, actividad biológica moderada y escasa presencia de carbonatos de calcio (Figura 2).

La calicata o cajuela de observación PMML 002, ubicada en las coordenadas W 73°30'38.3" y N 04°05'41.9", alcanzó una profundidad de 70 cm y presentó una humedad del 20.3 %. Se identificaron tres horizontes: de 0 a 20 cm, de 21 a 40 cm y de 41 a 70 cm. En el primer horizonte, la textura del suelo se clasificó como franco arcillo-limoso, con un color

en estado húmedo 10YR 3/3 y un pH ligeramente ácido (6). Se observaron pocos moteados finos y débiles, así como una baja cantidad (1 %) de fragmentos gruesos tipo grava, con redondez subangulosa, forma esférica y un grado de alteración fuerte. La estructura correspondió a un bloque subangular, con un grado de desarrollo débil y agregados de tamaño muy fino (Figura 3).



Figura 2. Calicata o cajuela de observación PMML001, coordenadas: W 73°30'33.5" y N 04°05'27.9". Fuente: Autores.



Figura 3. Calicata o cajuela de observación PMML002, coordenadas: W 73° 30'38.3" y N 04°05'41.9". Fuente: Autores.

La consistencia del suelo PMML 002 en este horizonte fue poco compacta, con dureza suave, muy friable, ligeramente adhesiva y moderadamente plástica. Se identificó una escasa presencia de rasgos superficiales zonales, con apreciabilidad débil y distribución en todas las caras. Además, se registró una cantidad frecuente de raíces finas y actividad biológica moderada. No se evidenció presencia de carbonatos de calcio.

Desde los 21 cm hasta los 40 cm de profundidad, se observaron cambios significativos en las características fisicoquímicas de este perfil. La textura en este horizonte se clasificó como franco arcillo-limoso, con un color en estado húmedo 7.5YR 5/8 y un pH moderadamente ácido (5). Se identificaron moteados comunes, de 2 a 5 mm de tamaño, finos y tenues. La presencia de fragmentos gruesos tipo grava fue moderada, con redondez subangulosa, forma esférica y un grado de alteración fuerte. La estructura del suelo correspondió a bloques subangulares, con un grado de desarrollo débil y agregados de tamaño muy fino. La consistencia se caracterizó por ser moderadamente compacta, con dureza ligera, friable, ligeramente adhesiva y moderadamente plástica. Asimismo, se determinó una escasa presencia de rasgos superficiales zonales, con apreciabilidad débil y distribución en todas las caras. Se observó una baja cantidad de raíces finas y actividad biológica moderada. No se evidenció presencia de carbonatos de calcio.

En el tercer horizonte del suelo, la textura continuó siendo franco arcillo-limoso, con un color en estado húmedo 5YR 5/8 y un pH moderadamente ácido (5). Se identificaron moteados comunes, de 2 a 5 mm de tamaño, finos y visibles. De manera similar, se registró una baja cantidad (1 %) de fragmentos gruesos tipo grava, con redondez subangulosa, forma esférica y un grado de alteración fuerte. La estructura se clasificó como bloque subangular, con un desarrollo débil y agregados de tamaño fino. La consistencia fue moderadamente compacta, con una dureza ligeramente elevada y firme, además de presentar características ligeramente adhesivas y moderadamente plásticas. Se identificó una escasa presencia de rasgos superficiales zonales, con apreciabilidad débil y distribución en todas las caras.

Paralelamente, se observó una baja cantidad de raíces de tamaño medio (diámetro entre 2 y 5 mm) y poca actividad biológica. En este horizonte, a diferencia de los anteriores, sí se evidenció una presencia reducida de carbonatos de calcio (Figura 3).

En el punto PMML 003 se identificó una calicata con cuatro horizontes en su perfil, ubicada en las coordenadas W 73°30'23.7" y N 04°05'39.7", con una humedad del 25.2 % (Figura 4). En el primer horizonte, que abarca desde la superficie hasta los 20 cm de profundidad, la textura del suelo se clasificó como areno-francosa, con un color en estado húmedo 10YR 3/2 y un pH fuertemente ácido (4). Se

evidenció una baja presencia de carbonatos de calcio, sin indicios de moteados y con una cantidad reducida de fragmentos gruesos. Estos fragmentos presentaron una redondez subangulosa, forma esférica y un grado de alteración ligero.

La estructura del suelo en este horizonte fue granular, con un desarrollo débil y agregados de tamaño muy fino. La compactación se caracterizó por ser no coherente, con una dureza suave, textura muy friable y sin propiedades adhesivas ni plásticas.

Asimismo, se identificó una presencia muy baja de rasgos superficiales zonales, con apreciabilidad débil y distribución en todas las caras de los agregados. Además, se registró una cantidad frecuente de raíces finas y una actividad biológica moderada.

Desde los 21 cm hasta los 47 cm de profundidad en esta calicata, se identificó una textura franco arcillo-arenosa, con un color en estado húmedo 10YR 4/4 y un pH moderadamente ácido. No se evidenció presencia de carbonatos de calcio y se observaron pocos moteados, de tamaño fino y tonalidad tenue.

Asimismo, se estimó que los fragmentos gruesos representaban el 1 % del horizonte, con una morfología subangulosa, forma esférica y un grado de alteración ligero. La estructura del suelo en este horizonte correspondió a bloques angulares finos, con un desarrollo moderado.

La consistencia se caracterizó por ser poco compacta, con una dureza suave, textura friable, ligeramente adhesiva y moderadamente plástica. En cuanto a los rasgos superficiales, se observó una tendencia similar a la del horizonte anterior, con muy pocos rasgos superficiales zonales. Además, se registró una baja cantidad de raíces muy finas y una actividad biológica reducida.

El tercer horizonte de este punto se encuentra entre los 48 cm y 77 cm de profundidad. La textura del suelo en esta capa se clasificó como franco arcillo-arenosa, con un color en estado húmedo 7.5YR 4/4 y un pH moderadamente ácido. No se evidenció presencia de carbonatos de calcio y se observaron escasos moteados, de tamaño fino y tonalidad tenue.

Asimismo, se identificó un 1 % de fragmentos gruesos con morfología subangulosa, forma esférica y un grado de alteración moderado. La estructura del suelo en este horizonte correspondió a bloques angulares finos, con un desarrollo moderado.

La consistencia fue poco compacta, ligeramente dura, firme, ligeramente adhesiva y moderadamente plástica. Se evidenciaron pocos rasgos superficiales, los cuales eran discontinuos, de tonalidad clara y presentes en todas las caras de los agregados. Además, se registró una baja cantidad de raíces muy finas y una actividad biológica reducida.

El cuarto y último horizonte descrito, que abarca desde los 78 cm hasta los 120 cm de profundidad, presentó una textura franco arcillo-limosa, con un color en estado húmedo 5YR 5/8 y un pH moderadamente ácido. No se evidenció presencia de carbonatos de calcio, y se identificó una cantidad común de moteados, de tamaño medio (5 a 15 mm) y de tonalidad visible.

Asimismo, se registró una baja proporción de fragmentos gruesos (1 %), con morfología subangulosa, forma esférica y un grado de alteración moderado. La estructura del suelo correspondió a bloques subangulares, con un desarrollo moderado. En cuanto a la consistencia, se observaron características similares a las del horizonte anterior en los cinco aspectos evaluados: dureza, friabilidad, adhesividad, plasticidad y compacidad. Además, se identificaron rasgos superficiales en un 25 % a 50 % del horizonte, los cuales eran comunes, continuos, de tonalidad clara y distribuidos en todas las caras de los agregados. Finalmente, se registró una baja cantidad de raíces muy finas y una actividad biológica reducida (Figura 4).



Figura 4. Calicata o cajuela de observación PMML 003, coordenadas: W 73° 30'23.7" y N 04°05'39.7". Fuente: Autores.

En la calicata o cajuela de observación PMML004, ubicada en las coordenadas W 73°30.488' y N 04°05.308', se identificó una relación entre las clases texturales del suelo, que varían de areno-francosa a franco arcillo-limosa, y el pH de los diferentes horizontes.

Los altos contenidos de arena en el primer horizonte (0 a 50 cm) favorecen el lavado de bases, lo que da lugar a un pH fuertemente ácido (4). Esta condición química mejora en el segundo horizonte (51 a 70 cm), donde se registró un pH moderadamente ácido (5). En ambos horizontes, no se evidenció presencia de carbonatos de calcio.

Además, se observó una actividad biológica reducida y una humedad del 17.1 %.

En los primeros 50 cm de profundidad de esta calicata, el color en estado húmedo se identificó como 5Y 2/1. La transición entre horizontes presentó una nitidez difusa (>12 cm) y una forma plana, con pocas o ninguna irregularidad. Se observaron pocos moteados, de tamaño fino.

Asimismo, se registró un 1 % de fragmentos gruesos con morfología subangulosa y esfericidad subdiscoidal, con un grado de alteración fuerte, lo que indica que pueden desmenuzarse fácilmente con la mano. La estructura del suelo en este horizonte correspondió a un arreglo subangular, con agregados de tamaño grueso.

En cuanto a la consistencia, el suelo se clasificó como no coherente, dado que el cuchillo penetró sin esfuerzo hasta el mango. La dureza de este horizonte fue suave, su friabilidad se describió como suelta, y no presentó características adhesivas ni plásticas.

Se identificó una escasa presencia de rasgos superficiales zonales, de apreciabilidad débil y ubicados en todas las caras de los agregados. Además, se evidenció una abundancia de raíces muy finas, sin presencia de carbonatos de calcio y con una actividad biológica reducida.

En la profundidad de 51 a 70 cm, el color en estado húmedo se identificó como 5Y 5/1. La transición entre horizontes presentó una nitidez clara (2 – 5 cm) y una forma irregular. Se evidenció una mayor cantidad de moteados en comparación con el primer horizonte, de tamaño fino y tonalidad tenue.

En cuanto a los fragmentos gruesos, se observó la misma proporción en volumen que en el horizonte anterior, con morfología subangulosa, forma esférica y un grado de alteración fuerte. La estructura del suelo correspondió a un arreglo subangular, con agregados de tamaño grueso.

La compacidad del horizonte fue moderada, ya que el cuchillo penetró solo de manera parcial, incluso aplicando un gran esfuerzo. La dureza del suelo en esta capa fue alta, su friabilidad se describió como firme, y presentó características ligeramente adhesivas y plásticas.

Entre el 25 % y el 50 % de la superficie presentó rasgos superficiales, cubriendo pequeñas áreas y con apreciabilidad débil. Se observó una baja cantidad de raíces finas, sin presencia de carbonatos de calcio y con una actividad biológica reducida (Figura 5).



Figura 5. Calicata o cajuela de observación PMML004, coordenadas: W 73° 30.488' y N 04°05.308. Fuente: Autores.

En la siguiente figura se observa como las calicatas descritas presentan probablemente una línea base de suelos (Figura 6).

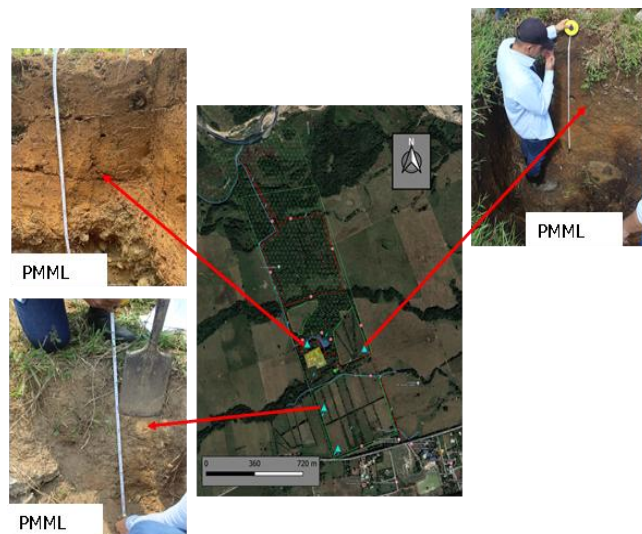


Figura 6. Puntos de ubicación de calicatas de aptitud de uso ganadero en el Parque Metropolitano María Lucía.

Todas las calicatas se ubicaron en suelos de uso ganadero, donde se encuentra establecido el pasto *Brachiaria decumbens*. Al respecto, Mena et al. (2015) señala que esta especie se adapta bien a suelos de baja fertilidad y tolera un

rango de pH entre 3.8 y 7.5. Asimismo, Dübbern de Souza (2000) destaca su resistencia al pisoteo y al pastoreo intenso.

Considerando las cualidades de aptitud de los suelos de los llanos venezolanos descritas por Comerma y Chacón (2002), los suelos evaluados en este estudio se clasifican con una aptitud a2, debido a la presencia de seis meses húmedos en la zona de estudio y a una disponibilidad moderada de oxígeno.

En función de la disponibilidad de nutrientes, estos suelos pueden presentar los siguientes órdenes: Vertisoles, Ultisoles y Oxisoles, los cuales se asocian a una aptitud a3. Adicionalmente, poseen un potencial de erosión moderado, lo que los clasifica con una aptitud a2 (IGAC, 2007).

Las clases texturales identificadas en este estudio coinciden con lo señalado por Owen (1995), quien describe que los suelos en su zona de estudio se originan a partir de material sedimentario, son bien drenados, superficiales y de baja fertilidad.

En concordancia con lo expuesto por Serrato (2013), se ha observado que “la intensa precipitación de la región fortalece e intensifica los daños en la estructura física del suelo, lo que conduce al sellamiento de la capa superficial y a la consecuente reducción drástica de las tasas de infiltración, flujo de aire y agua” (p. 77). Esto resalta la falta de conocimiento sobre los factores y procesos de formación del suelo en distintos espacios geográficos, situando como primera causa el uso inadecuado de herramientas y la implementación de prácticas poco sostenibles (Rivera y Amézquita, 2013).

Los valores de pH obtenidos en este estudio son comparables con los reportados por Delgado et al. (2018), quienes registraron variaciones entre 3.9 y 5.10. Asimismo, coinciden con los datos de Rivera y Amézquita (2013), quienes documentaron un pH entre 4.0 y 4.4, con valores más elevados en suelos de sabana nativa a una profundidad de 20 cm.

Conclusiones

La mayoría de los suelos descritos se encuentran en zonas de uso ganadero, donde predomina el pasto *Brachiaria decumbens*, especie que parece adaptarse adecuadamente a las condiciones de la zona de estudio.

Los suelos presentan clases texturales que varían entre arcilloso-arenoso, arcillo-limoso y franco arcillo-limoso. Además, los valores de pH indican que se trata de suelos con una acidez que oscila entre extremadamente ácida y ligeramente ácida.

De acuerdo con estas características fisicoquímicas, estos suelos podrían continuar utilizándose para ganadería. No obstante, se recomienda realizar estudios adicionales para determinar otras propiedades del suelo, como densidad real, densidad aparente, contenido de materia orgánica y

disponibilidad de fosfatos, con el fin de evaluar posibles alternativas de uso.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Universitaria del Meta, por la disposición del laboratorio de suelos, equipos y reactivos necesarios para las determinaciones de las características fisicoquímicas de muestras de suelos del Parque Metropolitano María Lucía (PMML).

Referencias

- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme.
- Castellanos González L., González-Pedraza A. F., Capacho Mogollón A. E. (2021). Caracterización de los suelos de seis municipios en el Norte de Santander. *INGE CUC* 17(1): 69-80. DOI: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.17.1.2021.06>
- Collins, T., & Wischnewski, W. (2022). *Degradación crónica de las tierras: Las Naciones Unidas ofrecen serias advertencias y remedios prácticos en su informe Perspectiva Global de la Tierra 2*. United Nations Convention to Combat Desertification.
- Comerma, J., & Chacón, E. (2002). *Aptitud de los llanos venezolanos para los principales usos ganaderos*. En R. Romero, J. Arango, & J. Salomón (Eds.), XVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne (pp. 193-216). Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV.
- Delgado, H., Rangel, J., & Silva, A. (2018). Caracterización de la fertilidad química de los suelos en sistemas productivos de la altillanura plana, Meta, Colombia. *Revista Luna Azul*, 46, 54-69.
- Dübberrn de Souza, F. (2000). *Principales características de algunas especies y cultivos de plantas forrajeras tropicales*. En Curso-Taller Internacional de Semilla de Pastos, 5 (pp. 52-61). Guatemala.
- González-García, H., González Pedraza, A. F., Pineda Zambrano, M., Escalante-García, H., Rodríguez-Yzquierdo, G., & Soto-Bracho, A. (2021a). Edaphic microbiota in plantain lots of contrasting vigor, and relationships with soil properties. *Bioagro*, 33(2), 143-148. <https://doi.org/10.51372/bioagro332.8>
- González-García, H., González-Pedraza, A. F., Rodríguez-Yzquierdo, G., León-Pacheco, R., & Betancourt-Vásquez, M. (2021b). Vigor en plantas de plátano (*Musa AAB cv. Hartón*) y su relación con características físicas, químicas y biológicas del suelo. *Agronomía Costarricense*, 45(2), 115-134. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v45i2.47772>
- González-Pedraza A. F., Castellanos González L., Capacho Mogollón A. E. (2023). *Influencia de tres modelos agroecológicos sobre la calidad del suelo en el municipio de Ocaña, Norte de Santander*. Primera edición, Colección Ciencias Pecuarias y Agronomía© Sello Editorial Unipamplona. Pamplona. Universidad de Pamplona. 189 p. <https://books.unipamplona.edu.co/index.php/editorial/catalog/book/56>
- González-Pedraza, A. F., Chiquillo Barrios, Y. A., & Escalante, J. C. (2022). Salinización de suelos en áreas agrícolas de la región Caribe y estrategias agroecológicas de recuperación. Revisión. *INGE CUC*, 18(1). <https://doi.org/10.17981/ingecuc.18.1.2022.02>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2007). *Metodología de clasificación de tierras por su capacidad de uso*. Imprenta Nacional.
- Mena, M., Rodríguez, D., Mora, A., & Azadegan, S. (2015). *Pastos y forrajes*. Catholic Relief Services (CRS).
- Obando-Moncayo, F. (2020). *Proyecto Implementación del modelo de conservación de precisión en el Parque Metropolitano María Lucía, PMML: Informe de avance de las fases preparatoria, precampo y campo*. Corporación Universitaria del Meta – UNIMETA.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2012). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura: La gestión de los sistemas en situación de riesgo*. <http://www.fao.org/3/i1688s/i1688s.pdf>
- Ospina, A., Vilorio, J., Elizalde, G., & Rey, J. C. (2010). *Homologación de métodos para los estudios de suelos: Guía práctica para la descripción de suelos*. Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología Agrícola.
- Owen, E. (1995). Estado de las principales características físico-químicas de los suelos palmeros de la región de la Orinoquia. *Revista Palmas*, 6(2), 25-30.
- Rivera, M., & Amézquita, E. (2013). *Caracterización biofísica de sistemas en monocultivo y en rotación en oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia*. En E. Amézquita, R. Idupulapati Madhusudana, M. Rivera, I. Corrales, & J. Bernal (Eds.), *Sistemas agropastoriles: Un enfoque integrado para el manejo sostenible de oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia* (pp. 69-86). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Rosales, F., Pocasangre, L., Trejos, J., Serrano, E., Acuña, O., Segura, A., Delgado, E., Pattison, T., Rodríguez, W., & Staver, C. (2006). *Guía para el diagnóstico de la calidad y la salud de suelos bananeros*. Reunión Internacional da Associação para a Cooperación das Pesquisas sobre Banana no Caribe e na América Tropical, ACORBAT.

González García et al. Características fisicoquímicas de suelos en Villavicencio, Meta

Serrato, M. (2013). Mal uso del suelo en Colombia ocasiona problemas socioeconómicos. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 4(2), 66-80.

Soil Survey Staff. (2014). *Keys to soil taxonomy* (12.^a ed.). USDA-Natural Resources Conservation Service.

Ciencia y Tecnología Agropecuaria es una revista publicada por la Universidad de Pamplona bajo la licencia: [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) (CC BY-NC-SA 4.0)

