

Revista Latinoamericana de Difusión Científica



Volumen 5 - Número 9
Julio – Diciembre 2023
Maracaibo – Venezuela

Caracterización físico-química de suelos con potencial agrícola del estado Táchira, Venezuela

DOI: <https://doi.org/10.38186/difcie.59.05>

Luimar Álvarez*
Alexandro Barbosa**
Juan C. Montilla-Velasco***
Erika Trujillo****

RESUMEN

En la literatura existe poca información sobre datos físico-químicos de suelos de la región andina, aunque recientemente para el estado Táchira se mostraron las características físico-químicas de estos suelos en forma general, pero no detalladamente por cada municipio. En esta investigación se reportan las clases texturales, el contenido de materia orgánica del suelo, el pH y la conductividad eléctrica para cada uno de los veintinueve municipios del estado Táchira en Venezuela, con el fin de determinar su potencial agrícola y tener valores de referencia para los productores. Los datos se obtuvieron de 644 análisis físico-químicos realizados en el Laboratorio Bioambiental de la Universidad Nacional Experimental del Táchira para el período 2015-2019. Los resultados sugieren predominan en más del 70% de las muestras las texturas gruesas, en 55% los suelos con bajo contenido de materia orgánica, y los pH ácidos y los suelos desaturados en todos los municipios del estado. Las diferencias significativas mostraron que la textura del suelo influyó en el pH de este. Las condiciones de los suelos pueden ser mejoradas mediante enmiendas orgánicas y enclavamiento para obtener condiciones óptimas para los cultivos.

PALABRAS CLAVE: Potencial agrícola, Conductividad eléctrica, pH, Análisis físico-químico de suelos.

*Universidad Nacional Experimental del Táchira. Decanato de Extensión. Laboratorio Bioambiental UNET/ Decanato de Investigación. Grupo de Investigación en Biotecnología Agrícola y Ambiental. San Cristóbal, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5641-4331>. E-mail: luimaralvarez@gmail.com

**Universidad Nacional Experimental del Táchira. Decanato de Extensión. Laboratorio Bioambiental UNET/ Decanato de Investigación. Grupo de Investigación en Biotecnología Agrícola y Ambiental. San Cristóbal, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5115-6043>. E-mail: abarbosa033@gmail.com

***Universidad Nacional Experimental del Táchira. Decanato de Extensión/ Departamento de Ingeniería en Producción Animal. San Cristóbal, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7147-388X>. E-mail: jcmontillav@gmail.com

****Universidad Nacional Experimental del Táchira. Decanato de Extensión. Coordinación de Extensión Agraria, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4541-1255>. E-mail: erikaunet@gmail.com

Recibido: 02/02/2023

Aceptado: 31/03/2023

Physical-Chemical Characterization of Soils with Agricultural Potential in the Táchira State, Venezuela

ABSTRACT

In the literature there is little information on physical-chemical data of soils in the Andean region, although recently for the state of Táchira the physical-chemical characteristics of these soils were shown in general, but not in detail for each municipality. In this research, the textural classes, the organic matter content of the soil, the pH and the electrical conductivity are reported for each one of the twenty-nine municipalities of the Táchira state in Venezuela, in order to determine their agricultural potential and have reference values for the producers. The data was obtained from 644 physical-chemical analyzes carried out in the Laboratorio Bioambiental of the Universidad Nacional Experimental del Táchira for the period 2015-2019. The results suggest that coarse textures predominate in more than 70% of the samples, in 55% soils with low organic matter content, and acidic pH and desaturated soils in all municipalities of the state. The significant differences showed that the soil texture influenced its pH. Soil conditions can be improved through organic amendments and liming to obtain optimal conditions for crops.

KEY WORDS: Agricultural potential, Electrical conductivity, pH, Physical-chemical analysis of soils.

Introducción

Los análisis físico-químicos de suelos permiten diagnosticar el estatus de fertilidad de un suelo específico y dar las recomendaciones adecuadas al productor con los máximos criterios de sostenibilidad. Dentro de las variables que se analizan, la textura del suelo es una propiedad física que generalmente no cambia durante el período de crecimiento del cultivo, e incluso por varios años. De los componentes de esta propiedad del suelo, la arena y el limo sirven de sostén a las plantas y guardan relación con la infiltración del agua en el perfil del suelo; y la arcilla influye fundamentalmente en el proceso químico del intercambio de cationes en el suelo (Casanova y Lobo, 2007).

La textura es un criterio para diagnosticar el contenido de materia orgánica del suelo (MOS), y depende del grupo textural la interpretación que sobre el porcentaje de MOS se decida; por ejemplo, si el contenido de MOS es 1.8 % en un suelo de textura media se considera bajo, mientras que si es en un suelo de textura gruesa se considera medio;

además, la textura y especialmente el pH del suelo también se consideran al realizar recomendaciones de encalado y aplicación de yeso (Casanova y Lobo, 2007; Ramírez Pedroso et al., 2021).

La MOS consiste en una mezcla de residuos de origen vegetal y animal, además de los compuestos producidos químicamente o microbiológicamente a partir de esta materia en descomposición (enzimas, polisacáridos y compuestos aromáticos) que se transforman continuamente (Barattini y Hepp, 2019). La MOS es un indicador químico de la calidad del suelo que incide sobre la estructura formando agregados que mejoran la aireación, la retención de humedad, la capacidad buffer y la disponibilidad de nutrientes para las plantas y los microorganismos, disminuyen la erosión, ayudan a evitar la compactación del suelo, y la MOS también facilita los mecanismos de absorción de sustancias peligrosas como los plaguicidas (Barattini y Hepp, 2019; Julca-Otiniano et al., 2006; Rivero, 2007). En Venezuela se han implementado prácticas de manejo que ayudan a mejorar o mantener los niveles de MOS, por ejemplo, el uso de residuos orgánicos de origen agrícola, pecuario e industrial, y es precisamente en la región andina y el estado Lara en donde su uso es más intensivo, aunque sus beneficios se han visualizado principalmente desde el punto de vista económico debido al incremento en los rendimientos y la disminución del uso de fertilizantes (Rivero, 2007).

De acuerdo con Torres et al. (2017), en Venezuela ha habido algunas iniciativas para la organización de suelos como el Sistema de Información de Tierras de Venezuela (SITVEN), el Sistema de Información de Suelos de la Depresión del Lago de Valencia (SISDELAV), el Sistema de Información Ambiental de la Cuenca Alta del Río Guárico (SIACARG), y para ese año los mencionados autores reportaron los datos de suelos de la región centrooccidental, específicamente en la depresión de Quíbor y el piedemonte del estado Lara para identificar el potencial agrícola de estos suelos. Pero, los datos físico-químicos de los suelos del estado Táchira son muy escasos en la literatura disponible. Estos datos apenas se mostraron recientemente en promedio para el estado por Álvarez et al. (2022), y no de manera detallada por cada municipio de la entidad. Por ello, el objetivo de este artículo es mostrar los datos de textura, materia orgánica (MO), pH y conductividad eléctrica (CE) de los suelos aptos para actividades agrícolas como referencia para cada municipio del estado Táchira, contribuyendo así con una información

confiable y valiosa de utilidad académica y práctica para el sector agrícola de la región y el país.

1. Metodología

1.1. Ubicación de las muestras de suelo

El estudio fue realizado a partir de 644 muestras de suelo entre 0-20 cm de profundidad de los 29 municipios del estado Táchira las cuales fueron procesadas en el Laboratorio Bioambiental de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) durante el periodo 2015-2019 (Álvarez et al., 2022). La ubicación de las muestras se observa en la Figura 1.

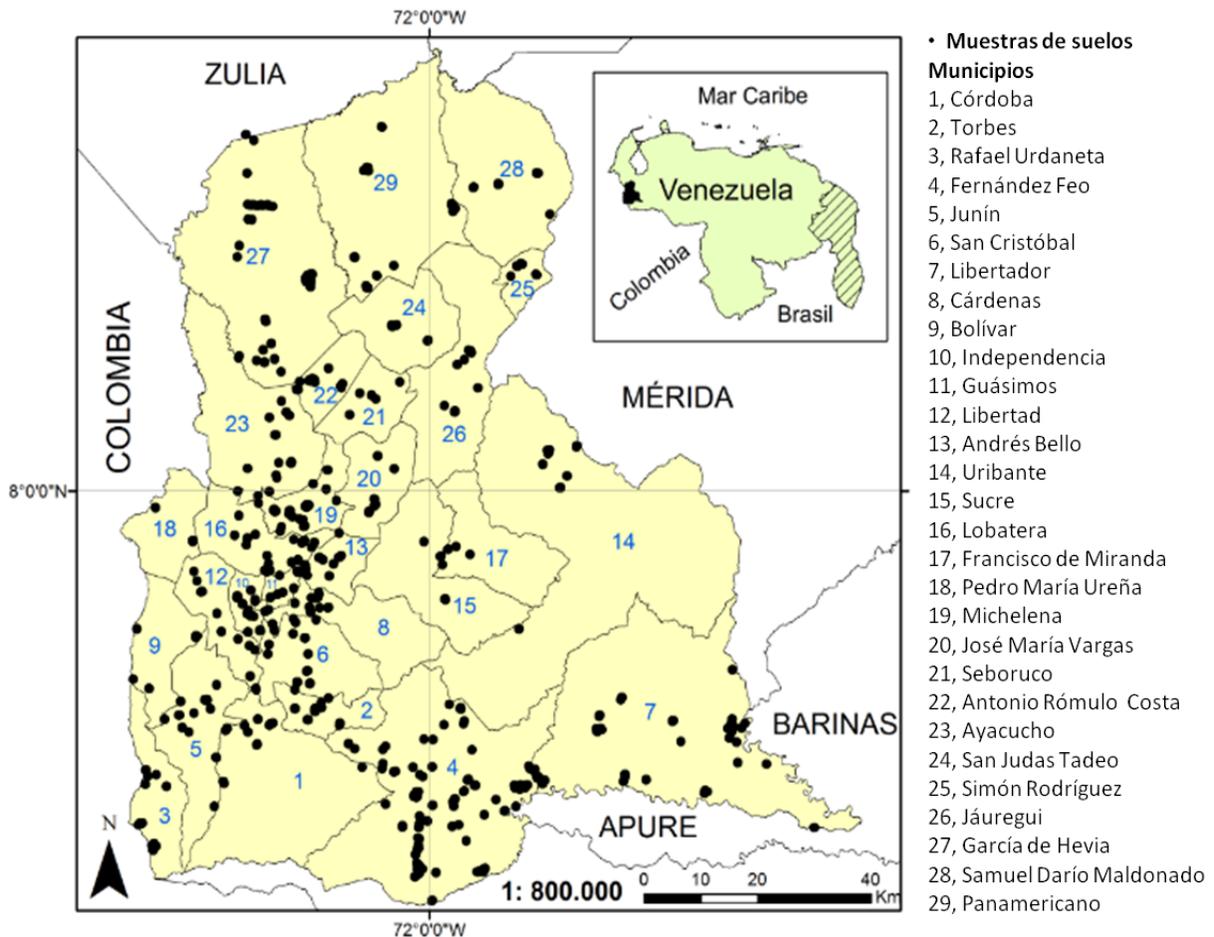


Figura 1. Ubicación de las muestras procesadas en el Laboratorio Bioambiental UNET en el periodo 2015-2019. Fuente: Álvarez et al. (2022).

1.2. Análisis físico-químico del suelo

Se determinaron los parámetros de textura (Bouyoucos, 1962), materia orgánica (Walkley y Black, 1934), pH (pH-metro; suspensión 1:2,5) y conductividad eléctrica (conductímetro; suspensión 1:5). Posteriormente, los resultados obtenidos de los análisis del suelo se interpretaron de acuerdo con los criterios establecidos por PALMAVEN (1992) (Tabla 1).

1.3. Análisis estadístico

Los datos de las propiedades físico-químicas se analizaron con estadística descriptiva (media, desviación estándar, valor mínimo y máximo) con Microsoft Office Excel 2007. También se realizó una prueba de Kruskal Wallis con el programa estadístico Infostat (InfoStat Statistical Software, 2002).

2. Resultados y discusión

2.1. Textura del suelo

En la Tabla 2 se observan las características obtenidas de las variables estudiadas y su interpretación. El 72% de los suelos mostraron textura gruesa, mientras que el 28% de los suelos son de textura media. Las clases texturales variaron entre suelos Franco Arenosos, Franco Arcillo Arenosos, Francos, y Franco Arcillosos. En las muestras analizadas no se encontraron suelos limosos, o con presencia de limo, ni texturas finas a diferencia de otros estudios en suelos venezolanos en los estados Trujillo y Yaracuy (Peña et al., 2006; Borges et al., 2012).

2.2. Materia orgánica

El contenido de MOS en los municipios del estado Táchira resultó bajo en dieciséis municipios alto para cinco municipios y medio para ocho municipios (55%, 17% y 28% del total de municipios, respectivamente) (Tabla 2). El mayor contenido de MOS se encontró en el municipio Sucre (Queniquea) con 4,65%, mientras que el contenido más bajo de MOS se encontró en el municipio Samuel Darío Maldonado (La Tendida) con 0,63% (Tabla 2).

Tabla 1. Criterios para la interpretación de los análisis de suelos según PALMAVEN (1992), utilizados en el Laboratorio Bioambiental UNET.

Variable	Clases / Valores	Interpretación
Textura (de acuerdo con el triángulo textural)	Arena (a), arenofrancoso (aF), francoarenoso (Fa), francoarcilloarenoso (FAa), franco (F), francoarcilloso (FA), francolimoso (FL), francoarcillolimoso (FAL), limoso (L), arcillolimoso (AL), arcilloarenoso (Aa), arcilloso (A)	Suelos de texturas gruesas: a, aF, Fa Suelos de texturas medias: L, FAa, F, FL, FA, FAL, Aa Suelos de texturas finas: A y AL
	Suelo de textura gruesa	
	<1,5 1,5-3,0 >3,0	Bajo Medio Alto
Materia orgánica (%)	Suelos de textura media	
	<2,0 2,0-4,0 >4,0	Bajo Medio Alto
	Suelos de textura fina	
	<3,0 3,0-5,0 >5,0	Bajo Medio Alto
pH	<4,5	Extremadamente ácido (EA)
	4,5-5,2	Fuertemente ácido (FA)
	5,3-5,9	Moderadamente ácido (MA)
	6,0-6,5	Ligeramente ácido (LA)
	6,6-7,0	Neutro (N)
	7,1-7,5	Ligeramente alcalino (La)
	7,6-8,3	Moderadamente alcalino (Ma)
>8,4	Fuertemente alcalino (Fa)	
CE (mS.cm ⁻¹)	0-2	El efecto de las sales sobre los cultivos es despreciable
	2-4	El rendimiento en cultivos muy sensibles puede ser afectado
	4-8	El rendimiento de muchos cultivos se reduce
	8-16	Solo cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente
	>16	Solo algunos cultivos muy tolerantes rinden satisfactoriamente

El contenido de materia orgánica total del suelo es aproximadamente 40-60 % carbono, por esto, determinar el contenido de C orgánico total (COT) es muy significativo, incluso, en estudios recientes sobre agroecosistemas se muestra solo el COT en vez de la MOS, pero en otros se muestran ambas variables (Coyn, 2000; Mogollón et al., 2015; Núñez-Ravelo et al., 2021). Independientemente, la MOS es un buen indicador de fertilidad por su capacidad de proporcionar nutrimentos minerales a las plantas, debido a que esta incluye residuos orgánicos de origen vegetal y animal. En todo caso, la cantidad de MOS se reduce en suelos de uso agrícola porque favorece el deterioro de los ácidos húmicos y fúlvicos, y de las sustancias no húmicas, en comparación con suelos de bosque que son ricos en MOS por los aportes continuos de biomasa de hojarasca (Cabrales et al., 2011); aunque en ocasiones, la MOS es más alta en suelos con aplicación de agroquímicos debido a las sustancias biocidas que pueden dejar residuos orgánicos en el suelo (Ramírez et al., 2011), o también a la inhibición de la actividad microbiana en presencia de agroquímicos (Armado et al., 2009), que pudieran a su vez inhibir la descomposición de MOS.

El contenido de MOS puede incrementarse mediante la eliminación de las quemas y la aplicación de enmiendas orgánicas en forma de compost proveniente de restos o residuos de cosecha y estiércol de animales o vermicompost incluso en más del doble de la cantidad inicial (Trinidad-Santos y Velasco-Velasco, 2016), y a su vez esta práctica aumenta la CE y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (FAO, 2013; Vázquez et al., 2020).

En zonas tropicales, la mayoría de los suelos presentan bajos contenidos de materia orgánica debido a las altas temperaturas y a la abundante precipitación que aceleran el proceso de descomposición, a diferencia de los climas fríos en donde se almacena mayor cantidad de carbono orgánico en el suelo (Valenzuela y Visconti, 2018). En estas condiciones muchos suelos mantienen su estructura estable debido a los óxidos de hierro y aluminio (FAO, 2002).

Sin embargo, la cantidad de MOS en la mayoría de los municipios del estado Táchira podría considerarse como la mínima requerida para que se puedan llevar a cabo actividades agrícolas, pues se consideran como suelos muy ricos a los suelos con más del 5% de MOS, y pobres cuando son menores al 0,1% de MOS (FAO, 2002; FAO, 2013). Por

otra parte, el contenido de MOS en los suelos tachirenses resultó más bajo que el reportado por Borges et al. (2012) para suelos del estado Yaracuy, ligeramente superior al reportado por López et al. (2008) para suelos de sabanas del estado Monagas, y la mayoría de municipios mostró un contenido de MOS similar a suelos de Panamá en donde predominan terrenos con bajo contenido de materia orgánica (Villareal, 2018).

2.3. pH

En la Tabla 2 se observa que el pH de los suelos de los diferentes municipios resultó ser en su mayoría ácidos, siendo el más ácido el municipio Samuel Darío Maldonado con pH 4,30, y el menos ácido el municipio Libertad (Capacho Viejo) con pH 5,76. El pH de todos los suelos varió entre extremadamente ácido, fuertemente ácido, y moderadamente ácido. De acuerdo con Bravo (2000), el pH de los suelos afecta la solubilidad de ciertos minerales, considerando que entre el rango de 6,0 y 7,0 existe la mayor disponibilidad de nutrimentos para las plantas.

Los suelos fuertemente ácidos (pH 4,0 a 5,0) por lo general tienen altas concentraciones de aluminio y manganeso solubles que a veces se tornan tóxicas, y que además estos pH ácidos inhiben el crecimiento y la actividad de bacterias nitrificantes, y de las descomponedoras de materia orgánica y liberadoras de nitrógeno y otros nutrimentos (Bravo, 2000; Ramírez Pedroso et al., 2021); por lo tanto, aplicar encalamiento para corregir el pH del suelo es necesario en estos suelos para el crecimiento óptimo de los cultivos (FAO, 2013). En el caso de suelos ácidos es preferible aplicar fertilizantes nitrogenados y fosfóricos que contienen Ca^{2+} como cationes, y la enmienda cálcica actúa positivamente porque precipita el aluminio libre evitando así la toxicidad de este elemento (FAO, 2002).

2.4. Conductividad eléctrica

Todos los valores de CE resultaron bajos, es decir, que los efectos de las sales sobre los cultivos son despreciables (Tabla 2). Por lo tanto, los suelos del Táchira no presentan problemas de salinidad, al contrario de algunos suelos de la depresión de Quíbor en el estado Lara-Venezuela que presentan valores superiores a 4 mS.cm^{-1} (Torres et al., 2017).

Tabla 2. Caracterización de la textura, materia orgánica, pH y CE del suelo de los municipios del estado Táchira, Venezuela

Municipio	N	Clase textural	Textura	Materia orgánica (%)	pH (1:2,5)	CE (1:5) mS.cm ⁻¹
Jáuregui	11	Franco Arenoso	Gruesa	1,29±0,39 ^{bcd} Bajo (0,76-2,11)	4,56±0,53 ^{bcd} FA (4,02-5,85)	0,22±0,10 ^a Bajo (0,11-0,49)
Samuel Darío Maldonado	11	Franco Arenoso	Gruesa	0,63±0,25 ⁱ Bajo (0,3-1,2)	4,30±0,64 ^d EA (4-6,12)	0,13±0,16 ^{bcd} Bajo (0,04-0,53)
Andrés Bello	13	Franco Arenoso	Gruesa	1,11±0,77 ^{efghi} Bajo (0,17-3,25)	4,74±0,75 ^{bcd} FA (4-6,43)	0,13±0,11 ^{bcd} Bajo (0,02-0,31)
Antonio Rómulo Costa	21	Franco Arenoso	Gruesa	1,19±0,67 ^{cdefg} Bajo (0,42-3,46)	4,44±0,72 ^d EA (4-6,67)	0,09±0,06 ^{bcd} Bajo (0,03-0,23)
Ayacucho	21	Franco Arenoso	Gruesa	1,98±1,78 ^{cdef} Medio (0,32-6,1)	5,58±0,91 ^a MA (4-7,1)	0,10±0,09 ^{bcd} Bajo (0,02-0,38)
Bolívar	10	Franco Arcillo Arenoso	Media	1,91±1,68 ^{cdefg} Bajo (0,57-5,01)	5,02±0,73 ^{abc} FA (4-01-6,74)	0,066±0,04 ^{cdef} Bajo (0,02-0,16)
Cárdenas	19	Franco	Media	1,65±1,51 ^{cdefg} Bajo (0,27-5,72)	5,06±0,85 ^{abc} FA (4,03-7,19)	0,09±0,06 ^{bcd} Bajo (0,01-0,22)
Córdoba	23	Franco Arcillo Arenoso	Media	1,23±0,74 ^{defgh} Bajo (0,3-2,76)	4,92±0,44 ^{abc} FA (4,29-5,94)	0,075±0,06 ^{cdef} Bajo (0,01-0,24)
Fernández Feo	11 5	Franco Arenoso	Gruesa	1,23±1,02 ^{fghi} Bajo (0,02-6,34)	4,68±0,61 ^{bcd} FA (3,73-6,47)	0,08±0,10 ^f Bajo (0,01-0,51)
Francisco de Miranda	5	Franco Arenoso	Gruesa	3,14±0,78 ^{ab} Alto (2,36-4,52)	4,88±0,60 ^{abcd} FA 4,04-5,87	0,098±0,07 ^{bcd} ^{ef} Bajo (0,03-0,24)
García de Hevia	57	Franco	Media	0,90±0,52 ^{ghi} Bajo (0,05-2,58)	5,03±1,14 ^{abcd} FA 4-9,26	0,09±0,14 ^{cdef} Bajo (0,01-0,84)

Guásimos	9	Franco Arenoso	Gruesa	2,32±1,80 ^{abcde} Medio (0,53-6,58)	4,96±0,57 ^{abc} FA (4,35-6,02)	0,071±0,03 ^{bcd} ^{ef} Bajo (0,04-0,11)
Independencia	23	Franco (F)	Media	1,83±1,22 ^{bcdef} Bajo (0,6-5,3)	5,45±0,76 ^a MA (4,06-7,2)	0,15±0,13 ^{bcde} Bajo (0,01-0,5)
José María Vargas	11	Franco Arenoso	Gruesa	2,50±1,78 ^{abcd} Medio (0,51-5,56)	4,46±0,52 ^{cd} EA (4,01-5,3)	0,16±0,17 ^{abc} Bajo (0,03-0,65)
Junín	20	Franco Arenoso	Gruesa	1,17±0,79 ^{efghi} Bajo (0,27-3,26)	4,91±0,78 ^{abcd} FA (3,92-6,84)	0,09±0,05 ^{bcde} Bajo (0,03-0,21)
Libertad	12	Franco Arcillo Arenoso (FAa)	Media	2,42±1,14 ^{abc} Medio (0,04-5,14)	5,79±1,05 ^a MA (3,36-6,84)	0,16±0,09 ^{ab} Bajo (0,03-0,35)
Libertador	51	Franco Arenoso	Gruesa	1,00±0,93 ^{hi} Bajo (0,21-4,37)	4,75±0,76 ^{bcd} FA (3,62-6,84)	0,095±0,19 ^{ef} Bajo (0,019-1,25)
Lobatera	36	Franco Arcillo Arenoso	Media	2,80±2,15 ^{abcd} Medio (0,27-7,86)	4,83±1,09 ^{bcd} FA (3,53-7,92)	0,09±0,09 ^{bcdef} Bajo (0,02-0,51)
Michelena	49	Franco Arenoso	Gruesa	1,84±1,79 ^{cdefg} Medio (0,38-7,81)	5,35±1,04 ^{ab} MA (4-7,6)	0,19±0,16 ^{ab} Bajo (0,06-0,75)
Panamericano	27	Franco Arenoso	Gruesa	0,77±0,45 ⁱ Bajo (0,17-1,9)	5,04±0,72 ^{ab} FA (4-6,76)	0,09±0,05 ^{bcde} Bajo (0,03-0,26)
Pedro María Ureña	5	Franco Arcilloso (FA)	Media	1,51±0,41 ^{abcdef} Bajo (1,09-2,11)	5,65±0,48 ^a MA (4,96-6,19)	0,144±0,135 ^{ab} ^{cde} Bajo (0,05-0,37)
Rafael Urdaneta	15	Franco Arenoso	Gruesa	1,20±0,82 ^{efghi} Bajo (0,04-2,66)	4,76±0,96 ^{bcd} FA (3,77-7,34)	0,132±0,08 ^{ab} Bajo (0,04-0,31)
San Cristóbal	24	Franco Arenoso	Gruesa	1,59±1,51 ^{cdefg} Medio (0,39-7,55)	4,90±0,63 ^{abcd} FA (4-6,13)	0,064±0,051 ^{de} ^f Bajo (0,02-0,24)
Sucre	5	Franco Arenoso	Gruesa	4,65±1,71 ^a Alto (1,71-6,01)	4,67±0,41 ^{abcd} FA (4,1-5,13)	0,096±0,07 ^{bcd} ^{ef} Bajo (0,05-0,22)

Seboruco	5	Franco Arenoso	Gruesa	3,52±2,67 ^{abcd} Alto (0,62-7,46)	5,05±1,17 ^{abcd} FA (4-6,79)	0,29±0,40 ^{ab} Bajo (0,08-1)
San Judas Tadeo	6	Franco Arenoso (Fa)	Gruesa	3,36±0,81 ^a Alto (2,6-4,8)	4,71±0,23 ^{abcd} FA (4,37-5,07)	0,12±0,08 ^{abcd} Bajo (0,02-0,24)
Torbés	20	Franco Arenoso	Gruesa	0,98±0,54 ^{fghi} Bajo (0,33-2,53)	4,36±0,46 ^d EA (3,78-5,8)	0,05±0,02 ^f Bajo (0,03-0,09)
Uribante	15	Franco Arenoso	Gruesa	3,14±1,59 ^{ab} Alto (0,15-5,57)	5,45±0,82 ^{ab} MA (4,15-6,67)	0,086±0,07 ^{bcd} ^{ef} Bajo (0,01-0,3)
Simón Rodríguez	5	Franco Arenoso	Gruesa	2,88±1,69 ^{abc} Medio (1,18-4,95)	5,29±0,36 ^{ab} MA (5,02-5,87)	0,07±0,02 ^{bcd} Bajo (0,05-0,11)

N= número de muestras. Media ± Desviación Estándar (valores mínimos y máximos en el paréntesis). Interpretación en letras rojas de acuerdo con PALMAVEN (1992): EA extremadamente ácido, FA fuertemente ácido, MA moderadamente ácido. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

2.5. Influencia de la textura sobre la materia orgánica, el pH y la conductividad eléctrica

El contenido de MOS no varió significativamente entre los suelos de textura gruesa y media, al igual que la CE que no presentó variación significativa (Tabla 3). Por su parte el pH sí varió significativamente, mostrando un pH más ácido para los suelos de textura gruesa, y menos ácido para los suelos de textura media (Tabla 3). En estudios anteriores se ha reportado que cuando la CE es baja tampoco varía de acuerdo a la clase textural del suelo, y entre texturas gruesas y texturas medias-finas el pH tampoco varía, pero no ocurre lo mismo con la MOS, la cual es significativamente mayor en suelos de textura media-fina (Borges et al., 2012). De hecho, tomando en cuenta la textura del suelo en este caso, aunque no haya diferencias significativas en la MOS, este contenido en los suelos de textura gruesa se considera medio, y en los suelos de textura media se considera bajo, de acuerdo con el manual de PALMAVEN (1992). Asimismo, en los suelos tropicales es propio encontrar pH ácidos y suelos desaturados debido a las altas precipitaciones y temperaturas (Lizcano et al., 2017).

Tabla 3. MO, pH y CE asociadas a las clases texturales de los suelos. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Textura	MOS (%)	pH (1:2,5)	CE (mS.cm ⁻¹)
Gruesa	1,98±1,10	4,85±0,35b	0,12±0,04
Media	1,78±0,61	5,22±0,36a	0,11±0,06

± indica desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$). MOS= materia orgánica del suelo. CE= conductividad eléctrica.

Conclusiones

Los suelos de la mayoría de los municipios del estado Táchira reúnen características optimizables para la actividad agrícola. El contenido de MOS se puede incrementar con la aplicación de enmiendas orgánicas, y la corrección del pH a través del encalamiento para la mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos, mientras que en ningún suelo estudiado hubo problemas de salinidad. Por lo tanto, las prácticas de manejo agrícola sostenible serían apropiadas para aprovechar estas condiciones e incrementar la producción agrícola del estado. Estos datos proporcionan una referencia para los productores de la zona e investigadores con interés en el área.

Agradecimientos

Al personal del Laboratorio Bioambiental de la UNET: Gloria Isabel Méndez, Ilse Marina Cárdenas, Aura Yanet Sánchez, Geisy Glendiurt Gámez, Marineisy Chacón, Yraima Colmenares, Francys Moros y Miguel Molina por su apoyo técnico. A Janet Rico, Lenis Cárdenas y Lisbeth Vela por su apoyo administrativo. Al Decanato de Extensión de la UNET y a la Coordinación de Extensión Agraria por su apoyo al laboratorio.

Referencias

Álvarez, L., Camargo, C., Barbosa, A., Montilla, J., Trujillo, E., Chacón, L. (2022). Gestión del Laboratorio Bioambiental de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) como referente de datos físico-químicos de los suelos del estado Táchira-

Venezuela. *Revista de la Universidad del Zulia*, 13 (36), 173-188. DOI: <http://dx.doi.org/10.46925//rdluz.36.12>.

Armado, A., Contreras, F., García, P., Paolini, J. (2009). Correlación de actividades enzimáticas con la respiración basal en suelos cacaoteros del occidente venezolano. *Avances en Química*, 4(2): 73-77.

Barattini, P., Hepp, C. (2019). Mineralización de materia orgánica en suelos de la Patagonia. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, Informativo 41. 4 p.

Borges, J.A., Barrios, M., Sandoval, E., Bastardo, Y., Márquez, O. (2012). Características físico-químicas del suelo y su asociación con macronutrientes en áreas destinadas a pastoreo en el estado Yaracuy. *Bioagro*, 24(2), 121-126.

Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal*, 54: 464-465.

Bravo, S. (2000). *Aspectos básicos de química de suelos*. Ediciones de la Universidad Ezequiel Zamora. Barinas, Venezuela. 249 p.

Cabrales, E.M., Ferrer, J., Hernández, R.M. (2011). Fraccionamiento químico de la materia orgánica en tres suelos de la Colonia Tovar-Venezuela. *Temas Agrarios*, 16(2), 18-27.

Casanova, E., Lobo, D. (2007). Relación entre la física y la fertilidad de los suelos. *Venesuelos*, 15, 42-56.

Coyn, M. (2000). *Microbiología del Suelo: un enfoque exploratorio*. Editorial Paraninfo. España. Pág. 12, 140.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2013). El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas. Consultado el 11 de octubre de 2022. <https://www.fao.org/3/i3361s/i3361s.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2002). Los fertilizantes y su uso. Consultado el 11 de octubre de 2022. <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

InfoStat Statistical Software. (2002). InfoStat/Profesional Versión 2.0. Estadística y Diseño-F.C.A., Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESIA (Chile)*, 24(1): 49-61.

Lizcano, R., Olivera, D., Saavedra, D., Machado, L., Valencia, E.R., Moreno, M.F., Flórez, M.F. (2017). Muestreo de suelos, técnicas de laboratorio e interpretación de análisis de suelos. *Servicio Nacional de Aprendizaje SENA*. Bogotá, Colombia. 88 p.

López, M., Godoy, S., Alfaro, C., Chicco, C.F. (2008). Evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas del sur del estado Monagas, Venezuela. *Revista Científica (Maracaibo)*, 18(2), 197-206.

Mogollón, J.P., Martínez, A., Rivas, W., Maseda, C., Muñoz, B., Márquez, E., Lemus, L., Colmenares, M., Campos, Y. (2015). Carbono orgánico como indicador del proceso de desertificación en suelos agrícolas al norte de Venezuela. *Suelos Ecuatoriales*, 45(1), 24-30.

Núñez-Ravelo, F., Ugas-Pérez, M., Calderón-Castellanos, R., Rivas-Meriño, F. (2021). Cuantificación del carbono orgánico y materia orgánica en suelos no rizosféricos o cubiertos por *Avicennia germinans* (L.) y *Conocarpus erectus* (L.) emplazados en Boca de Uchire, laguna de Unare, Estado de Anzoátegui, Venezuela. *Revista Geográfica de América Central*, 1(66), 340-366. DOI: doi.org/10.15359/rgac.66-1.13.

PALMAVEN. (1992). *Análisis de suelo y su interpretación*. Serie Técnica. 2da ed. Ediciones PALMAVEN, S.A., filial de PDVSA. Caracas. 12 p.

Peña, C., Pacheco, C., Romero, E., Suniaga, J., Vásquez, J., Dávila, M., Rojas, J. (2006). Clasificación de suelos con fines agrícolas. Una propuesta metodológica para la aplicación del reglamento parcial de la Ley de Tierras y Desarrollo Rural. *Agricultura Andina*, 11 (Extraordinario enero – diciembre), 9-27.

Ramírez Pedroso, J.F., González Cañizares, P.J., Rivera Espinosa, R., Hernández Jiménez, A. (2021). Response of different *Urochloa* pastures to liming, cultivated in Sabana de Manacas region, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(2). 10 p.

Ramírez, T., González, N., Meza, M., Pallares, J. (2011). Efecto de los agroquímicos sobre las propiedades biológicas en suelos del estado Táchira. *Revista Científica UNET*, 23(2), 132-139.

Rivero, C. (2007). Algunas consideraciones acerca de los estudios sobre la materia orgánica de suelos venezolanos. *Venesuelos*, 15, 19-33.

Torres, D., Álvarez, J., Contreras, J., Henríquez, M., Hernández, W., Lorbes, J., Mogollón, J.P. (2017). Identificación de potencialidades y limitaciones de suelos agrícolas del estado Lara, Venezuela. *Bioagro*, 29(3), 207-218.

Trinidad-Santos, A., Velasco-Velasco, J. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agroproductividad*, 9(8), 52-58.

Valenzuela, I.G., Visconti, E.F. (2018). Influencia del clima, uso del suelo y profundidad sobre el contenido de carbono orgánico en dos pisos altitudinales andinos del departamento Norte de Santander, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1): 233-243. DOI: doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7349

Vázquez, J., Álvarez-Vera, M., Iglesias-Abad, S., Castillo, J. (2020). La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost reduce los efectos negativos

del monocultivo en suelos. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 105-112. DOI: doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.1

Villareal, J.E. (2018). Mapas de fertilidad como herramienta para zonificación de suelos en Panamá. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 31(diciembre), 32-39.

Walkley, A., Black, I.A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37: 29-38.

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Copyright

La *Revista Latinoamericana de Difusión Científica* declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista.

Licencia Creative Commons

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

