








Técnicas rápidas y confiables de campo para el diagnóstico de la fertilidad de suelos

Quick and reliable field techniques for diagnosing soil fertility

Raúl J. Jiménez Solórzano^{1*} , José A. Castillo Soto² , Yris M. Mujica Dávila³ ,
Melvin S. Ferrer Ospino² , Starling A. Rodríguez Romero² 

¹Profesional de Investigación, Unidad de Recursos Agroecológicos, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Avenida Universidad, vía El Limón, Recinto Universitario, Código Postal: 2101. Maracay, Venezuela. ²Profesional de Investigación, Unidad de Producción de Semillas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Avenida Universidad, vía El Limón, Recinto Universitario, Código postal: 2101. Maracay, Venezuela. ³Profesional de Investigación, Unidad de Protección Vegetal, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Avenida Universidad vía El Limón, Sector El Paseo, Código Postal: 2105. Maracay, Venezuela.

*Correo electrónico: raulsolono@gmail.com

Recibido: 31-05-2025. Aceptado: 22-10-2025. Publicado: 08-12-2025.

Resumen

El análisis de la fertilidad del suelo es un componente esencial para una agricultura sostenible, ya que permite optimizar el uso de insumos y mejorar la productividad sin comprometer el ambiente. Sin embargo, muchos agricultores carecen de acceso a servicios de laboratorio por su alto costo, la distancia geográfica o la demora en la entrega de resultados. Ante esta limitación, se hace necesario promover métodos alternativos de diagnóstico que sean accesibles, confiables y de bajo costo. Este trabajo aborda esa problemática explorando técnicas prácticas de evaluación de suelos que los productores pueden aplicar directamente en el campo. Aunque los análisis de laboratorio, como el método de Bouyoucos, siguen siendo la referencia estándar, las metodologías de campo ofrecen ventajas en términos de inmediatez y aplicabilidad. Entre estas se destacan el método del frasco transparente, que permite estimar la textura mediante la sedimentación de partículas, y la medición del pH con equipos portátiles. Asimismo, la observación del color con el sistema Munsell, la des-

cripción de horizontes y la prueba con ácido clorhídrico para detectar carbonatos son herramientas útiles para un diagnóstico cualitativo. En conjunto, estas técnicas permiten a los agricultores tomar decisiones preliminares y oportunas in situ, complementando y sin sustituir, la precisión de los análisis de laboratorio. Por tanto, el objetivo de este trabajo es promover la adopción de estas técnicas de campo para empoderar a los agricultores, facilitando la toma de decisiones basada en datos y optimizando y contribuyendo a un manejo más racional y sostenible de la fertilidad del suelo.

Palabras clave: agricultura sostenible, materia orgánica, métodos empíricos, propiedades, rendimiento.

Abstract

This soil fertility analysis is an essential component of sustainable agriculture, as it allows for the optimization of input use and improved productivity without compromising the environment. However, many farmers lack access to laboratory services due to their high cost, geographical distance, or delays in delivering results.

Given this limitation, it is necessary to promote alternative diagnostic methods that are accessible, reliable, and low-cost. This work addresses this problem by exploring practical soil assessment techniques that producers can apply directly in the field. Although laboratory analyses, such as the Bouyoucos method, remain the gold standard, field methodologies offer advantages in terms of immediacy and applicability. These include the clear jar method, which allows for estimating texture through particle sedimentation, and pH measurement with portable equipment. Likewise, color observation using the Munsell system, horizon description, and the hydrochloric acid test to detect carbonates are useful tools for qualitative diagnosis. Taken together, these techniques allow farmers to make timely preliminary decisions on-site, complementing, but not replacing, the accuracy of laboratory analyses. Therefore, the objective of this work is to promote the adoption of these field techniques to empower farmers, facilitating data-driven decision-making and optimizing and contributing to more rational and sustainable soil fertility management.

Keywords: sustainable agriculture, organic matter, empirical methods, properties, crop yield.

Introducción

La composición química del suelo es el factor clave que determina el rendimiento del cultivo y la salud de la planta. El pH del suelo influye en la disponibilidad de nutrientes: un pH demasiado ácido o alcalino puede bloquear elementos esenciales, haciéndolos no disponibles para las plantas, incluso si están presentes en el suelo. Por su parte, la concentración de nutrientes (como nitrógeno, fósforo, y potasio, además de micronutrientes) incide directamente en los procesos biológicos de la planta, tales como la fotosíntesis, la formación de proteínas y la resistencia a enfermedades. Un suelo con la combinación óptima de pH y nutrientes es fundamental para un desarrollo vigoroso y una alta productividad.

Para manejar eficazmente la fertilidad, es esencial el análisis de suelo de laboratorio. Estos servicios proporcionan datos cuantitativos especiales para formular planes de fertilización y esto evita el uso excesivo o insuficiente de insumos. Sin embargo, muchos agricultores enfrentan limitaciones para acceder a estos servicios debido a diversos factores: los altos costos, la distancia a los laboratorios y la demora en la entrega de resultados. Esta falta de acceso los obliga a recurrir a prácticas de fertilización empíricas, lo que genera ineficiencias económicas y posibles impactos negativos sobre el ambiente.

Ante estas limitaciones, las metodologías de descripción de suelo en campo ofrecen una alternativa práctica. Estas técnicas rápidas permiten obtener estimaciones de características importantes. Su principal ventaja es la inmediatez y la facilidad de uso. Esto permite a los agricultores tomar decisiones de manejo preliminares y oportunas directamente en el campo, complementando, aunque sin sustituir, la precisión de los análisis de laboratorio. El suelo no es un sustrato inerte, es un sistema vivo donde las raíces de las plantas penetran en búsqueda de nutrientes esenciales. A su vez, segregan sustancias que nutren la vida microbiana a su alrededor. Por esta razón, el análisis de fertilidad del suelo es una herramienta importante para los agricultores que buscan garantizar una buena cosecha.

Una buena cosecha empieza por un suelo bien cuidado. Los análisis de fertilidad de suelo para recomendaciones de fertilización, incluyen la distribución del tamaño de partículas. Este recurso conceptual incluye a la textura del suelo, que se refiere a la proporción de componentes inorgánicos constituidos por fragmentos de roca de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla; es una propiedad fundamental, ya que actúa como un factor determinante de la fertilidad del suelo e influye directamente en su capacidad para retener agua, en la aireación, el drenaje, el contenido



de materia orgánica y otras características fisicoquímicas. La capacidad de intercambio catiónico (**CIC**), es decir, la habilidad del suelo para retener y suministrar nutrientes a las plantas, depende en gran medida de su clase textural.

Las metodologías de análisis de suelo utilizadas en el país establecen para un análisis granulométrico el método de Bouyoucos, basado en el proceso de sedimentación de partículas (Gilabert *et al.*, 2015). Para la determinación de carbono orgánico, se utiliza el método por oxidación de Walkley y Black, mientras que el pH y la conductividad eléctrica (**CE**) se miden a través de una lectura directa en una suspensión de suelo-agua de relación 1:2 y 1:2,5, respectivamente. Asimismo, el nitrógeno total se determina mediante el método de titulación de Kjeldahl, y el fósforo y el potasio se miden por colorimetría, utilizando la solución extractora Olsen.

Actualmente, se están haciendo también muy conocidas algunas metodologías de campo que los productores pueden utilizar. Una de estas, es la prueba de sedimentación, la cual consiste en añadir una muestra de suelo a un envase transparente con agua, agitar la mezcla y dejarla reposar durante 24 h. Este tiempo es suficiente para lograr la separación de las partículas en varias capas, depositándose la grava y la arena en el fondo, seguidas por el limo y, finalmente, la arcilla en la parte superior. La materia orgánica en descomposición flota en la superficie, mientras que los nutrientes solubles se encuentran en el agua. Con una regla de tres se calcula el porcentaje de cada tipo de partícula.

Otra evaluación de importancia en los análisis de suelo es la densidad aparente y la descripción del perfil de suelo. Para su estimación también se han desarrollado técnicas sencillas que pueden implementarse en campo con las que se puede observar y registrar características físicas, químicas y biológicas que proporcionan información valiosa sobre la calidad del sue-

lo. Aunado a esto, el uso de equipos de bajo costo como los pHmetros portátiles, posibilita obtener mediciones precisas sobre el pH del suelo, una propiedad clave para determinar la disponibilidad de nutrientes. De igual forma, la presencia de carbonato de calcio (**CaCO₃**) puede ser detectada fácilmente mediante la adición al suelo de unas gotas de ácido clorhídrico (**HCl**) al 10%.

Con respecto al color del suelo, esta es una de las características que contribuye más a su diferenciación, ya que permite separarlo en varias capas (horizontes) para su estudio mediante calicatas, y así describir las propiedades físicas, químicas y biológicas que son consecuencia de los distintos procesos de formación y manejo. Para la determinación del color del suelo, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (**USDA**) adoptó en 1930 el sistema de color Munsell, el cual fue desarrollado por el profesor de arte Albert Henry Munsell.

Todas estas metodologías de descripción de suelos en campo mejoran la comprensión de la fertilidad por parte de los agricultores. Este trabajo busca promover y validar la adopción de estas en la evaluación de la nutrición mineral del suelo, con el propósito de empoderar a los a los agricultores y fomentar la toma de decisiones más informadas. Al facilitar un diagnóstico rápido, práctico y confiable de las propiedades del suelo, estas herramientas contribuyen a mejorar la salud edáfica, optimizar el uso de insumos agrícolas y, en consecuencia, incrementar la productividad de los cultivos de manera sostenible.

Determinación de propiedades físicas y químicas del suelo mediante metodologías sencillas en un sistema de agricultura urbana: caso FUNDACITE Aragua

Las áreas urbanas son cruciales para la agricultura moderna al fortalecer la seguridad alimentaria, reducir



la huella de carbono y fomentar la participación comunitaria. En este sentido, la agricultura urbana es una estrategia efectiva para mejorar el acceso a alimentos frescos y nutritivos, especialmente para las poblaciones urbanas más vulnerables (Asociación Global sobre Agricultura Urbana Sostenible y Sistemas Alimentarios, 2003), por lo que al promover el autoconsumo, las familias pueden ahorrar dinero y mejorar la calidad de su dieta.

Un ejemplo de ello, es la iniciativa de la Unidad Territorial FUNDACITE Aragua que dispone de un área total de 2180,75 m² y cuya ubicación estratégica permitió el estudio y caracterización de las propiedades del suelo en dos lugares específicos y en un entorno controlado y representativo, con el fin de dar recomendaciones de manejo orientadas a la productividad y sostenibilidad en el marco de una actividad destinada a pequeños productores.

La Densidad Aparente (DA) como indicador de la calidad del suelo

La DA es un parámetro crucial para describir la calidad del suelo y la función del ecosistema (FAO, 2024). Los valores de DA obtenidos mediante el método del hoyo en campo (o de excavación) fueron 1,86 g.cm⁻³ y 1,93 g.cm⁻³ en los dos lugares seleccionados. El procedimiento de campo consistió en la excavación de un hoyo de 30 cm de ancho, 30 cm de largo y 20 cm de profundidad del cual, se extrajo una cantidad de 15,46 kg de suelo. El volumen del hoyo se midió con precisión colocando una bolsa plástica y llenándolo con agua, registrando un volumen total de 8,125 L. Estos valores altos de DA obtenido (1,86-1,93 g.cm⁻³) son un buen indicador de un elevado contenido de partículas granulares como la arena o de un suelo compactado, siendo esto último la razón más probable dada la alta afluencia de tránsito en el área seleccionada. Esto puede afectar negativamente el crecimiento de las raíces y dificultar además, el libre movimiento del agua y del

aire a través del espacio poroso. Lo anterior evidencia la confiabilidad en los resultados proporcionados por esta metodología de campo.

Caracterización morfológica y propiedades físicas

La caracterización de los suelos se realizó siguiendo la metodología de Ball *et al.* (2007), utilizando un instrumento de recolección de datos (planilla de descripción) y muestreando a diferentes profundidades. Los horizontes fueron separados en campo basándose en su color, textura o estructura (cuadros 1 y 2). Para el análisis de laboratorio, se tomaron muestras de suelo de los dos primeros horizontes de cada perfil (SUELO 1 y SUELO 2).

Las propiedades físicas del suelo, como la friabilidad y la consistencia, son clave. La friabilidad orienta sobre la respuesta del suelo a las operaciones de labranza y es un factor crucial para obtener una capa arable con el tamaño de agregados adecuado para el crecimiento radicular (Munkholm, 2011). La consistencia se refiere al grado de cohesión o adhesión de la masa del suelo e incluye propiedades interrelacionadas como la plasticidad, adhesividad y resistencia a la compresión (Ball *et al.*, 2007).

Análisis y descripción del perfil 1: SUELO 1

El SUELO 1 se caracterizó por una buena profundidad, lo que facilita la exploración radicular y, por consiguiente, una mayor absorción de agua y nutrientes.

Textura y estructura

La textura al tacto del suelo resultó ser de la clase francoarenosa (**Fa**) en los dos primeros horizontes (cuadro 1). Esta textura es bastante aceptable para la agricultura debido al equilibrio de sus componentes (arena, limo y arcilla), lo que le confiere buena aireación, porosidad, estructura e infiltración. Esta buena capacidad



Cuadro 1

Descripción en campo de las características en muestras de suelos del reconocimiento realizado en la Unidad Técnico Territorial (FUNDACITE Aragua), ubicada en el Municipio Girardot del estado Aragua.

Suelo	Prof. (cm)	CT	Color	Estructura	Consistencia			Reacción al HCl	Raíces
					Mojado	Húmedo	Seco		
1	15	Fa	2,5YR4/4 (pardo rojizo apagado)	Moderada, Mediana, blocosa angular	Adhesivo, plástica	Friable	Suelta	Moderada	Finas, pocas
	30	Fa	2,5YR3/2 (rojo opaco)	Moderada, Mediana, blocosa angular	Adhesivo, plástica	Friable	Suelta	Moderada	Finas, pocas
2	15	Fa	2,5YR4/4 (pardo rojizo apagado)	Débil, Mediana, blocosa angular	Adhesivo, débilmente plástica	Friable	Suelta	Moderada	Modera- do, pocas
	30	Fa	2,5YR3/2	Débil, Mediana, blocosa angular	Adhesivo, débilmente plástica	Friable	Suelta	Moderada	Modera- do, pocas

Nota. CT: Clase Textural.

de drenaje evita el aguachinamiento y previene la aparición de hongos patógenos que podrían afectar a las raíces (de ahí la ausencia de moteados) y por ende, a la planta.

En cuanto a su consistencia, el suelo presenta cierta plasticidad y adhesividad que le otorgan resistencia a la ruptura y a la pérdida de su estructura, evitando su disgregación. Su friabilidad indica una buena condición para el laboreo, ya que no se pulveriza fácilmente y, por lo tanto, ayuda a evitar la compactación que limitaría la presencia de oxígeno, dificultaría la germinación de las plántulas e incrementaría la densidad aparente.

Coloración y reacción química

La coloración oscura observada en el primer horizonte sugiere un buen contenido de materia orgánica con

actividad microbiana moderada y presencia de raíces. Se puede esperar una buena fertilidad y una adecuada CIC, proporcionada por la materia orgánica.

En la prueba de reacción, la aplicación de ácido acético (vinagre) no produjo burbujeo o efervescencia, lo que es indicativo de un suelo con tendencia de ácido a neutro. Sin embargo, al utilizar HCl al 10% sí se presentó efervescencia. El grado de efervescencia del gas de dióxido de carbono es un indicador de la cantidad de carbonato de calcio presente en el suelo.

Análisis y descripción del perfil 2: SUELO 2

El SUELO 2 tiene un antecedente en su composición con materiales o agregados de textura gruesa provenientes de un relleno. El lote está actualmente sembrado con cacao (*Theobroma cacao* L.), un cultivo con-



servacionista asociado con otras especies vegetales de sombra que aportan materia orgánica y contribuyen a sus buenas propiedades.

Textura, estructura y consistencia

Al igual que en el SUELO 1, la textura al tacto es francoarenosa (**Fa**) en los dos primeros perfiles (cuadro 1). Esta característica se traduce en buena aireación, porosidad e infiltración. Posee una estructura estable con agregados de tamaño mediano, aunque es más propensa a la disgregación ante una fuerza externa que rompa el agregado. Su plasticidad moderada y adhesiva resulta en una estructura de tipo blocosa angular. Es un suelo friable, lo que indica una buena condición para el laboreo y ayuda a evitar la compactación.

La coloración es similar a la del SUELO 1, lo que permite presumir contenidos comparables de materia orgánica. Posee un horizonte con buena actividad biológica y moderada presencia de raíces, bien estructurado, con buena fertilidad y una posible CIC adecuada aportada por la materia orgánica. La ausencia de moteados sugiere buen drenaje y aireación.

Coloración y reacción química

En la prueba de reacción, la falta de efervescencia al agregar vinagre en los distintos horizontes sugiere la presencia de un suelo con tendencia a ser ligeramente ácido a neutro. No obstante, al utilizar HCl al 10% se produjo efervescencia. Se presume que la baja calidad o concentración del vinagre utilizado pudo haber impedido una respuesta adecuada en esta prueba inicial.

Análisis comparativo de las técnicas aplicables en campo y su confiabilidad con los resultados de laboratorio

La descripción del perfil de suelo se obtiene al contrastar las pruebas rápidas de campo (como textura al tacto,

color y estructura *in situ*) con los análisis detallados de laboratorio. Las observaciones de campo brindan una evaluación inmediata y cualitativa, mientras que los análisis de laboratorio proporcionan una cuantificación más precisa de las propiedades físicas (textura granulométrica) y químicas (pH, CIC, materia orgánica), asegurando una caracterización holística y confiable del suelo. En las dos áreas evaluadas (SUELO 1 y SUELO 2), pertenecientes al área de siembra de FUNDACITE Aragua, se pudieron analizar las caracterizaciones físicas de los suelos muestreados; en donde se observó predominio de un suelo con características similares en la clase textural en las dos muestras recolectadas: Francoarenoso (**Fa**) y arenoso francoso (**aF**) (cuadro 2).

Durante la evaluación en campo, se determinó una clase textural similar en ambas muestras de suelo, francoarenosa (**Fa**), que al ser comparada con los análisis de fertilidad de laboratorio, se comprobó la confiabilidad y eficiencia de los datos obtenidos en ambos lugares. Asimismo, los valores de pH medidos con instrumentos directamente en campo fueron muy parecidos a los obtenidos en el laboratorio (cuadro 2), lo que demuestra una alta precisión de las técnicas *in situ*. En ambas muestras de suelo, se observó una tendencia marcada hacia una ligera alcalinidad en todas las profundidades, posiblemente asociada a la presencia de bases de cambio como el CaCO_3 .

Este exceso de calcio en el suelo puede precipitar al fósforo en forma de fosfatos cálcicos, siendo el principal problema en la fertilización con fosfatos en suelos calcáreos (Bravo, 2000). Por esta razón, posiblemente, se tienen valores bajos de este elemento (fósforo, P) en las muestras de suelo analizadas en laboratorio, a pesar de que los valores de conductividad eléctrica son bajos lo que es una condición positiva para el desarrollo normal de los cultivos.

Las clases texturales obtenidas mediante metodo-



logías de campo y de laboratorio mostraron una alta similitud como ya se refirió en los resultados. Si bien los suelos analizados contenían material de relleno y agregados rocosos que podrían alterar los resultados de laboratorio; no obstante, al observar suelos de textura Fa tanto en campo como en laboratorio, se confirma la eficacia y confiabilidad de las técnicas aplicadas en campo. Es importante destacar, que la clase textural antes mencionada indica una buena porosidad, aireación, infiltración, y adecuada estructura del suelo. Sin embargo, el método de sedimentación en campo empleado en el perfil superior del SUELO 2 arrojó una ligera variación en comparación con el método de Bouyoucos de laboratorio, mostrando 50% de arena, 32,5% de limo y 17,5% de arcilla lo que permitió clasificar al suelo como FAa (cuadro 2).

Con respecto a los valores de pH medidos en campo con el instrumento analógico Rapitest, se obtuvieron valores de 8,0 y 7,8 en los primeros horizontes para SUELO 1 y 2, respectivamente; en comparación con los obtenidos en laboratorio que fueron de 8,1 y 8,13, correspondiéndose con un pH moderadamente alcalino. Otra de las propiedades evaluadas fue la materia

orgánica, cuyo resultado también fue similar al obtenido en el laboratorio, donde se detectó un contenido adecuado que tiene cierta repercusión en la coloración de los suelos y en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (cuadro 2).

La coloración del suelo y su correlación con la fertilidad y la composición mineral

El color del suelo es una propiedad que permite identificarlo, evaluarlo y deducir la naturaleza de sus posibles componentes. El término “suelo pardo rojizo apagado” (2,5YR4/4) se refiere a un tipo de suelo con un color específico en el sistema Munsell, de color “marrón rojizo apagado”. Esto indica la presencia de óxidos de hierro, con un buen contenido de materia orgánica que beneficia el crecimiento de las plantas, propiedades de drenaje específicas importantes para la retención de agua, y una mezcla de minerales y materia orgánica que los hace fértiles para ciertos cultivos. Estos suelos son comúnmente encontrados en regiones con climas templados y su manejo adecuado puede maximizar la productividad agrícola.

El suelo “rojo opaco” (2,5YR3/2) es característico de

Cuadro 2

Análisis de fertilidad y otros datos importantes en muestras de suelos del reconocimiento realizado en la Unidad Técnico Territorial (FUNDACITE Aragua), ubicada en el Municipio Girardot del estado Aragua.

SUELO	Prof. (cm)	CT	Arena	Arcilla	Limo	pH (1:2)	pH (celda)	CE (dS/m)	P (ppm)	K (ppm)	N (%p/p)	MO (%)
1	0	Fa	65	12,5	22,5	8,1	8	0,181	5	190	0,117	2,10
	15	Fa	67	12,5	20,5	8,13	-	0,230	3	189	0,129	2,93
2	0	aF *FAa	81,75 *50	6 *32,5	12,25 *17,5	7,77	7,8	0,101	10	318	0,135	1,83
	15	Fa	65	12,5	22,5	7,96	-	0,126	7	275	0,115	3,09
Coordenadas en campo						Coordenadas en campo						
Latitud: 10° 15' 13.55" N						Latitud: 10° 15' 13.55" N						
Longitud: 67° 35' 42.51" W						Longitud: 67° 35' 42.84" W						

Nota. **CT:** Clase Textural; **MO:** Materia Orgánica; *: Método de textura en campo dejando sedimentar por 24 horas (utilizado únicamente en el perfil superior del SUELO 2).



regiones con alto contenido de óxidos de hierro que le da esa tonalidad distintiva. Estos suelos suelen tener buen drenaje, lo que es beneficioso para ciertos cultivos, y son fértiles si tienen suficiente materia orgánica, pero también pueden requerir enmiendas y fertilizantes para mantener su productividad. A menudo tienen una estructura granular o migajosa, lo que facilita la aireación y la penetración de las raíces. Se utilizan para una variedad de cultivos dependiendo de la región y las prácticas agrícolas locales. El manejo adecuado de estos suelos puede maximizar su potencial agrícola y ayudar a mantener su salud a largo plazo.

La CIC de los componentes coloidales del suelo presenta una amplia variabilidad, dado que tanto el humus como la fracción mineral pueden encontrarse en proporciones muy distintas según el tipo de suelo (Casanova, 1994). Expresada en miliequivalentes por 100 gramos de material, la CIC alcanza sus valores más altos en la materia orgánica, intermedios en las arcillas expansibles y los más bajos en las arcillas no expansibles. En conclusión, la capacidad del suelo para retener cationes intercambiables depende directamente del tipo y la cantidad de arcillas presentes, así como del contenido de materia orgánica. Además, los valores de CIC no solo varían entre diferentes suelos, sino también dentro de un mismo perfil, en función de las características específicas de cada horizonte edáfico.

Consideraciones Finales

Estudiar el suelo es vital para una producción agrícola eficiente y sostenible. Conocer sus características ayuda a los agricultores a tomar decisiones informadas sobre la selección de cultivos, el uso de fertilizantes y el manejo del riego. Esto optimiza la productividad mientras se conservan los recursos naturales. Tradicionalmente, las propiedades del suelo se han determinado con análisis de laboratorio, pero nuestro estudio demostró que las técnicas de campo también son una herramienta complementaria.

En el caso de los suelos de FUNDACITE Aragua, se realizó un diagnóstico inicial en campo. Aunque los dos suelos analizados eran similares en color, textura y estructura, las evaluaciones *in situ* permitieron obtener datos inmediatos y aceptables sobre el pH y la disponibilidad de nutrientes. Estos resultados fueron validados con los análisis de laboratorio, confirmando la confiabilidad de las metodologías de campo cuando se aplican bajo la guía de un especialista.

Sin embargo, es importante destacar que, si bien las técnicas de campo son útiles como una alternativa rápida, no reemplazan los análisis de laboratorio. Estos últimos ofrecen información detallada, precisa y cuantitativa que las evaluaciones cualitativas no pueden proporcionar, brindando una comprensión más profunda del ecosistema del suelo. Por ejemplo, la adición continua de materia orgánica en los suelos de FUNDACITE Aragua ha mejorado significativamente sus cualidades. Por ello, se recomienda continuar con este manejo para asegurar la salud y productividad a largo plazo de estos suelos urbanos.

Bibliografía Consultada

- Asociación Global sobre Agricultura Urbana Sostenible y Sistemas Alimentarios. (2023). *Estrategias para la agricultura urbana sostenible: Guía de políticas*. RUAF. <https://www.ruaf.org/guia/>
- Ball, B. C., Batey, T., & Munkholm, J. (2007). Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerkamp test. *Soil Use and Management*, 23, 329-337.
- Bravo, S. (2000). *El fósforo en el suelo. Aspectos básicos de química de suelos*. Ediciones de la Universidad Nacional de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ).
- Casanova, E. (1994). *Introducción a la Ciencia del*



Suelo. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela.

Gilabert de Brito, J., Arrieché Luna, I. E., León Rodríguez, M., y López de Rojas, I. (Comps.). (2015). *Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad: Manual de métodos y procedimientos de referencia*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Munkholm, L. J. (2011). Soil friability: A review of the concept, assessment and effects of soil properties and management. *Geoderma*, 167-168, 236-246.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Portal de Suelos de la FAO*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

