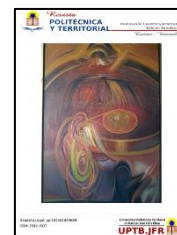




N° 1, V. 11 ENERO-JUNIO 2025/ Revista Científica Multidisciplinaria/
ISSN: 2542-3037 <https://revistapt.edublogs.org/>



EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEL SECTOR LAS MAJAGUAS, MUNICIPIO AGUA BLANCA ESTADO PORTUGUESA.

Franco Antonucci^{1,2,3} Belkys Dariana Ortega Arguello ^{1,2,4} Luisa Rivero^{1,2,5}

1Academia de Ciencias Agrícolas de Venezuela, 2Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora UNELLEZ 3antonuccifra@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0005-9527-8340>), 4belkysortega@unellez.edu.ve (<http://orcid.org/0009-0008-6836-3146>), 5riveroluisa@unellez.edu.ve (<https://orcid.org/0009-0008-4835-8964>)

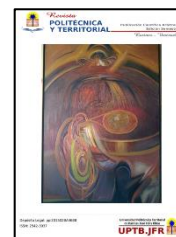
Resumen

Los suelos son uno de los recursos fundamentales para la vida humana, ya que de ellos dependen la base productiva y la alimentación de millones de personas, una de las variables importantes es la fertilidad, esencial en la nutrición de las plantas, la cual puede determinarse para recomendar un manejo agronómico con mayor rentabilidad por unidad de áreas. El objetivo planteado fue evaluar la fertilidad de los suelos del sector las Majaguas, municipio Agua Blanca, estado Portuguesa. Para ello se tomaron muestras compuestas en el primer horizonte por cada parcela del grupo de productores, el total muestral corresponde a 91 lotes establecidos con caña de azúcar a diferentes edades. Los indicadores realizados fueron tipo rutina (pH, Conductividad eléctrica, Materia Orgánica, fósforo, potasio y textura). Los datos obtenidos se georeferenciaron con Arc GIS 10.3 a fin de modelar y obtener isoclinas de cada variable como mapas tipo temáticos. Los resultados de pH (6,2 a 7.6) revelan que son suelos neutros a suavemente alcalinos; la Conductividad eléctrica (100 a 400 mS/cm) indica baja salinidad. El contenido MO (1,7 – 3,35%); P disponible (15 a 27 ppm) en un 35 % del área, K disponible (30 a 34 ppm) indican que son suelos con alta vocación agrícola que con manejo pueden lograr alta producción.

Palabras clave

Agricultura; suelo; fertilidad; isoclinas; mapas temáticos; modelamiento

Recibido: 2024-11-22 / Revisado: 2025-02-25/ Aceptado: 2025-04-14/
Publicado: 2025-06-30 / Páginas:594-607



EVALUATION OF SOIL FERTILITY IN THE LAS MAJAGUAS SECTOR, AGUA BLANCA MUNICIPALITY, PORTUGUESA STATE.

Franco Antonucci^{1,2,3} Belkys Dariana Ortega Arguello ^{1,2,4} Luisa Rivero^{1,2,5}

¹Academia de Ciencias Agrícolas de Venezuela, ²Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora UNELLEZ ³antonuccifra@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0005-9527-8340>), ⁴belkysortega@unellez.edu.ve (<http://orcid.org/0009-0008-6836-3146>), ⁵rriveroluisa@unellez.edu.ve (<https://orcid.org/0009-0008-4835-8964>)

Abstract

Soils are one of the fundamental resources for human life, since the productive base and nutrition of millions of people depend on them. One of the important variables is fertility, essential in the nutrition of plants, which can be determined to recommend agronomic management with greater profitability that allows delimiting management areas. The objective set was to analyze the fertility of the soils in the Majaguas sector, Agua Blanca municipality, Portuguesa state. With composite samples taken in the first horizon by the producer, the total corresponded to 91 lots established with sugar cane at different ages. The analyzes carried out were routine (pH, electrical conductivity, organic matter, phosphorus, potassium and texture). The data obtained was georeferenced with Arc GIS 10.3 to obtain isolines of said variables. The pH results (6.2 to 7.6) reveal that they are neutral to mildly alkaline soils; Electrical conductivity (100 to 400 mS/cm) indicates low salinity. MO content (1.7 – 3.35%); Available P (15 to 27 ppm) in 35% of the area, available K (30 to 34 ppm) indicate that they are soils with a high agricultural vocation that with management can achieve high production.

Keywords

Agriculture; floor; fertility; isolines; thematic maps; modeling

Received: 2024-11-22 / Revised: 2025-02-25 / Accepted: 2025-04-14 /
Published: 2025-06-30 / Pages: 594-607

Introducción

Los análisis de suelo es uno de los medios rápidos y económicos que sirven de apoyo a los agricultores y técnicos, ya que brinda datos para el manejo de los suelos y el uso eficiente de los fertilizantes y enmiendas para casi todos los cultivos de importancia económica. La eficacia y eficiencia de las recomendaciones están muy relacionadas con los análisis y las respuestas del cultivo a las aplicaciones de un determinado nutrimento. En el caso de estudio se realizó muestreo a 91 parcelas de productores del sector las Majaguas municipio Agua Blanca para el cultivo de la caña de azúcar, con base en los resultados de análisis de suelo se realizaba el balance nutricional en el cultivo para cada productor, con la firme intención de mejorar su rendimiento en el cultivo.

Esta zona en estudio posee un gran interés productivo, ya que cuenta con una gran cantidad de canales revestidos como infraestructura de riego, el cual fue diseñado para cubrir unas 28.800 hectáreas, a fin de cubrir las necesidades de materia prima para el Central Las Majaguas.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el estado Portuguesa, municipio Agua Blanca, sector las Majaguas, con un régimen de precipitación monomodal que promedia los 1800 mm/año, y temperaturas promedios de 28 C, su ubicación cartográfica se enmarca entre (UTM Datum REG VEN) 1.044.000 a 1.060.000 N 494.000 a 506.000 E (Cartografía UNELLEZ,2024) (Figura 1.)

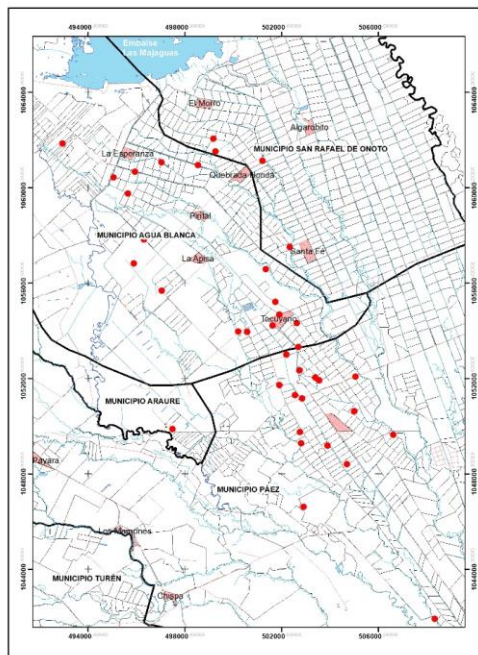


Figura 1.
Localización del área de estudio y sitios de muestreo.

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge et al. (1975) y factores bioclimáticos, muestra que la región de estudio se encuentra incluida dentro de un Bosque seco tropical, donde se encuentran suelos con problemas de drenaje o sin bien drenados, dependiendo de la posición fisiográfica que estén.

Los suelos estudiados son de uso agrícola y pecuario, cultivados principalmente con caña de azúcar (*Sacharum officinalus*), maíz (*Zea mays*), arroz (*Oriza sativa*). La zona de estudio presenta una topografía con pendientes suaves (0 a 3%), son suelos aluvionales con geomorfología de planicies y napas de desborde, entre otras variables naturales. Con base en la descripción suelo (Plan de inventario nacional de suelo, 1970), podemos describir como Inseptisoles, con Molisoles, con texturas pesadas y mediano drenaje.

Para explicar de forma secuencial la metodología se estructura con los objetivos específicos planteados.

1. Caracterización de los nutrientes en los suelos del sector las Majaguas, edo. Portuguesa.

Para caracterizar los suelos, se tomó una muestra de 91 productores, usando sus áreas de producción como base de datos en toma de muestras, cada una de las muestras fue etiquetada por las características estandarizadas de etiqueta de registro, en laboratorio de Suelo de la Academia de Ciencia Agrícola (ACAV).

Para el análisis en el laboratorio a nivel químico y físico, las muestras de suelo, previas identificaciones se secaron a 105 °C durante 24 h y tamizadas, para el análisis físico químico se efectuó como se señala en el cuadro 1.

Cuadro 1

Técnicas de laboratorio para determinar las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Elemento	Unidad	Técnica
pH	1:2	Potenciómetro, suspensión en agua 1:2 (Anderson e Ingram, 1993)
CE (1:2)	dS·m ⁻¹	suspensión en agua 1:2 y conductímetro (SEMARNAT, 2002)
MO	%	Walkley y Black (1934)
K	mg x kg ⁻¹	Extraído con acetato de amonio 1N, pH 7 medido por espectrometría de emisión. (SEMARNAT, 2002)
P	mg x kg ⁻¹	Fluoruro de amonio (NH ₄ F) y colorimetría (SEMARNAT, 2002)
Textura	% arena, limo y arcilla	Metodología de Bouyusco

1. Evaluación de la capacidad de retención de nutrientes, por análisis espacial de datos de campo.

El área en estudio es de 28.880 ha, cada muestra fue cargada a una base de datos en Excel, la cual contenía los datos de cada productor con el conjunto de variables antes mencionadas. Esta base de datos se modeló con el software de dibujo por punto variable.

Los resultados de los análisis químicos correspondientes a las 91 muestras de suelo, para interpolación y geoestadístico. Cada muestra fue posicionada en la parcela, con los puntos (X,Y) de las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator, datum REGVEN) y los resultados de las muestras (Z); se utilizó la herramienta Geostatistical Analysis, Kriging de Arc GIS 10.3 (ESRI, 2015) para analizar y obtener los variogramas de los modelos, por cada variable en estudio (pH, CE, MO, P, K, textura).

Con los datos cargados se generaron polígonos en rangos de las variables que definían las zonas de mejor o peor característica física o química en los suelos.

1. Evaluación espacial de fertilidad de suelo en el sector las Majaguas, edo. Portuguesa.

Luego de generados los mapas con las variables se definieron sectores de mayor interés en producción y rendimiento a fin de correlacionar la condición natural de los suelos con los rendimientos en zona, por otra parte, se pudo definir las zonas con mayores problemas de fertilidad natural, por ende, los lotes de mayor problema en producción.

Resultados

A fin de explicar los resultados se elaboraron mapas por cada variable las cuales se muestran a continuación.

Conductividad eléctrica.

Es la capacidad del agua del suelo para transportar corriente eléctrica. Es un indicador de la calidad y fertilidad del suelo, y está

relacionada con la cantidad de sales disueltas e iones (nutrientes) en el suelo. Suele expresarse en miliSiemens/cm o dS/m (McNeill, 1992).

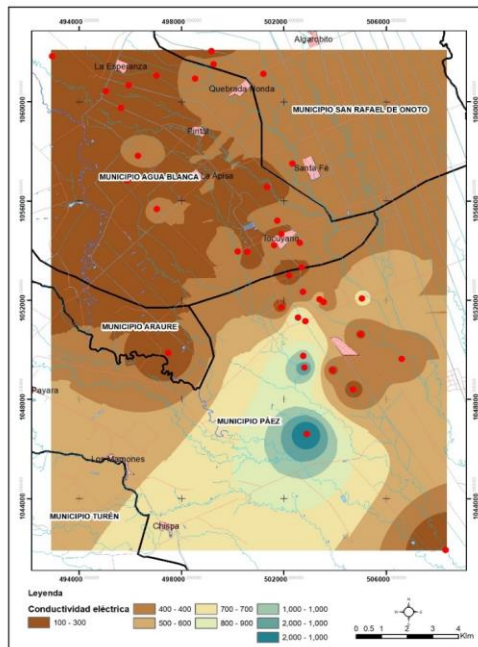


Figura 2.

Mapa de Conductividad Eléctrica (mS/cm) sector las Majaguas edo Portuguesa

Con base a los resultados podemos observar en la figura 2, que un 70 % del área en estudio presenta valores bajos (100 a 400 mS/cm), la otra fracción hacia el municipio Páez, los valores llegan a 2000 mS/cm, lo cual indica problemas de sales en los suelos, por lo que los cultivos en esa zona bajan la producción o rendimiento. Coitiño-López, Barbazán & Ernst (2015) evaluaron en Uruguay, a diferentes profundidades la C.E, y consiguieron que existían zonas donde los valores se incrementaban consecuencia de características formativas de los suelos o aportes por agua de riego, caso similar al encontrado.

Materia Orgánica (MO).

La MO es fundamental para muchas propiedades bioquímicas, biológicas y físicas, las cuales controlan la actividad de microorganismos y fauna del suelo, este componente consiste en restos vegetales o animales,

que se incorporan al suelo gradualmente y representan una fuente nutritiva para el cultivo a establecer, aportando NH_3 , NO_3H , CO_2 , entre otros (Duchufour,1978). Esta MO, en el suelo responde eficientemente como respuesta de macro y micronutrientes, aportando a los cultivos elementos esenciales en el proceso productivo. La respuesta de los contenidos de MO (Figura 3), en la zona de estudio se aprecian en tres categorías, valor bajo de 0,88 a 1,2 % los cuales son muy localizados posiblemente como respuesta de quemas en el cultivo de caña de azúcar.

Para el caso común o con mayor representación se encuentran valores de 1,7 a 2,4 % MO considerados como Medios (PEQUIVEN, 2008) mostrando un 70 % de área. Otros lotes muestran datos de 2,5 a 3,35 % muy sectorizados y no homogéneo, a nivel general los suelos indican niveles bajos a medios de materia orgánica, consecuencia probablemente del manejo intensivo. González et al. (2014), refiere que el cultivo de caña de azúcar absorbe nitrógeno en sus diferentes etapas fenológicas, con valores de 347 kg de N ha⁻¹ a los 347 días, indicando esto que debe existir aportes externos del elemento nitrógeno para cubrir las necesidades del cultivo en estos suelos.

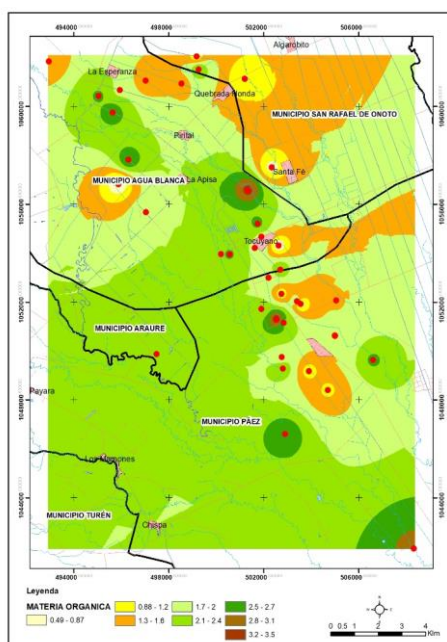


Figura 3.
Mapa de Materia Orgánica (%) sector las Majaguas edo. Portuguesa.

pH.

El pH representa la condición de acidez o basicidad en los suelos, estando esto directamente a la capacidad que posee el cultivo para absorber los nutrientes, pudiendo convertir en biomasa o fotoasimilados. Goijberg y Aguilar (1987), señalaron que en los suelos ácidos el crecimiento de los cultivos se ve afectado de manera directa por una elevada concentración de aluminio intercambiable, generando restricción de fósforo, exceso de manganeso, déficit de calcio y magnesio, reduce la actividad biológica y disminuye la capacidad de intercambio catiónico.

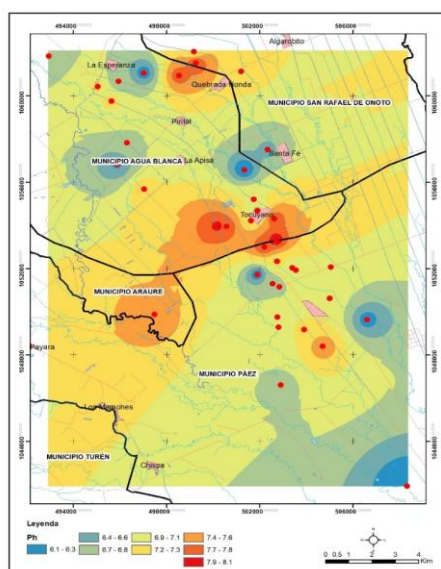


Figura 4.
Mapa de pH sector las Majaguas edo. Portuguesa

El modelamiento realizado nos indica (Figura 4) que los valores de pH de estos suelos son neutros (6,9 a 7,1), para en 40 % del área y suavemente alcalino para el restante (7,2 a 7,6), considerando esto sin problemas para extracción de nutrientes en el horizonte superficial

La fertilización nitrogenada, acelera la velocidad de acidificación, sin embargo, este no es el caso, ya que estos suelos deben presentar una respuesta muy buena, condicionado por el pH.

Fósforo (P)

La disponibilidad en la planta de P se ve afectada en gran medida por la textura del suelo y la mineralogía, la estrategia de aplicación y la fuente del mismo (Borges et al., 2019). Este macronutriente es considerado el segundo elemento químico que limita el rendimiento de los cultivos, actuando en diversos procesos bioquímicos a nivel celular (transferencia de energía), contribuyendo al fortalecimiento de las raíces y al rápido desarrollo de las plantas (Bidwell, 1979).

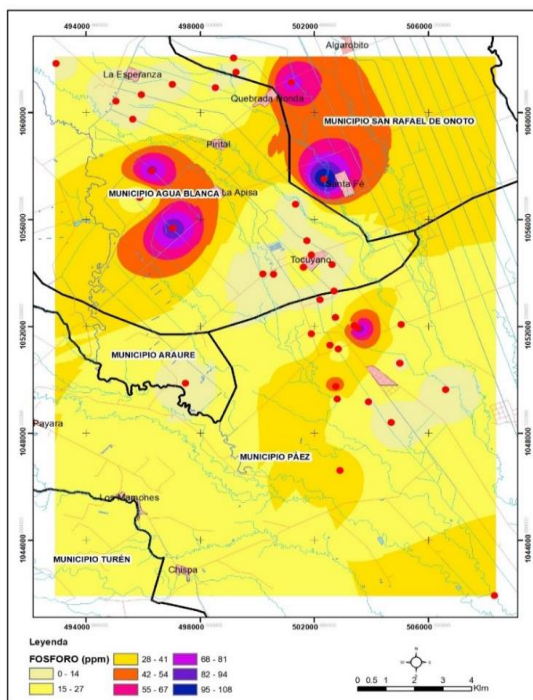


Figura 5.
Mapa de Fosforo (ppm) sector las Majaguas edo. Portuguesa.

De acuerdo a los resultados de los análisis de suelos visibles en la figura 5 y según PEQUIVEN (2008), estos presentan niveles medios (15 a 27 ppm) correspondiendo a un 35 % del área, valores altos (28 a 41) por un 30% y rangos muy altos de (55 a 67 ppm). Estos resultados sugieren

que existen zonas donde no debería aplicarse este elemento y otras donde sus aplicaciones serían medianamente bajas.

A nivel general no debería mostrar el cultivo de caña de azúcar déficit de fósforo, condicionado con los resultados, pero se recomienda realizar cada tres años análisis de este elemento.

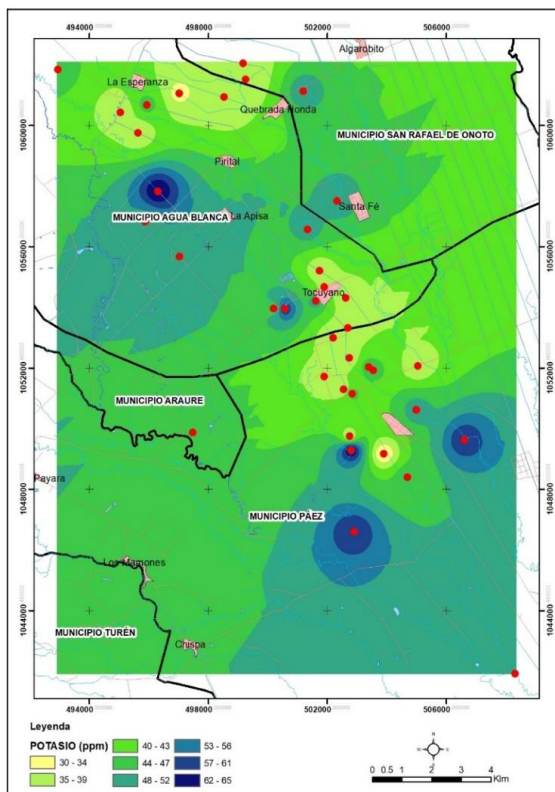


Figura 6.
Mapa de Potasio (ppm) sector las Majaguas edo. Portuguesa

Potasio.

El Potasio (K) es requerido por la caña de azúcar en grandes cantidades. Es más, el K es el nutriente más utilizado por la planta de la caña de azúcar. Una cosecha de 100 toneladas remueve del suelo un promedio de 220 kg de K₂O (Lascano, 1999). La relación presente de potasio en el suelo se condiciona por los materiales parentales y los contenidos de materia orgánica, para nuestro caso (Figura 6) estos los valores más bajos (30 a 34 ppm), aparecen en el sector Tocuyano



considerados suelos deficientes en este elemento, para el 60 % del área en estudio los valores se encuentran entre 40 y 47 ppm (mg kg), señalados por metodología de Olsen y Bray como medios, para el municipio Páez se representan con los 53 y 61 ppm. Anderson y Bower (1994), indican que la cantidad de potasio a utilizarse por el cultivo de caña de azúcar debe ser la suficiente para mantener las tasas de crecimiento necesarias cuando el cultivo se encuentra en su máximo desarrollo diario, este consumo puede convertirse en biomasa productiva de 16 y 20 t/ha al mes. Los valores encontrados en la zona de estudio indican que debe aplicarse potasio al cultivo para esperar rendimientos y rentabilidad alta.

Conclusiones

- La conductividad eléctrica en el 70 % del área es baja, no representando problemas de salinidad en los suelos.
- Los valores de M.O se encuentran entre 1,7 a 3,35 siendo el 70% representado por el valor inferior, el cual considera como un valor de contenido medio.
- Lo pH de los suelos se encuentran entre 6,9 y 7,6 considerado como suelos neutros a suavemente alcalino.
- La disponibilidad de fósforo en el suelo se encuentra de 15 a 27 ppm en un 35 % del área de estudio y son valorados como altos a muy altos.
- La valoración de potasio está de bajo a medio (30 a 34 ppm) en la zona de Tocuyano y valores medio en el Municipio Páez.
- Los valores reportados en el trabajo permiten a los productores tomar decisiones para manejo y fertilización si se desconocen los datos exactos del lote del productor.

Referencias

- Anderson, D. L., y J. E. Bowen (1994.). *Nutrición de la Caña de Azúcar*. Instituto de La Potasa y El Fósforo A.S. Quito-Ecuador.
- Anderson, J. M., & Ingram, J. S. I. (1993). *Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods*. (2nd ed.). Wallingford, United Kingdom: CAB International.
- Borges B., Abdala D., Souza, M., Viglio L., Coelho M., Pavinato P., y Franco, H., (2019). Organomineral phosphate fertilizer from sugarcane byproduct and its effects on soil phosphorus availability and sugarcane yield. *Geoderma*, 339, 20–30 pg.
- Bidwell, R. (1979). *Fisiología vegetal*. Primera Edición en español. México: A.G.T. Editor.
- UNELLEZ (2024). *Cartografía UNELLEZ*. Guanare: Laboratorio de cartografía de la UNELLEZ.
- Duchaufour P. (1978). *Manual de edafología*. Barcelona, España: Toray Masson
- Holdridge, L. R.; Grenke, W.; Hatheway; W.H.; Liang, T.; Tosi, J.A. (1975). *Zonas de vida*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center,. 206 pp.
- McNeill JD. (1992). Rapid, accurate mapping of soil salinity by electromagnetic ground conductivity meters. En: Topp GC, Reynolds WD, Green RE. [Eds.]. *Advances in measurement of soil physical properties: Bringing theory into practice*. Madison: Soil Science Society of America. pp. 209 – 229.
- Lascano, I. (1999). *El potasio esencial para un buen rendimiento en la caña de azúcar: Informe agronómico*. Instituto de potasio y fosforo.
- Coitiño-López, J., Barbazán, M. y Ernst, O. (2015). Conductividad eléctrica aparente para delimitar zonas de manejo en un suelo agrícola con reducida variabilidad en propiedades físico-químicas. *Agrociencia (Uruguay)*, 19(1), 102-111. Recuperado en 27 de julio de 2025, de



http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482015000100012&lng=es&tlng=es.

PEQUIVEN (2008). Manual de fertilizantes e interpretación de análisis de suelo. Superintendencia de Región Central. Morón Venezuela : autor

Goijberg , R. y Aguilar A. (1987). *pH del suelo y necesidades de cal. Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo*. México D.F. Sociedad mexicana de ciencias del suelo.

Esri (2015). *ArcGis User's Guide*. Released 10.3. Redlands, CA, USA: Environmental Systems Research Institute.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis*. Diario Oficial de la Federación. D.F.: SEGOB.

Walkley, A., y Black, I. (1934). An examination of the Degtjaref f method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38. <http://dx.doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>.