



FERTILIDAD DE SUELOS CULTIVADOS EN EL MUNICIPIO DE LA UNIÓN -ESTUDIO RETROSPECTIVO-

Lina Cardona¹ & N.W. Osorio²

Estudiante de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia
Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D. Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Colombia
Calle 59A No. 63-20, Of. 14-216, Código Postal 050034, Medellín, Colombia (e-mail: nwsorio@unal.edu.co)

RESUMEN. Se realizó un estudio retrospectivo con una base de datos de resultados de análisis de suelos del Municipio de La Unión, Antioquia, con el fin de conocer el estado de la fertilidad de tales suelos. Bajo condiciones naturales estos suelos presentan una fertilidad muy baja, se caracterizan por ser extremadamente ácidos ($\text{pH} < 5.0$), ricos Al intercambiable, en materia orgánica humificada y en micronutrientes catiónicos (Fe, Mn, Cu y Zn), pero son pobres en Ca, Mg, P y B. Sin embargo, con este estudio se encontró que en general los suelos monitoreados presentaron niveles de fertilidad media a alta debida a los efectos de la fertilización y el encalamiento a través del tiempo. Concomitantemente, una proporción relativamente alta de estos suelos (83%) presentó niveles bajo de Al intercambiable. Igualmente, una alta proporción de estos suelos exhibieron valores medios (suficientes) a altos en la disponibilidad de nutrientes tales como P, S, K, Ca, Fe, Mn, Cu y Zn. En contraste, una proporción de suelos relativamente alta (91 y 93%) presentaron niveles deficientes de Mg y B, respectivamente. Se recomienda tener especial precaución al fertilizar estos suelos ya que estos últimos nutrientes podrían limitar la productividad vegetal si no se incluyen en los programas de nutrición vegetal. Así mismo, la deficiencia de Mg en el suelo también puede afectar el desempeño animal y, por tanto, se aconseja monitorear este elemento en las ganaderías de leche tan comunes en esta región.

Palabras claves: fertilidad del suelo, disponibilidad de nutrientes en el suelo, micronutrientes, manejo del suelo, fertilización, encalamiento.

SOIL FERTILITY STATUS IN CULTIVATED SOILS OF LA UNIÓN- RETROSPECTIVE STUDY

ABSTRACT. A retrospective study was conducted with a database of soil chemical analysis from La Union town, Antioquia, in order to monitor its soil fertility status. Under natural conditions these soils exhibit a low fertility status characterized by extreme acidity ($\text{pH} < 5.0$), high levels of soil organic matter, exchangeable Al, and cationic micronutrients (Fe, Mn, Cu, Zn), but they are poor in Ca, Mg, P y B. However, the soils studied exhibited medium to high levels of soil fertility likely due to high rates of fertilizer and lime application. Concurrently, a high proportion of soils exhibited low to medium levels of exchangeable Al (83%). Similarly, a high percentage of these soils showed medium and high availability of plant nutrient such as P, S, K, Ca, Fe, Mn, Cu y Zn. By contrast, a high proportion of soils (91 and 93%) exhibited deficient levels of Mg and B, respectively. It is recommended to have special care with the last two nutrients because they can limit plant productivity if they are not included in the plant nutrition program. Mg deficiency can also negatively affect animal performance; therefore, it is advised to carefully monitor this element in cattle farms amply extended in that area.

Keywords: soil fertility, soil nutrient availability, micronutrients, soil management, fertilization, liming.

INTRODUCCIÓN

El Municipio de la Unión (Departamento de Antioquia) tiene una alta actividad agrícola y pecuaria. Allí grandes áreas de bosques han sido convertidas a cultivos y pastizales como una ampliación de la frontera agrícola y pecuaria. Esta zona se caracteriza por presentar predios de poca extensión en donde se desarrolla una agricultura intensiva con rotaciones de cultivos (papa, pastos, maíz, frijol, fresa, uchuva, entre otros) y un uso intensivo de cal y fertilizantes. Desafortunadamente los agricultores hacen poco uso del análisis de suelo; así la decisión de la fertilización se basa más en la tradicional y experiencia de cada agricultor; con el tiempo tal manejo de la fertilización podría generar un desbalance de nutrientes en el suelo, con los consecuentes impactos desfavorables en la productividad vegetal y en la rentabilidad de la agricultura que allí se desarrolle.

La mayoría de los suelos La Unión son formados a partir de cenizas volcánicas (Andisoles), lo cual es bastante común en la región del Oriente Antioqueño. Bajo condiciones naturales estos suelos se caracterizan por presentar una reacción fuerte a extremadamente ácida ($\text{pH} 4.5-5.5$), alto contenido de materia orgánica pero con muy baja tasa de descomposición. Debido al alto régimen de lluvias, que ocasiona un lavado intenso de algunos nutrientes, estos suelos presentan un bajo contenido de Ca y Mg intercambiables. Dada la alta fijación de fósforo en estos suelos el nivel de fósforo disponible es muy. En general, la clasificación de la fertilidad química de estos suelos es de baja a moderada.

El objetivo del presente estudio fue realizar un estudio retrospectivo de la disponibilidad de nutrientes en suelos cultivados del Municipio de la Unión y discutir las implicaciones del manejo de estos suelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio

El municipio de La Unión se encuentra ubicado al Oriente del Departamento de Antioquia ($05^{\circ}58' \text{ N}$, $75^{\circ} 24'$), comprende un área total de 198 km^2 , a una distancia de 57 km de la ciudad de Medellín y a 2500 m de altitud. Se caracteriza por presentar una zona de vida de bosque húmedo montano bajo, la precipitación promedio anual está entre 2500-3000 mm con distribución bimodal y la temperatura media es de 13°C .



Fig. 1. Aspecto general del relieve característico de zonas cultivadas en el municipio de La Unión. Foto: Carlos Botero.

Base de datos

Para realizar este estudio retrospectivo se colectaron los resultados de análisis de suelos del Municipio de La Unión hechos en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, en el período 2004-2012. Se obtuvieron un total de 293 resultados de análisis. Los métodos utilizados en el laboratorio se pueden observar en la tabla 1. También se puede observar para cada parámetro del análisis de suelos el rango considerado como adecuado para la generalidad de cultivos.

Con los datos se realizaron histogramas de frecuencia utilizando para ello los rangos de disponibilidad (bajo, medio, alto) comúnmente usados en la agricultura colombiana (Tabla 1). Además se realizó un análisis de correlación de Pearson entre todas las variables ($P \leq 0.05$). Estos análisis se realizaron con el programa estadístico SAS (The SAS System for Windows V8).

Tabla 1. Rangos de parámetros de fertilidad del suelo considerados adecuados para la generalidad de cultivos.

Parámetro ^a	Rango adecuado	Unidad ^b	Método de extracción y analítico ^c
pH	5.5-6.0	-	1:1 (V:V)- potenciometría
M.O.	5-10	%	Walkley & Black -titulación redox
Al	<1.0	cmol _c kg ⁻¹	Yuan (KCl 1M)- titulación
Ca	3-6	cmol _c kg ⁻¹	Acetato de amonio 1M- A.A.
Mg	1.5-2.5	cmol _c kg ⁻¹	Acetato de amonio 1M- A.A.
K	0.15-0.3	cmol _c kg ⁻¹	Acetato de amonio 1M- A.A.
P	15-30	mg kg ⁻¹	Bray II-colorimetría
S-SO ₄	6-15	mg kg ⁻¹	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ 0.008M-turbidimetría
Fe	25-50	mg kg ⁻¹	Olsen (NaHCO ₃ 0.5 M)-EDTA- A.A.
Mn	5-10	mg kg ⁻¹	Olsen (NaHCO ₃ 0.5 M)-EDTA- A.A.
Cu	1-3	mg kg ⁻¹	Olsen (NaHCO ₃ 0.5 M)-EDTA- A.A.
Zn	1.5-5	mg kg ⁻¹	Olsen (NaHCO ₃ 0.5 M)-EDTA- A.A.
B	0.5-0.1	mg kg ⁻¹	Agua caliente-colorimetría

^a M.O. = contenido de materia orgánica del suelo; ^b cmol_c kg⁻¹ = meq/100 g suelo; mg kg⁻¹ = p.p.m.; ^c A.A.= absorción atómica.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados indican que el pH del suelo en los suelos estudiados fluctúa así: 6% presentan acidez extrema (pH <5), 52% fuerte acidez (pH: 5 – 5.5) y el 42% tienen acidez moderada (pH: 5.5-6) (Figura 1). Normalmente estos suelos tienen valores de pH que fluctúan alrededor de 4.8-4.9 (Jaramillo 1995). El cambio observado es muy probablemente producto de la continua aplicación de cal en estos suelos para el establecimiento de cultivos.

Como es de esperarse, los suelos considerados en éste estudio exhibieron valores altos de materia orgánica. En ningún caso se observaron valores bajos de materia orgánica (<5%), la gran mayoría de suelos presentaron niveles medios a altos (95%). Se sospecha que en estos suelos el contenido de M.O. ha estado disminuyendo producto de la intensidad del uso del suelo y la excesiva mecanización. Sin embargo, en estos resultados esto no se ha detectado.

Se ha encontrado que el 83% de los suelos analizados exhibió valores medios de Al intercambiable (0.5-2 cmol_c kg⁻¹) y el 16% niveles muy altos (>2 cmol_c kg⁻¹); sólo 1% de los suelos contienen valores bajos de Al <0.5 cmol_c kg⁻¹. Estos resultados son interesantes ya que bajo condiciones naturales se debería esperar una tendencia contraria. Bajo condiciones naturales, los suelos de la Unión son ácidos y ricos en Al que puede causar toxicidad en plantas y restringir la actividad microbial (p.e. la nitrificación: conversión de NH₄⁺ a NO₃⁻). De nuevo, la continua aplicación de cal (p.e. CaCO₃) en estos suelos ha ocasionado no sólo el incremento en el pH sino también ha causado la neutralización de Al. Muy seguramente en aquellos suelos en los que se ha presentado valores altos de Al (16%) se ha aplicado cal para disminuir tales niveles. Es así como se ha encontrado que 62% de los suelos presentaron saturación de Al baja (<20%); en el 21% de las muestras la saturación fue media (20-40%) y sólo un 17% de los suelos exhibieron saturación alta (>40%). En lo global, en este municipio se ha reducido el porcentaje de suelos afectados seriamente por el problema de Al desde un valor cercano al 100% hasta valores de 16-17%.

Debido alta retención de fósforo que tienen los suelos de la Unión, es muy común encontrar que la mayoría de estos tengan valores de P disponible deficientes para sostener la productividad vegetal (<15 mg kg⁻¹). Sin embargo, las muestras estudiadas en el laboratorio indican que apenas 1% de los suelos presentaron niveles bajos. Esto es seguramente del continuo uso de fertilizantes ricos en este elemento (p.e., 18-46-0; 0-45-0; 10-30-10) en dosis que en muchos casos son muy altas, tal como se hace en el cultivo de papa (P₂O₅: 450-600 kg ha⁻¹). Por lo anterior, hay una alta proporción de suelos (62%) con niveles de P que son suficientes (15-30 mg kg⁻¹) y en algunos casos niveles altos (37%) con valores que superan >30 mg kg⁻¹. Muy probablemente los más altos niveles está asociados a cultivos de papa y fresa que se recomienda cultivar en suelos con concentraciones de P-Bray II de 40-60 mg kg⁻¹ y cultivos de flores de corte (crisantemo, rosa, clavel) con valores que deben estar entre 80-120 mg kg⁻¹.

Por otro lado, los valores medios a altos de P son consistentes con la disminución del Al intercambiable producto de la adición de cal.

Un comportamiento similar al del P lo exhibe el S en estos suelos muestreados. Según los reportes de Guerrero (1998) buena parte de los suelos de las regiones de clima frío en Colombia (45-71%) presentan baja disponibilidad de S-disponible. En contraste, en el presente estudio se encontró que apenas un 14% de los suelos de La Unión tuvieron niveles de disponibilidad bajos ($<6 \text{ mg kg}^{-1}$), mientras que el 86% arrojaron valores suficientes ($6-12 \text{ mg kg}^{-1}$) y altos ($>12 \text{ mg kg}^{-1}$).

Como se mencionó anteriormente, los suelos de La Unión son ácidos y bajos en Ca y Mg ($<0.5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) y por eso una práctica común ha sido la continua de cal (CaCO_3) en dosis que usualmente fluctúan entre $0.5-1 \text{ t ha}^{-1}$. A través del tiempo, la cantidad de Ca en el suelo ha ido aumentando y es por eso que los resultados observados aquí indican que 42% de los suelos presentan contenidos de este elemento en forma suficiente ($3-6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) y 19% presentan contenidos muy altos ($>6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) producto del sobrecalamiento. A pesar de lo anterior en la muestras se detectaron un porcentaje relativamente alto (39%) de suelos que aún tenían valores de Ca bajos ($1-3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), en los que probablemente se presente insuficiencia en el suministro de este elemento.

La situación del Mg es bastante diferente a la de Ca; en los suelos bajo estudio se encontró que 91% de la muestras exhibieron niveles de Mg bajo ($<1.5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Esto indica que los agricultores han usado muy seguramente cal agrícola, y poco se ha empleado la cal dolomita. Este desbalance nutricional puede generar problemas bastante serios en la nutrición de los cultivos, pasturas y quizá del ganado bovino. No se puede olvidar que el Mg^{2+} es un elemento esencial para las plantas en la cuales hace parte de la clorofila, es un activador del ATP para las reacciones metabólicas y hace parte de los ribosomas requeridos en la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas. En el ganado, una de las actividades más importantes del Municipio de la Unión, la deficiencia de Mg es un desorden de nutricional de mucho cuidado llamado *hipomagnesia*, *tetania de los pastos* o *síndrome de las vacas caídas*. Según la severidad del problema los animales tienen problemas de movilidad, baja producción de leche, problemas de reproducción y en casos severos la muerte. Por lo anterior, se recomienda ejercer un cuidado especial con este elemento de tal manera que se incluya en los programas de nutricional vegetal y animal. En la fertilización de cultivos se recomienda aplicar cal dolomita ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), MgO y/o sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

Los suelos del oriente antioqueño exhiban naturalmente niveles suficientes a altos de K^+ en la fase intercambiable. Esto se debe a que en la ceniza volcánica, el material parental de estos suelos, se han encontrado feldespato de potasio. A pesar de la remoción de K^+ por los cultivos y sus pérdidas por lixiviación, el contenido de este nutriente tiende a mantenerse en concentraciones al menos suficientes. Si a esto se le suma las aplicaciones de fertilizantes (KCl , K_2SO_4), no es sorprendente que 63% de los suelos cultivados muestreados presentaron valores suficientes ($0.15-0.3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) y 37% tienen valores altos ($>0.3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$); de estos últimos el 19% tuvieron valores muy altos ($>0.5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Dada la relación $\text{Mg}^{2+}/\text{K}^+$, que al parecer puede controlar la absorción de ambos elementos (particularmente Mg^{2+}), se debe tener mucho cuidado de no aplicar cantidades excesivas de fertilizantes potásicos.

En general, los elementos menores catiónicos (Fe, Mn, Cu y Zn) presentaron predominantemente niveles suficientes y altos. El Mn es el único que alcanza a tener niveles deficientes en 20% de las muestras analizadas, lo cual debe ser considerado cuidadosamente para evitar deficiencia de este elemento en las plantas cultivadas. Los buenos niveles de disponibilidad de estos elementos coinciden con los rangos de pH detectados. Se sugiere vigilar cuidadosamente las aplicaciones de cal y la fertilización fosfórica, ya que los excesos de ambos podrían inducir deficiencias de estos micronutrientes.

Una situación especial se presenta con el micronutriente B, el cual se presenta en el 93% de los suelos en concentraciones muy bajas ($<0.5 \text{ mg kg}^{-1}$). Esto puede estar asociado a la capacidad de los minerales y la materia orgánica del suelo a retenerlos fuertemente. Este micronutriente es el que más frecuentemente ocasiona problemas por deficiencia en las plantas cultivadas en los Andisoles. En consecuencia, con su aplicación vía fertilización (borax, borato, solubor) se han obtenido respuestas significativas en el rendimiento de los cultivos. Por ejemplo, la adición de B a razón de 1 kg ha^{-1} aumentó el rendimiento de la papa hasta en 10 t ha^{-1} (Barrera, 1994). En los cultivos de hortalizas (coliflor, brocoli), frutales (fresa, uchuva, aguacate) y flores de corte (rosa, clavel y crisantemo) resulta necesario hacer fertilización con B para asegurar un buen rendimiento. Las aplicaciones deben ser moderadas ($1-3 \text{ kg ha}^{-1}$) y siempre basadas en los resultados de los análisis de suelos, pues se puede pasar fácilmente de la deficiencia a la toxicidad.

REFERENCIAS

- BARRERA L (1994) La fertilidad de los suelos de clima frío y la fertilización de cultivos. En: Silva F (ed) Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá, 528 p.
- BERNAL E (1998) Fertilización de pastos mejorados. En: Guerrero R (ed) Fertilización de cultivos en clima frío. Monómeros Colombo Venezolanos, Bogotá 370 p.
- GUERRERO R (1995). Fertilidad de los suelos de clima medio en Colombia, 9-16pp En: GUERRERO R (ed) Fertilización de cultivos en clima medio. Monómeros Colombo Venezolanos, Bogotá.
- IGAC (2007) Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento de Antioquia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, Subdirección de Agrología, Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, 1021 p.
- JARAMILLO D (1995) Andisoles del oriente Antioqueño, caracterización química y Fertilidad. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- MUÑOZ R (1998) Fertilización de la papa en Antioquia, 28-46 pp En: GUERRERO R (ed) Fertilización de cultivos en clima frío. Monómeros Colombo Venezolanos, Bogotá.
- PORRAS PD (2005) Problemática general del sistema productivo de papa con énfasis en fisiología y manejo de suelos. pp. 1-4. En: Memorias del primer taller nacional sobre suelos, fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa. Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa (CEVIPAPA). Bogotá, Colombia.
- TABARES E, JARAMILLO S, GONZÁLEZ L, COTES J (2009) Respuesta de la papa (*Solanum Tuberosum L.*) variedad Diacol Capiro a la Fertilización en un Andisol del Oriente Antioqueño, Colombia. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 62(2): 5099-5010.

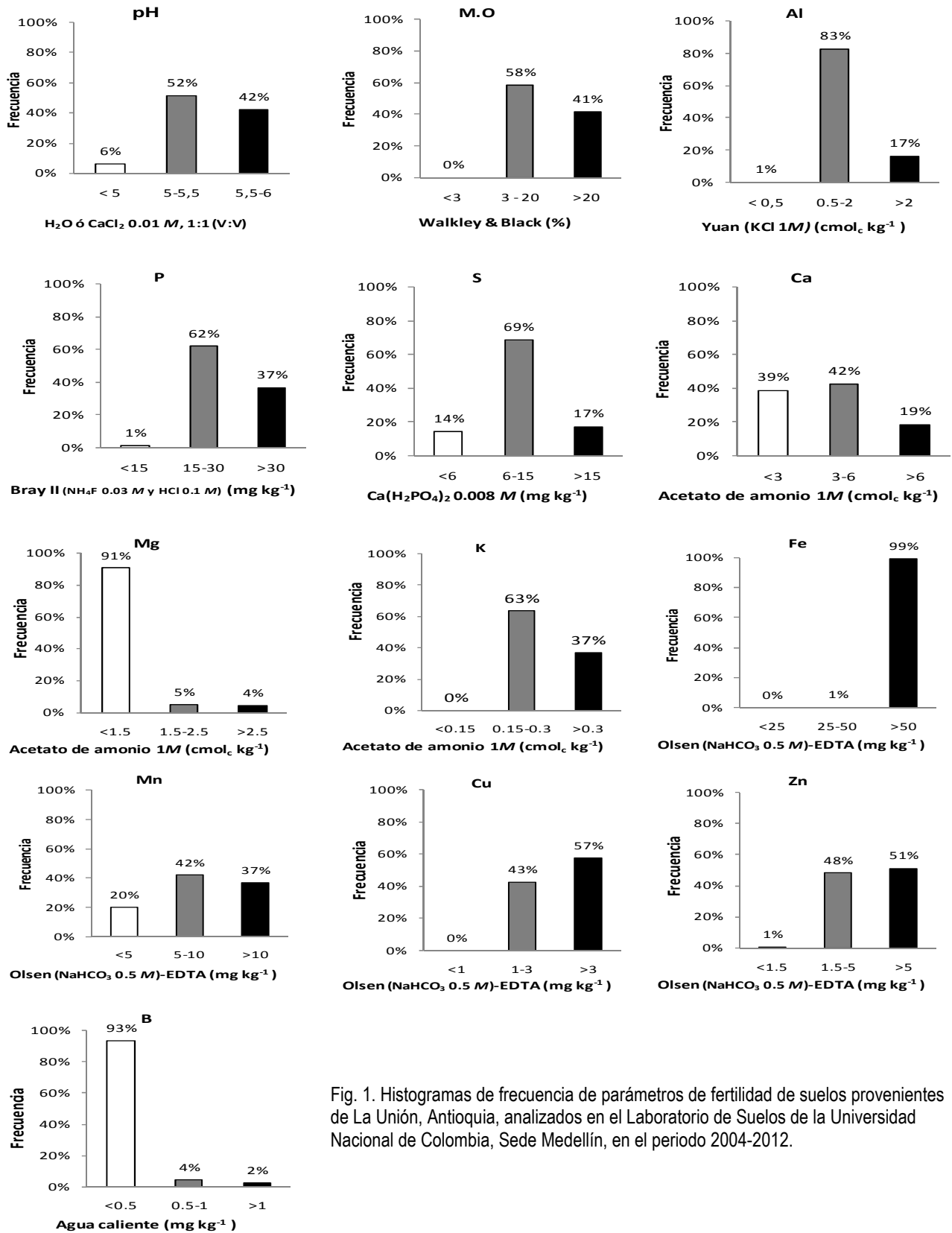


Fig. 1. Histogramas de frecuencia de parámetros de fertilidad de suelos provenientes de La Unión, Antioquia, analizados en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, en el periodo 2004-2012.

NOTA DEL AUTOR: el presente documento tiene como objetivo hacer divulgación de conocimiento aplicado. No debe considerarse como la única fuente de información para tomar la decisión de como fertilizar su cultivo. Para esto consulte con un Ingeniero agrónomo de la zona, quien lo orientará en la toma de decisiones necesarias.