

Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos

Leo Espinoza
Profesor Asociado y
Especialista de Suelos

Nathan Slaton
Profesor
Análisis de Suelos

Morteza Mozaffari
Profesor Asistente de
Investigación
Análisis de Suelos

Translated by:
Leo Espinoza
Profesor Asociado y
Especialista de Suelos

Un análisis de suelo de rutina es una guía que describe la disponibilidad de nutrientes y el potencial de absorción de nutrientes por un cultivo. Los análisis de suelos convencionales solo miden una porción del total de nutrientes disponibles en el suelo. Los suelos tienen cantidades grandes de los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, pero solo una pequeña fracción (normalmente menos de 1%) se encuentran en una forma que las raíces los pueden absorber. El liberamiento de los nutrientes en el suelo y la fijación de nutrientes aplicados en forma de estiércol, fertilizantes y otras enmiendas orgánicas, representan una serie de procesos químicos, micro-biológicos y físicos muy complejos.

En Enero del 2006, un número de cambios fueron implementados por el Laboratorio de Suelos y el Programa de Recomendaciones de Fertilización de la Universidad de Arkansas. La información presentada en este artículo facilitara la interpretación de los resultados de un análisis de suelo.

Filosofía de la Fertilización

Debido a las variaciones en las propiedades de los suelos entre regiones geográficas diferentes, los laboratorios de análisis de suelo pueden usar diferentes soluciones extractoras. Los laboratorios usan estas soluciones para extraer los nutrientes disponibles para la plantas y se basan en distintas filosofías para interpretar los resultados y estimar la cantidad de nutrientes necesarios para optimizar el crecimiento de las plantas y el potencial de rendimiento. La Universidad de Arkansas usa el método de análisis de suelo Mehlich-3 y recomienda

cantidades de fertilizantes que optimizan el crecimiento de las plantas, el rendimiento y el remplazo de los macro-nutrientes removidos por la cosecha. Para algunos suelos, fertilizante adicional será recomendado para mantener los niveles de suelos cerca al rango "medio" para P (fosforo) y K (potasio). La cantidad de P y K necesarios para llevar el análisis de suelo a un nivel "medio" posiblemente no sean económicamente o agrónomicamente prácticas en aplicaciones únicas, particularmente en suelos con niveles "bajos" de nutrientes. Por esta razón, la Universidad de Arkansas usa un periodo no menor de ocho años para subir los niveles de un nutriente a "medio." Las recomendaciones consideran que en promedio 15 lb P_2O_5 /acre son necesarias para incrementar los niveles de P en los análisis de suelo en 1 ppm (2 lb/acre), y 8 lb K_2O /acre para incrementar los niveles de K en 1 ppm. Las recomendaciones de fertilizantes y cal consideran las rotaciones de cultivos, la textura del suelo, la variedad de plantas y los rendimientos óptimos cuando es apropiado.

El Índice de Disponibilidad de Nutrientes

La concentración de los nutrientes en la muestra de suelo aparecen en la sección de indicador de disponibilidad de nutrientes (**Nutrient Availability Index**) del reporte de análisis de la Universidad de Arkansas. Los análisis de suelos son reportados en unidades de ppm (partes por millón) y libras por acre (lb/acre). Una parte por millón es equivalente aproximadamente a 2 libras por acre (cuando las muestras son tomadas a una profundidad de 6 pulgadas). Además de reportar la concentración de cada

*Arkansas es
nuestro campus*

Visite nuestro sitio web en:
<https://www.uaex.uada.edu>

La interpretación en la Tabla 1 se aplica solamente a los análisis de rutina hechos por el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Arkansas y no se deberían usar para interpretar los resultados de otros laboratorios. Contacte la oficina de Extensión de su condado para información adicional u otras publicaciones.

Fósforo y Potasio son dos de los tres macronutrientes (el otro es nitrógeno) requeridos por las plantas para un crecimiento óptimo. Estos nutrientes son requeridos en cantidades grandes en comparación con los micronutrientes (Ej., Zinc, Hierro, Boro, etc.). La respuesta a la fertilización con P no es común cuando los niveles P en el suelos son ≥ 36 ppm (72 lb/acre) para cultivos agronómicos y pastos, y arriba de 25 ppm (50 lb/acre) para frutales y arriba de 75 ppm (150 lb/acre) para vegetales. Las respuestas a la fertilización con potasio no se observa comúnmente cuando los análisis de suelos dan resultados arriba de 175 ppm (350 lb/acre) para vegetales, cultivos agronómicos y pastos, y arriba de 90 ppm (180 lb/acre) para frutales.

La mayoría de los suelos arenosos tienen concentraciones menores de 400 a 500 ppm (800 a 1,000 lb/acre) de calcio, los suelos arcillosos usualmente contienen arriba de 2,500 ppm. Normalmente, el contenido de arcilla incrementa con altos contenidos de calcio. Aplicaciones recientes de cal pueden resultar en niveles más altos de calcio. Si el pH del suelo es mantenido en los rangos recomendados para el crecimiento óptimo de los cultivos, las deficiencias de calcio no son muy comunes. En general, los suelos arcillosos necesitan más cal que los suelos de textura media para subir el pH del suelo a los niveles deseados.

**Hierro (Fe), Manganeso (Mn),
Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Boro (B)**

Los niveles extraíbles de estos micronutrientes aparecen en los reportes de análisis de suelo. Sin embargo, con la excepción del zinc, los niveles de estos no afectan las recomendaciones de fertilización. Los análisis de suelos con niveles de zinc por debajo de 4 ppm (8 lb/acre) y con pH arriba de 6.0 generaran una recomendación para la aplicación de zinc. Los análisis foliares y los análisis de suelos deberían de ser usados en conjunto para evaluar la necesidad de aplicación de los otros micronutrientes. Niveles muy altos de micronutrientes no indican necesariamente que una planta será afectada por toxicidad del micronutriente específico. Por ejemplo, análisis de suelos con niveles de hierro arriba de 200 ppm (400 lb/acre) y niveles de zinc arriba de 40 ppm (80 lb/acre) son algunas veces observados, pero dichos niveles no son tóxicos para una planta en la mayoría de los casos. En contraste, niveles de manganeso que

La interpretación para vegetales y otros cultivos podría variar.

Nivel en el Suelo	Potencial de Rendimiento Esperado [†]	Mehlich-3 Concentración de Nutrientes								
		P	K [Mayoría de Cultivos]	K [Código de Pastos]	Ca [‡]	Mg [‡]	SO ₄ -S [‡]	Mn [‡]	Cu [‡]	Zn
----- mg/kg (o ppm) -----										
Muy Bajo [§]	<65%	<16	<61	<21						<1.6
Bajo [§]	65 - 85%	16 - 25	61 - 90	21 - 40	≤400	≤30	≤10	<40	<1.0	1.6 - 3.0
Medio [§]	85 - 95%	26 - 35	91 - 130	41 - 60						3.1 - 4.0
Optimo	100%	36 - 50	131 - 175	61 - 100						4.0 - 8.0
Arriba del Optimo	100%	>50	>175	>100						>8.0

[†]Rendimiento Potencial esperado sin fertilización.

[‡]Recomendaciones no proveídos para estos nutrientes. Los valores mostrados representan una guía general de interpretación.

[§]Los análisis de suelo de “Muy bajos,” “Bajos” y “Medio” son considerados niveles “Sub-óptimos.”

excedan 200 ppm (400 lb/acre), acompañado con pH de suelos de 5.2, podrían resultar en toxicidad de manganeso. Este problema en particular es fácilmente corregido aplicando las cantidades recomendadas de cal al suelo. Un análisis de suelo con niveles de Mn <40 ppm (80 lb/acre) son considerados bajos. Fertilización con Mn no es recomendada para cultivos agronómicos en Arkansas, las deficiencias de manganeso son algunas veces encontradas en suelos con pH >6.5 y niveles de Mn menores de 20 ppm (40 lb/acre) y posiblemente requieran fertilizantes con Mn.

Nitratos-Nitrógeno ($\text{NO}_3\text{-N}$) y Sulfatos-Azufre ($\text{SO}_4\text{-S}$)

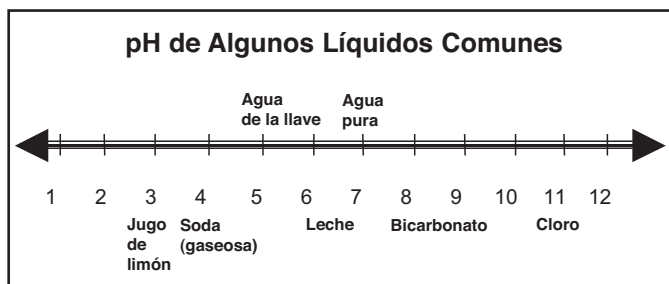
Nitrógeno es normalmente el nutriente que limita el crecimiento óptimo de un cultivo. Los análisis de suelos que estiman la disponibilidad de N no se usan pues el N existe en el suelo en muchas formas que cambian durante el transcurso del tiempo e influyen en su disponibilidad para las plantas. El nitrógeno (N) y el azufre (S) son medidos en formas de Nitratos-nitrógeno ($\text{NO}_3\text{-N}$) y sulfato-azufre ($\text{SO}_4\text{-S}$). Para la mayoría de los cultivos en Arkansas, la fertilización nitrogenada es recomendada basada en investigación e información relacionada a cultivos anteriores, la textura del suelo, potencial de rendimiento y algunas veces de acuerdo a la variedad. Los análisis de suelos de nitrógeno en forma de nitrato, sin embargo, son hechos para algunos cultivos, y son usados para afinar las recomendaciones de fertilizantes nitrogenados. Las muestras de suelos pueden ser analizadas por nitratos-N si es solicitado para otros cultivos, pero las recomendaciones de fertilizantes nitrogenados, particularmente para césped y forrajes, no están ajustadas.

El Sulfato-azufre y los nitratos-nitrógeno pueden lixivarse en suelos arenosos y acumularse en horizontes de suelos arcillosos o compactados. Por esta razón, las respuestas a la fertilización con azufre no son comunes en suelos arcillosos. Al descomponerse la materia orgánica, el azufre y el nitrógeno son liberados a la solución de suelo. Como consecuencia de esta compleja reacción, la concentración de estos nutrientes posiblemente varíe con el tiempo, condiciones ambientales y profundidad del suelo. Las recomendaciones de fertilización con azufre son basadas en historial de los cultivos y, y hasta cierto punto, en el análisis de suelos, especialmente para maíz, algodón, trigo y forrajes.

pH o Reacción del Suelo

El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad de un suelo. Un pH de 7.0 es neutral. Suelos con pH menores a 7.0 son ácidos, mientras que los valores arriba de 7.0 son básicos o alcalinos. Por ejemplo: un pH de 5.2 es 10 veces más ácido que un suelo con pH de 6.2. Para la mayoría de los vegetales y cultivos agronómicos, un pH de 5.8 a 6.5 es óptimo. Un pH de 5.5 a 5.8 es el indicado para las rosas, césped, frutas y nueces. Algunos arbustos y los arándanos crecen bien en suelos con pH debajo de 5.5. En

la mayoría de las plantas se puede observar visualmente el efecto negativo cuando el pH está por debajo de 4.8. Las recomendaciones de cal para neutralizar la acidez en el suelo son mayores en suelos arcillosos y requieren mayor cantidad de cal que los suelos con textura arenosa. El azufre (S) elemental o sulfato de aluminio (Al_2SO_4) se recomiendan para acidificar el suelo (bajar el pH del suelo) para plantas que requieren suelos ácidos. Los valores de pH del suelo (medidos en agua) pueden variar hasta por 1.0 unidades de pH o más durante la temporada de crecimiento. En general, los valores de pH son más altos en los meses fríos y húmedos de invierno y menores durante los días calientes y secos del verano.



Contenido de Sales (También Llamado Conductividad Eléctrica, o EC)

La conductividad eléctrica de un suelo se utiliza para medir el riesgo potencial de daño a una planta debido a las sales en el suelo, y se mide con una mezcla de 1:2 suelo:agua. Esta medida incluye todas las sales solubles, no solo cloruro de sodio (sal común) que es la sal con que la gente está familiarizada. Las lecturas de conductividad eléctrica pueden variar drásticamente de parcela a parcela y a través del tiempo y son afectadas fuertemente por condiciones ambientales (ejemplo: precipitación). Por esta razón, la EC del suelo no es algo que se mide en todas las muestras de suelo, pero está disponible (gratuitamente) si se solicita. Las medidas de EC pueden ser utilizadas para diagnosticar problemas de crecimiento, pero tiene un uso limitado en Arkansas para predecir los daños por salinidad acumulada por altas temperaturas, condiciones secas, exceso de fertilización o sales depositadas por efectos del riego. Los valores de EC en el invierno son normalmente <100 $\mu\text{hos/cm}$ y son considerados normales. Dependiendo de la sensibilidad de las especies de plantas hacia las sales (arroz, rosas y fresas son mas sensitivas que el algodón o el pasto bermuda), los síntomas de lesiones por sales pueden ocurrir cuando los valores son >500 $\mu\text{hos/cm}$.

Calculo de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CEC)

La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se refiere a la habilidad de las partículas de suelo que tienen carga negativa para atraer y retener cargas positivas de iones [calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}), potasio (K^+), sodio (Na^+), amonio (NH_4^+), aluminio (Al^{+++}) y hidrogeno (H^+)]. La capacidad de

intercambio catiónico es expresadas en unidades de centimoles por kilogramo (cmol/kg). La CEC en los análisis de suelos de la Universidad de Arkansas es reportada en términos de “Capacidad de Intercambio Catiónico Estimado” o ECEC, porque esta propiedad es calculada (en vez de ser determinada analíticamente) por medio de la suma de las cargas de los cationes básicos (Ca, Mg, Na and K) y estimaciones de cargas de los cationes ácidos derivadas del pH del suelo. La ECEC es también un indicador de la textura del suelo y del contenido de materia orgánica. Generalmente en Arkansas, las texturas arenosas de suelos tienen un ECEC <9 cmol/kg, suelos francos tienen una ECEC de 9 a 20 cmol/kg, y los suelos arcillosos arriba de 20 cmol/kg. El contenido de arcilla, el tipo de arcilla y la materia orgánica afectan el CEC. En general la ECEC incrementa en suelos arcillosos y con contenidos altos de materia orgánica.

Materia Orgánica (M.O.)

La materia orgánica no es más un análisis rutinario, pero puede ser determinado si se paga por dicho análisis. Consulte con su oficina de Extensión de su condado para saber el precio de este análisis. El contenido de materia orgánica en los suelos típicos de Arkansas oscilan entre 0.5% a 5.0%. Los suelos con materia orgánica <0.5% son bajos, y valores >2.0% son deseables.

Determinación de la Textura del Suelo

La determinación de la textura de un suelo era antes definida por el cliente. Sin embargo, la inconsistencia y designaciones erróneas de la textura de un suelo a menudo resultaban en recomendaciones de cal y fertilizantes nitrogenados que no son apropiados para los cultivos y propiedades del suelo. Es por esta razón, que el laboratorio ahora estima la textura del suelo basado en el pH del suelo y la concentración de calcio. Esta relación funciona en la mayoría de los casos, pero las aplicaciones continuas de gallinaza, encalados recientes y el uso de agua de riego de tendencia alcalina pueden incrementar dramáticamente el calcio del suelo y podría dar paso a una estimación errónea de la clase de textura. La textura del suelo es también incluida cuando se calcula la dosis de N y cal a aplicar. Por consiguiente, si la estimación de la textura del suelo no es correcta, contacte a un agente de Extensión de su condado.

Porcentaje de Saturación de Bases (% Saturación de Bases)

La saturación de bases representa el porcentaje de los sitios de intercambio en el suelo ocupados por los iones básicos Ca, Mg, Na y K. La diferencia entre ese número y 100 es el porcentaje de los sitios de intercambio ocupados por cationes ácidos: Al y H. En la mayoría de las situaciones, una saturación con bases relativamente alta (>60%) es deseable. El pH del suelo aumenta a medida que aumenta el porcentaje de saturación de bases, con saturaciones de base del 70% al 80% que representan suelos con pH >6.0.

Sodio (Na) no es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, pero es importante para el diagnóstico de suelos que pueden tener problemas por las altas cantidades de sodio. En suelos con altos niveles de sodio, el agua de riego también puede ser alta en sodio o el suelo puede contener depósitos naturales de este elemento. Las concentraciones de sodio en el suelo no se reportan en los resultados, pero se expresan como porcentaje de Na intercambiable en la ECEC. Cuando el sodio intercambiable estimado supera el 15%, el suelo se considera “sódico,” pero los problemas de producción de cultivos pueden ocurrir a niveles más bajos. Porcentajes de sodio intercambiable <5% generalmente causan muy pocos problemas.

Recomendaciones para Fertilizantes y Cal

La cantidad de fertilizante y cal recomendadas pueden ser dadas en libras por acre (lb/acre), libras por 1,000 pies cuadrados (lb/1000 ft²) o libras por 100 pies en hilera (lb/100 ft hilera), dependiendo del cultivo seleccionado. La sección de **Notas de cultivos (Crop Notes)** en los reportes de análisis de suelo incluyen instrucciones de como y cuando aplicar los fertilizantes. Las notas aplican solo a códigos específicos por cultivo (Ej., cultivo 1 aplica solo a cultivo 1). Notas precaucionarias o recomendaciones de otros nutrientes pueden aparecer en esta sección también. Se recomienda que el lector también obtenga la publicación **FSA2153, The Soil Test Report (El Reporte de Análisis de Suelos)** para mayor información.

English version of this fact sheet: FSA2118, UNDERSTANDING THE NUMBERS ON YOUR SOIL TEST REPORT (DATE 1-12)

Todos los autores trabajan para la División de Agricultura de la Universidad de Arkansas. El **DR. LEO ESPINOZA** es profesor asociado y especialista de suelos (**translator**) en Little Rock. **DR. NATHAN SLATON** es profesor de análisis de suelos con la Universidad de Arkansas en Fayetteville. **DR. MORTEZA MOZAFFARI** es profesor asistente de investigación en análisis de suelos con el Laboratorio de Suelos e Investigación en Marianna.

De conformidad con 7 CFR § 15.3, la División de Agricultura del Sistema de la Universidad de Arkansas ofrece todos sus programas y servicios de Extensión e Investigación (incluido el empleo) sin distinción de raza, color, sexo, origen nacional, religión, edad, discapacidad, estado civil o de veterano, información genética, preferencia sexual, embarazo o cualquier otro estado legalmente protegido, y es una institución que ofrece igualdad de oportunidades.