



Agricultura Razonada®

West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
Esmeralda No. 2847 Colonia Verde Valle
44550 Guadalajara, México
Teléfonos: (33)31231823, 31217925
Portal Web: www.westanalitica.com.mx
Correos: eaguilar@allabs.com
maldana@allabs.com mgarcia@allabs.com

EL pH DEL SUELO

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1. La definición del pH
2. La importancia del pH del suelo
3. pH y la disponibilidad de nutrientes
4. Gestión de los suelos alcalinos
5. La reducción de un pH alcalino
6. Elevar el pH en los suelos ácido

1. La definición del pH

El pH del suelo es una medida de la acidez o de la alcalinidad de un suelo. En la escala de pH, 7,0 es neutro. Menor a 7,0 es ácido, y por encima de 7.0 es básico o alcalino. El intervalo de pH de 6,8 a 7,2 se denomina como casi neutro. Aquellas zonas del mundo con escasas precipitaciones pluviales suelen tener suelos alcalinos mientras que las áreas con mayores precipitaciones suelen tener suelos ácidos.

En México existen tanto los suelos ácidos como los alcalinos; éstos últimos con pH de 7,0 a 7,8 y por encima. Los suelos con un pH por encima de 7,5 por lo general tienen un alto contenido de carbonato de calcio, (CaCO₃, en ocasiones conocido como cal libre). En algunos suelos de montaña y en terrenos de temporal, o que han sido altamente irrigados y cultivados durante muchos años, el pH puede ser ácido o ligeramente ácido.

Muchos manuales de agronomía señalan que el pH preferido para la mayoría de los cultivos de nuestro país, se sitúa en valores que oscilan entre 6,0 y 7,2. El maíz y la caña de azúcar se desarrollan bien en terrenos con pH promedio de 6.5. El aguacate de las zonas de Michoacán se cultiva en terrenos con pH de 6.2 a 6.5. Los arándanos cultivados en Jalisco y Michoacán necesitan suelos ácidos. Las Hortensias azules requieren un pH muy ácido inferior a 5,0 para inducir el color azul de la flor (Ver Tabla 1).

Tabla 1

RANGOS DE PH Y SU INFLUENCIA EN EL POTENCIAL DE CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS		
Reacción del suelo	pH	Crecimiento de las Planta
Suelo alcalino	> 8.3	Demasiado alcalino para la mayoría de las plantas. La disponibilidad de hierro se convierte en un problema en suelos alcalinos.
	7.5	
	7.2	
Suelo neutro	7.0	
Suelo ácido	6.8	6.8 a 7.2 - "Casi neutro"
	6.0	6.0 a 7.5 - Aceptable para la mayoría de las plantas
	5.0	Reducción de la actividad microbiana del suelo
	< 4.6	Demasiado ácido para la mayoría de las plantas

2. La importancia del pH del suelo

Cuando se utiliza el análisis de suelo, los resultados de las pruebas de fertilidad proporcionan los siguientes dos beneficios principales:

1. Establece un patrón de referencia
2. Permite que el nivel de fertilidad sea monitoreado y evaluado

Cuando se aplican al suelo fertilizantes o enmiendas sin un análisis previo de las características del suelo, estamos actuando al tanteo, intentando adivinar lo que requiere el terreno. Los procedimientos agrícolas no pueden estar basados en dudosas opiniones subjetivas o en simples conjeturas para obtener mejores rendimientos y ganancias año tras año. Utilizando el análisis de suelo se puede establecer un patrón de referencia para el pH del suelo y para los niveles de nutrientes a fin de establecer un programa de fertilidad adecuado al suelo y al cultivo que se va a establecer. Una vez que se ha determinado este patrón de referencia, los programas de análisis de rutina, tanto en suelo como foliares, permiten monitorear y adecuar la aplicación de fertilizantes y enmiendas o aditivos, de todo tipo, a fin de mantener siempre los niveles de nutrientes dentro del rango óptimo.

La determinación del pH del suelo tiene una gran relación con la absorción de los nutrientes del suelo, el desarrollo de las raíces y el crecimiento de las plantas. Conforme el suelo se hace ácido, el pH se incrementa en un factor de 10 por cada punto de caída. Esto significa que los efectos de un suelo bajo en pH son muy notables y muy rápidamente se reduce el crecimiento de las raíces, disminuye la disponibilidad de fósforo y molibdeno al igual que se reduce la capacidad de utilización del nitrógeno, fósforo, potasio y de los micronutrientes.

En un suelo con pH de 6.0 el cultivo pierde su capacidad para recuperar el 11 % del nitrógeno aplicado. Y cuando el pH baja a 5.0, se recupera tan sólo el 53% del nitrógeno aplicado. De esta forma se puede ver porque un agricultor que tiene un suelo con bajo pH puede pensar que no obtuvo todo el nitrógeno que compró dado que su cultivo está raquítrico y amarillo. Con respecto al fósforo el efecto del pH es mucho más dramático. Con un pH en el suelo de 6.0 el cultivo sólo puede recuperar 53% del fósforo aplicado, y con 5.0 de pH sólo el 39%. Así que si el campo tiene un pH bajo y un análisis con resultados bajos en fósforo, incluso después de una aplicación de fósforo el cultivo podrá manifestar una alta deficiencia de fósforo.

El pH del suelo tiene una influencia un poco menor en la captación del potasio. Es más determinante en los casos del nitrógeno y del fósforo. Sin embargo, el principal efecto de un pH inadecuado en el suelo es la reducción en el crecimiento de la raíz. Es decir, no se logra un enraizamiento suficiente para la captación del potasio, aún cuando la nutrición de la planta sea adecuada. Con pH muy ácidos, el aluminio y el manganeso se disuelven debido a la alta acidez y se depositan en el suelo. Estos dos elementos son muy tóxicos para varios cultivos.

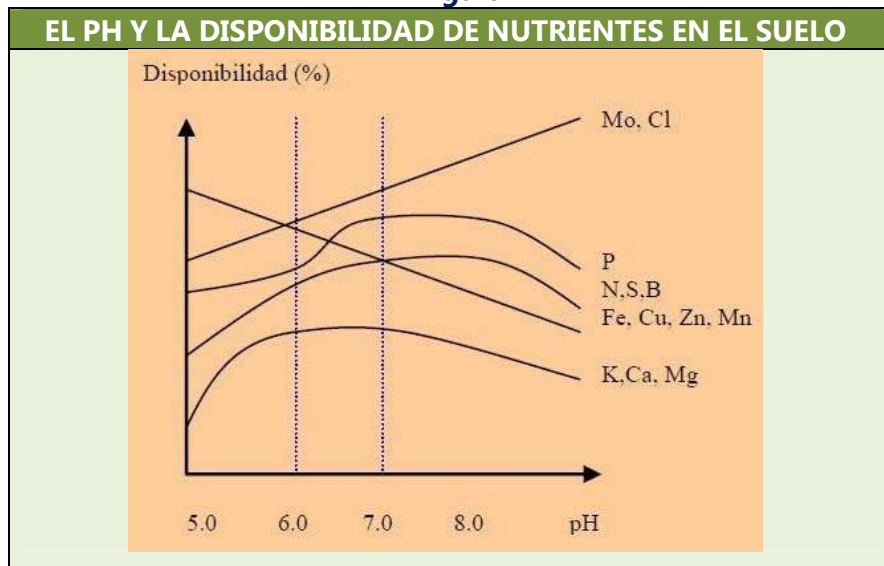
Con éstos breves ejemplos queremos hacer ver la importancia que tiene para el agricultor el mantener el pH del suelo dentro del rango adecuado a fin de que el cultivo se beneficie del fertilizante que se adquiera. La única forma de hacerlo es llevando sus muestras de tierra al Laboratorio A-L de México para que les efectúen ahí un "Análisis de fertilidad de suelo". En éste tipo de análisis se determina el pH y los requerimientos de nutrientes para un cultivo y una meta de rendimiento determinada.

Cuando se aplica fertilizante nitrogenado, se desarrolla acidez en el suelo. Como norma muy general y aproximada, se puede decir que se necesita aproximadamente 6.6 kg de cal agrícola de primera calidad para neutralizar la acidez resultante de 1 kg de nitrógeno. (Ver nuestro artículo "Encalado de suelos agrícolas"). Así que, bajo condiciones de altos niveles de fertilización con nitrógeno, el pH puede cambiar rápidamente y se requiere que el suelo sea analizado a fin de ir monitoreando su pH.

3. pH y la disponibilidad de nutrientes.

El pH del suelo es una propiedad química importante porque afecta a la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la actividad de los microorganismos del suelo. La influencia del pH sobre la disponibilidad de nutrientes se ilustra en la siguiente Figura 2. La clorosis férrica es común en diversas regiones de México debido al pH alcalino del suelo. El fósforo se vuelve menos disponible en los suelos muy alcalinos y ocasionalmente se observan deficiencias de zinc en cultivos sensibles, como el maíz el aguacate y el frijol. (Ver Figura 1.)

Figura 1



3. Gestión de los suelos alcalinos

En suelos con alcalinidades que van de moderadas a altas (pH por encima de 7,5), es necesario cuidar los suelos dando especial atención al aumento de la materia orgánica, al uso de coberturas orgánicas y, si es posible, con riegos frecuentes pero ligeros. Las plantas son menos tolerantes a las condiciones de sequedad del suelo cuando el pH es alto. Uno de los problemas principales cuando se presentan pH altos es la ya mencionada "clorosis férrica". Las plantas necesitan

nutrientes del suelo para que se desarrolle la clorofila, el pigmento verde de las hojas que favorece la fotosíntesis.

El nitrógeno, el magnesio y el hierro se encuentran entre los nutrientes que una planta necesita para producir clorofila significa "falta de clorofila." Los síntomas específicos se identifican con el nombre. Por ejemplo, clorosis férrica es una condición debida a una falta de hierro. La clorosis de hierro provoca el amarillamiento de las hojas, mientras que las venas siguen permaneciendo verdes. Las hojas nuevas en los extremos de las ramas son las más afectadas por esta condición aunque, en casos severos, todas las hojas de la planta se ven afectadas. En etapas avanzadas, la clorosis férrica provoca la muerte del tejido vegetal a morir, que se manifiesta como áreas quemadas de color marrón.

Las plantas que tienen un alto requerimiento de hierro, o son menos eficientes en su absorción desde el suelo, son por supuesto las más propensas a la clorosis férrica. Como veremos en éste mismo artículo, el añadir azufre elemental al suelo puede ayudar a reducir el pH alcalino, aunque no en todos los casos es una medida totalmente efectiva. Cuando las fuentes de agua también son alcalinas, el riego con éste tipo de aguas puede anular parcialmente los intentos de reducir el pH alcalino del suelo. Los suelos con un pH superior a 7,3 y / o con alto contenido de carbonato de calcio no pueden ser modificados adecuadamente como para cultivar plantas acidófilas, tales como los arándanos, las azaleas y los rododendros.

En los suelos con pH cercanos a la neutralidad, ricos con materia orgánica y prácticamente libres de carbonatos de calcio, los agricultores pueden observar disminución en el pH del suelo durante varias décadas. Esto ocurre cuando el riego lixivia algunos elementos naturales (como el calcio y el magnesio) que contribuyen a los cambios en el pH. El crecimiento de aquellas plantas que segregan ácidos débiles en el suelo puede también contribuir a un cambio gradual de pH.

4. La reducción de un pH alcalino

Los libros de texto recomiendan las aplicaciones de azufre elemental (S) para reducir el pH de un suelo. Esto es eficaz en muchas partes del país. Sin embargo, no lo es tanto en aquellos suelos con niveles altos de carbonato de calcio. En suelos sin cal libre, los productos siguientes pueden ayudar a disminuir el pH:

- El azufre elemental, como ya se indicó, es un producto químico que puede ser utilizado para bajar el pH del suelo. El tipo de suelo, el pH existente, y el pH deseado se utilizan para determinar la cantidad de azufre elemental necesario, (véase la Tabla 2). Incorpore el azufre a una profundidad de 15 centímetros. Tenga en consideración que pueden pasar varios meses (en ocasiones hasta más de un año) para que el azufre reaccione con el suelo y se logre la disminución del pH. Analice nuevamente el pH de sus terrenos 3 a 4 meses después de la aplicación inicial. Si el pH del suelo no

está aún en el rango deseado, vuelva a aplicar azufre. (Ver tabla 2, sobre aplicaciones de azufre elemental).

- El Sulfato de hierro también puede ser utilizado para acidificar los suelos. Este material reacciona mucho más rápido que el azufre elemental, por lo general dentro de tres a cuatro semanas después de la aplicación. No aplique más de 4 Kilogramos por cada 30 metros cuadrados en una sola aplicación. Si se requieren tasas más altas, divida las aplicaciones para evitar niveles excesivos de sales solubles (Ver Tabla 2).
- El Sulfato de aluminio también baja el pH, pero no se recomienda en absoluto como una posible enmienda para acidificar el suelo debido al alto potencial de toxicidad de aluminio en las raíces de las plantas. Jamás utilizarlo.
- Fertilizantes de reacción ácida. - El uso de sulfato de amonio como fuente de fertilizante nitrogenado tiene también un pequeño efecto en la reducción de pH en aquellos suelos sin cal libre. (El sulfato de amonio es más efectivo que la urea, la cual da una reacción prácticamente neutra). Sin embargo, no utilice estos fertilizantes a tasas superiores a las requeridas para satisfacer las necesidades de nitrógeno de las plantas. Por ejemplo, este fertilizante de sulfato de amonio, (21-0-0-24S), cuando se aplican 4.5 Kilogramos por 300 metros cuadrados (tasa máxima para la aplicación de cultivos) puede disminuir el pH de 7,3 a 7,2. El sulfato de amonio tiene un efecto acidificante en el suelo debido al proceso de nitrificación, y no a la presencia del sulfato, el cual tiene un efecto casi nulo en el pH. Los fertilizantes que contienen nitrógeno en forma de nitrato tienen muy ligeros a nulos efectos en el pH.
- El fosfato monoamónico "MAP" (11-52-00) crea, al disolverse, una zona ácida en torno de cada gránulo de fertilizante. Dicha zona tiene un pH de alrededor de 4.0. Se dice por ello que el MAP es un fertilizante de "reacción ácida" que sirve para reducir los pH alcalinos del suelo. La versión "ultrasoluble" del MAP (12-60-00) también da la misma reacción ácida. Por el contrario, el fosfato diamónico "DAP". (18-46-00) crea una zona básica. Por lo tanto, en los suelos de pH alcalino, es preferible el uso de MAP en vez del DAP, cuando se busca ajustar el pH de los suelos calcáreos.
- En predios con sistemas de riego se pueden utilizar fertilizantes líquidos a base de azufre que reducen el pH, bajan sales y sirven también como acondicionadores del suelo. Los dos principales fertilizantes líquidos que se utilizan con éstos propósitos, son el "Polisulfuro de Amonio" (20-0-0-40S) cuyo nombre comercial es Nitro-Sul; y el Tiosulfato de amonio (12-0-0-26S), conocido con la marca registrada Thio-Sul.

¡Atención! El Nitro-Sul es para uso exclusivo en sistemas con riego rodado, mientras que el Thio-Sul se utiliza en sistemas de riego presurizado.

Tabla 2

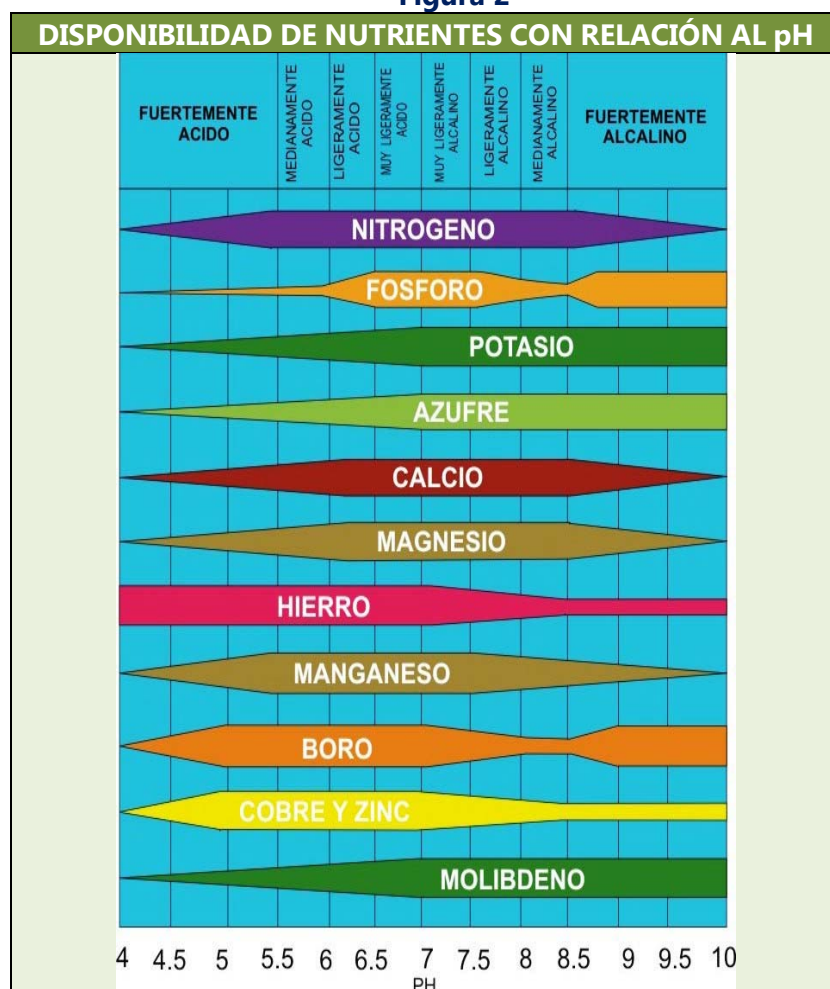
GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE AZUFRE PARA CORRECCIÓN DE pH EN SUELOS ALCALINOS (TABLA PARA AJUSTAR EL PH A VALORES DE 6.5)				
pH de Suelo	Kg/Ha de Azufre Elemental			
	CIC			
	0-5.9	6-10.9	11-29.9	30+
8.4+	2000	2200	2400	2600
8.4	1750	2000	2200	2400
8.3	1500	1750	2000	2200
8.2	1300	1500	1750	2000
8.1	1000	1300	1750	2000
8.0	900	1000	1300	1500
7.9	900	1000	1300	1500
7.8	650	900	1000	1300
7.7	650	900	1000	1300
7.6	450	650	900	1000
7.5	450	650	900	1000

La aplicación de azufre elemental puede ser fitotóxica cuando no se distribuye e incorpora correctamente. Para reducir el pH del suelo a valores de 6.5, incorpore la cantidad de azufre aquí recomendada. La reacción biológica del azufre en el suelo es de modo lento debido a que es una reacción que requiere de temperaturas cálidas y humedad abundante. Se completa normalmente una reacción entre 6 a 12 meses. Repita un análisis de suelo 12 meses después de enmendar, para determinar la necesidad de una aplicación adicional de azufre. En la siguiente página, se muestra cómo afecta el pH en la disponibilidad de nutrientes (Figura 2).

5. Elevar el pH en los suelos ácidos.

En los suelos ácidos, el pH se puede elevar mediante la adición de cal agrícola: carbonato de calcio – CaCO₃. La cantidad a añadir depende de la capacidad de intercambio catiónico (capacidad de retención de nutrientes) del suelo, que se basa en el contenido de arcilla de la tierra. Un suelo alto en arcillas tendrá una capacidad de intercambio de cationes superior, requiriendo más cal agrícola para elevar el pH. En los Laboratorios A-L de México se utiliza una prueba analítica denominada el “pH tampón” (o “índice de amortiguamiento”, que mide la capacidad de respuesta del suelo ante las aplicaciones de cal. En el análisis de suelo Laboratorios A-L de México da recomendaciones sobre las dosis de aplicación en función tanto del pH tampón como del pH medido en agua. La Tabla 3 proporciona una cantidad estimada de cal a aplicar para elevar el pH del suelo.

Figura 2



Cuanto mayor sea la molienda (y menor el tamaño de la partícula) más rápidamente se hará efectiva la reducción de pH. El material denominado como cal agrícola contiene principalmente carbonato de calcio (CaCO_3). La Cal dolomítica contiene tanto el carbonato de calcio como el carbonato de magnesio [$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$]. En la mayoría de los suelos, ambos compuestos son en general satisfactorios. Sin embargo, en suelos arenosos, bajos en materia orgánica, la cal dolomítica puede mejorar los niveles bajos de magnesio.

En la siguiente página (Tabla 4), se muestra la influencia del pH en las necesidades de cal agrícola. En función de la disponibilidad de nutrientes. . Recuerde aplicar la cal de dos a tres meses antes de hacer la fertilización del terreno, pues el cambio del pH del suelo es un proceso lento que requiere de tiempos más o menos extensos en función de las características de la cal aplicada. Ver también nuestro artículo "Encalado de suelos".

Tabla 3

CANTIDADES NECESARIAS DE CAL PARA ELEVAR EL PH DEL SUELO A APROXIMADAMENTE 6.5 – 7.0			
El pH existente en el suelo	Volumen de aplicación de cal (Kilogramos por 300 metros cuadrados)		
	Arenoso	Francoso	Arcilloso
5.0 a 6.0	9	11	15
5.0 a 5.5	13	18	22
3.4 a 5,0	18	25	36
3.5 a 4.5	22		36

Cualquier planta que sufre de una deficiencia de cal (por ejemplo, plantas cultivadas en terrenos con pH muy bajo) presentan síntomas de retraso del crecimiento; las puntas de la planta son de color amarillo y deforme mientras que las partes inferiores no se ven afectadas. Esto suele ir acompañado de un crecimiento de raíces cortas y rechonchas, en lugar de fibrosas largas. Por otro lado, las plantas que crecen en un suelo alcalino (donde el pH es demasiado alto) también pueden verse afectadas adversamente.

Esto sucede más generalmente a causa de un efecto secundario en otros nutrientes (véase más adelante) que a causa de un exceso de calcio. Los síntomas de niveles altos de pH en los suelos por lo general aparecen como deficiencias de hierro, boro, o manganeso. Desafortunadamente, estos elementos también producen amarillamiento de las hojas que hace que la detección un poco más difícil la detección visual. En éstos casos es recomendable llevar a Laboratorios A-L de México hojas de éstos cultivos para efectuar ahí un análisis completo de la situación nutricional del cultivo. ("Análisis foliar").

Tabla 4

INFLUENCIA DEL pH EN LAS NECESIDADES DE CAL Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES						
pHw	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0
Necesidad de Cal	No se necesita encalado, excepto para alfalfa y trébol dulce			Se requiere encalado con excepción de cultivos tolerantes a la acidez		
Relación con los fosfatos	Los fosfatos se fijan con Calcio		Los fosfatos son generalmente solubles		Los fosfatos se fijan con el Al y Fe	
Relación con microelementos	Se fijan el Mn, Fe, Cu, Zn y B		Mn, Fe, Cu, Zn, B y Co, aumenta su disponibilidad		Son más solubles Mn, Al, Fe, Cu, Zn, Co y B. Pueden presentarse toxicidad en Mn y Al.	
Actividad bacterias y de hongos	Las bacterias prosperan. Los hongos languidecen. El N se fija libremente		Actividad de hongos y bacterias adecuadas. El N se fija libremente		Las bacterias prosperan. Los hongos languidecen. No se fija el N libremente.	

En la tabla anterior se puede observar que no tiene sentido aplicar fertilizantes fosfatados si su pH es muy bajo, ya que éste elemento no estaría disponible. Al aumentar el pH a alrededor de 6,5, habrá mucho más fósforo disponible. Una buena mayoría de nutrientes están disponibles a valores de pH alrededor de 6,5, Por ello, éste valor a menudo se cita como el mejor nivel de pH para la mayoría de los suelos.

West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
Esmeralda No. 2847 Colonia Verde Valle
44550 Guadalajara, México
Teléfonos: (33)31231823, 31217925
Portal Web: www.westanalitica.com.mx
Correos: eaquilar@allabs.com
maldana@allabs.com mgarcia@allabs.com