



INVESTIGACION
INPOFOS K P
EDUCACION

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA

FERTILIZANTE QUE SE USA EN EL SALERO

R. L. Mikkelsen*

Comúnmente, el fertilizante potásico se denomina potasa, un término que describe la antigua técnica utilizada para obtener potasio (K) y que consiste en el proceso de concentrar el lixiviado de la ceniza de madera en grandes ollas de hierro. El término potasa proviene del inglés potash (pot = olla y ash = ceniza) que combina los pasos principales del proceso. Esta técnica ya no es práctica y tampoco es ambientalmente sostenible. Esta técnica de producción de fertilizante potásico depende de la habilidad de las raíces de los árboles para absorber K del suelo que luego se recupera de la madera que se corta y quema. Se quemaron grandes cantidades de madera para colectar poca cantidad de K para usarlo como fertilizante.

Se ha intentado también utilizar rocas finamente molidas como una fuente de K para plantas. Sin embargo, el uso de piedras molidas en agricultura ha sido descartado hace mucho tiempo debido a que se requieren de cientos o miles de años para que estas rocas se meteoricen y liberen los elementos para las plantas.

De donde proviene el fertilizante potásico?

Hace 350 millones de años, aun antes que aparezcan los dinosaurios en la tierra, el gran mar Denoviano estaba secándose lentamente en el centro de Canadá y la parte norte de los Estados Unidos. Mientras que el sol evaporaba el agua, la sal del océano se concentraba dejando depósitos de varios minerales. El mar Denoviano ya no existe, sin embargo, el proceso de deposición de minerales de la sal en evaporación continua en lugares como el Gran Lago de Sal (Great Salt Lake) en Estados Unidos y el Mar Muerto.

Hoy en día, estos antiguos minerales, especialmente la silvita (el mineral natural que contiene K) y halita (sal común) se recuperan y usan en diferentes formas. La silvita (cloruro de potasio, KCl), fuente de K para los humanos y para plantas, se lava para eliminar el sodio (Na), ya que el exceso de Na no es beneficioso ni para los humanos ni para las plantas. Después que se ha separado la silvita de sus impurezas, ésta se puede usar directamente como fertilizante portador de K para plantas o en muchas otras aplicaciones industriales (Figura 1). De la misma forma la halita (cloruro de sodio, NaCl) se puede utilizar para varios propósitos.

Si bien la mayoría de la silvita (KCl) obtenida del proceso de separación se utiliza en los fertilizantes comunes, la ventaja de incluir KCl en otros usos

ENERO 2005

No. 56

Contenido

	Pág.
Fertilizante que se usa en el salero	1
Efecto del muestreo en la precisión y exactitud del análisis de suelos bajo condiciones de siembra directa	3
Efecto de la fertilización por sitio específico en el incremento del rendimiento y tamaño fruta de aguacate Hass	6
Toxicidad por manganeso en huertos de mango Haden en Venezuela	9
Efecto del fósforo en la fijación del nitrógeno	12
Reporte de Investigación Reciente	13
Cursos y Simposios	15
Publicaciones de INPOFOS	16
Editor: Dr. José Espinosa	

* Tomado de: Mikkelsen, R.L. 2003. The fertilizer in your salt shaker. Better Crops With Plant Food 87(2): 21-23.

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se citen la fuente y el autor.

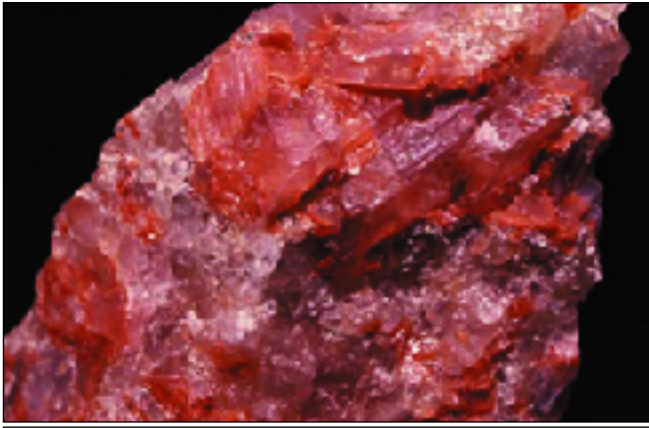


Figura 1. La forma más común de mineral portador de K es la silvinita, que es una mezcla de cloruro de potasio y cloruro de sodio.

es sorprendente. El KCl se usa comúnmente como un sustituto de la sal común para las personas que requieren una dieta baja en sodio (Na). También se usa para derretir hielo de las calles y veredas y se utiliza para mejorar aguas duras. Sin tomar en cuenta el uso, sea como suplemento en los alimentos o como fertilizante, el mineral KCl es exactamente el mismo.

Material natural: proviene de la tierra y vuelve a la tierra

Claramente, el fertilizante potásico es natural y no artificial o manufacturado – proviene directamente de la tierra. El K eventualmente regresa nuevamente al mar, después que se añade directamente al suelo, como un nutriente para la planta, o cuando se utiliza directamente en la alimentación humana. El K no se consume o destruye, simplemente se recicla a través de procesos geológicos a muy largo plazo (**Figura 2**).

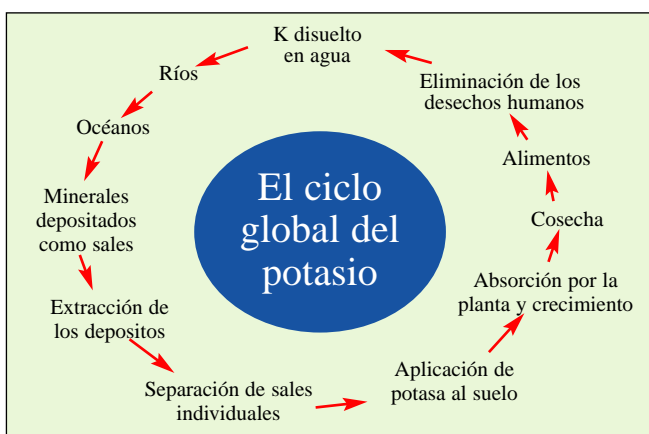


Figura 2. El ciclo global del potasio.

El K es un nutriente natural para la planta debido a que sales como cloruro de potasio, sulfato de potasio y nitrato de potasio se encuentran abundantemente en la naturaleza. Cuando estos compuestos se disuelven en agua, sus componentes se disocian rápidamente

dejando un catión cargado positivamente (K^+) y un anión como cloruro (Cl^-) o sulfato (SO_4^{2-}) cargado negativamente. El átomo de potasio (K^+) usado tanto por humanos y por las plantas es idéntico, sin importar el material del cual provenga. Incluso el K que se encuentra en el estiércol animal es muy soluble en agua. Si se considera que el K del estiércol animal se comporta como el proveniente de una fuente mineral, no existe ninguna razón para separar estos dos materiales como portadores de este nutriente. Si se añade K al suelo como fertilizante mineral o como estiércol, las sales de K de los dos materiales son altamente solubles y de rápido ingreso a la solución del suelo.

Los fertilizantes potásicos son seguros y no causan ningún daño ambiental o a la salud cuando se usan en las dosis recomendadas. Sin embargo, como cualquier otra sustancia, cuando se usan en cantidades excesivas pueden causar efectos secundarios no deseados. Debido a la alta solubilidad de la mayoría de las fuentes de K, no se deben colocar grandes cantidades de estos materiales cerca de las semillas o plántulas. A pesar de su alta solubilidad, el K aplicado en dosis apropiadas no se pierde rápidamente del suelo como otros nutrientes como el nitrógeno (N).

Algunas plantas responden mejor a la fertilización con K en forma de sulfato y este requerimiento puede ser fácilmente satisfecho con minerales que provienen de depósitos naturales de sulfato de potasio o de depósitos que contienen una mezcla de sulfato de potasio y sulfato de magnesio. El ión cloruro (Cl^-) que aparece naturalmente en algunos fertilizantes potásicos, estiércoles y otros residuos de corral, sal de mesa y en el agua de lluvia es un nutriente esencial para la planta y no debe confundirse con gas clorato o el hipoclorito usados como esterilizantes. Estas formas de cloro no aparecen naturalmente en los suelos, plantas o fertilizantes y provienen de la manufactura industrial.

Tabla 1. Ejemplos de alimentos que son una buena fuente de potasio.

Tamaño de una ración	Contenido de K (mg)
8 onzas de leche entera	371
1 banano mediano	467
8 onzas de jugo de naranja	473
3 onzas de carne	311
1 papa mediana	610
8 onzas de yogurt	531
1 tomate	273

Fuente: Base de datos de nutrientes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Continúa en la pág. 8

EFECTO DEL MUESTREO EN LA PRECISION Y EXACTITUD DEL ANALISIS DE SUELOS BAJO CONDICIONES DE SIEMBRA DIRECTA

Don Bullock*

Introducción

La fertilidad y, en consecuencia, los requerimientos de fertilizante y/o enmiendas se estiman a través del muestreo del suelo de un lote o campo y su posterior análisis químico. Este proceso, conocido como análisis de suelos, es una práctica común dentro del manejo agronómico de la empresa agrícola.

El análisis de suelos es ampliamente aceptado como herramienta de diagnóstico y es parte esencial de cualquier programa de manejo de fertilidad. Sin embargo, mucha gente cree que el análisis de suelos debería tener la exactitud y precisión comparables con las observadas en balanzas u otros instrumentos de medición. Desafortunadamente, este no es el caso con el análisis de suelo. En realidad, el análisis de suelo es una estimación de la fertilidad del suelo de un lote ya que solamente se analiza una pequeña muestra que representa todo el suelo del lote. Este artículo discute algunos de los factores y prácticas que afectan la precisión y exactitud del análisis de suelo y, por lo tanto, su utilidad.

Es conocido por todos, pero apreciado por muy pocos, que la fertilidad del suelo no es constante en el espacio y el tiempo y que existe gran variabilidad. El análisis de suelos está influenciado por factores como el número de muestras y la profundidad y momento del muestreo.

Número de muestras

Cuando se considera el número de muestras y el sitio de muestreo se debe tener en cuenta que en general los lotes tienen sectores de mayor y menor fertilidad. Si se toma una sola muestra para estimar la fertilidad del lote existe una alta probabilidad de cometer un error. Si la muestra se toma en un sector de baja fertilidad, el análisis subestima la fertilidad del lote. Por el contrario, si la muestra se toma en un sector de alta fertilidad, el análisis sobrestima el contenido de nutrientes global del lote.

Cuando se ejecuta un programa de fertilización, se inicia el trabajo tomando un número de muestras determinado del lote que se analizan en el laboratorio y representa el promedio de fertilidad del área muestreada. El muestreo se puede hacer al azar o en cuadrículas. Este sistema se ha utilizado por mucho tiempo y funciona bastante bien. Sin embargo, no se puede hacer mucho más para mejorar esta estimación del estado nutricional del

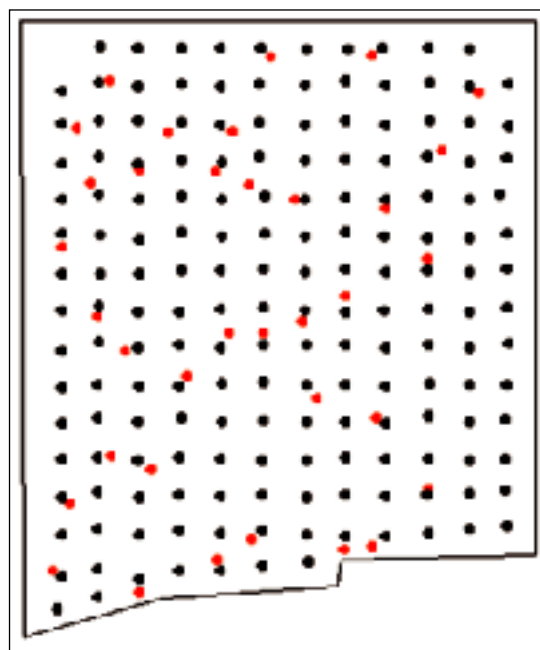


Figura 1. Muestreo en cuadrículas de 1 ha (puntos negro) con un muestreo adicional al azar de 25% de las áreas de 1 ha (puntos rojos).

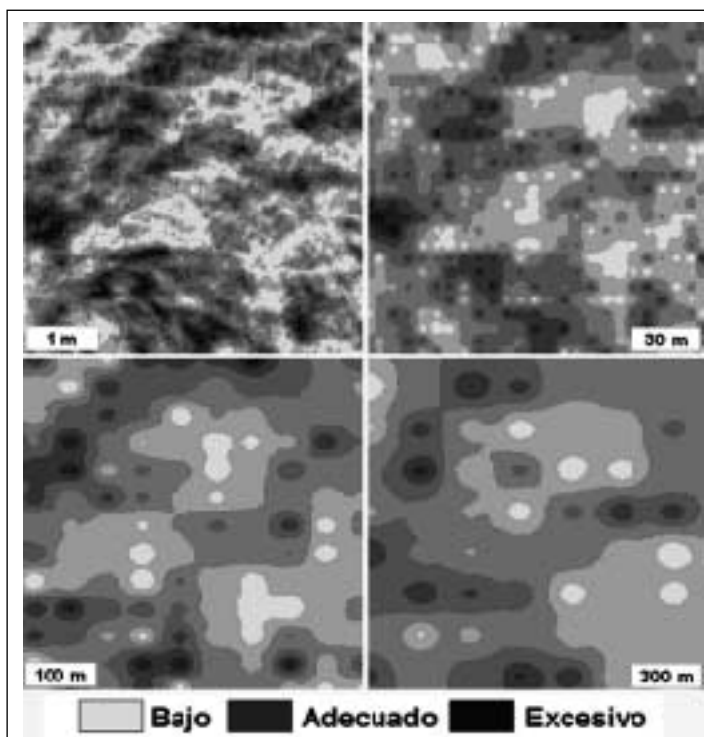


Figura 2. Mapas de disponibilidad de fósforo producidos con muestras tomadas en cuadrículas de 1, 30, 100 y 300 m. Los negros más intensos indican mayor disponibilidad de P.

* Tomado de: Bullock, D. 2000. Análisis de suelos: Algunas ideas acerca de precisión y exactitud en siembra directa. Informaciones Agronómicas, INPOFOS Cono Sur 6:1-4

Tabla 1. Resultados del análisis de fósforo en un muestreo detallado de un lote de aproximadamente 260 ha en la región central de Illinois.

Espaciamiento de la cuadrícula	No. de muestras	P			Varianza
		Promedio	Mínimo	Máximo	
	m	ppm			
50	1018	24	2	125	359
100	254	24	5	125	322
200	64	24	10	73	160

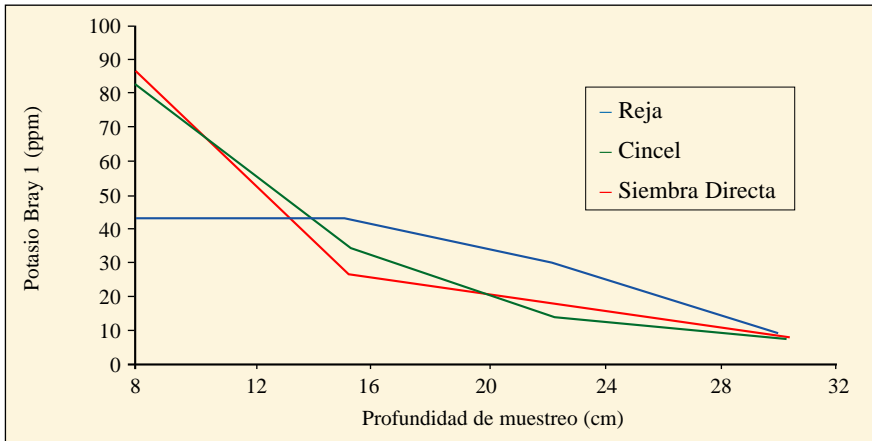


Figura 3. Efecto de la estratificación en el contenido de fósforo disponible (Bray I) a distintas profundidades en tres sistemas de labranza.

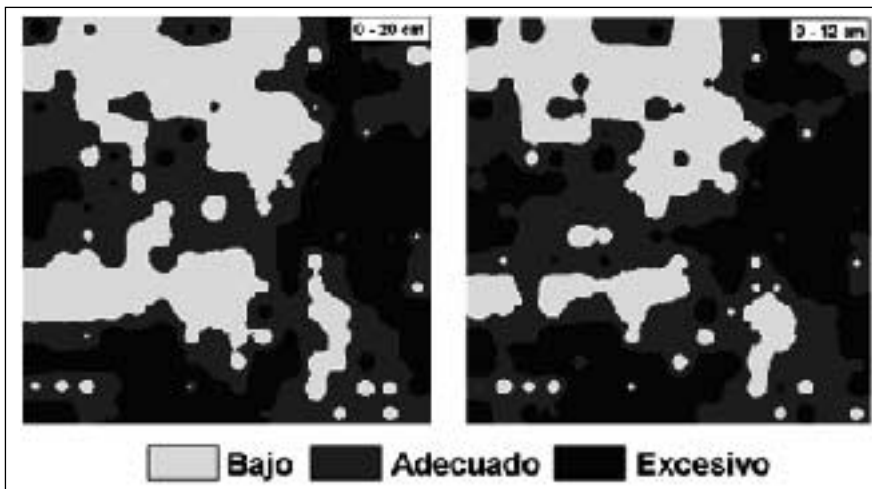


Figura 4. Mapas de disponibilidad de fósforo en un lote de la región central de Illinois muestreados a 20 y 12 cm de profundidad.

suelo si solamente se está interesado en el promedio de fertilidad del lote. En el caso de que el lote se haya tratado con una dosis única de fertilización en cobertura no existe ninguna ventaja en tomar un número alto de muestras como se observa en los datos de la **Tabla 1**.

Existen mejores métodos de muestreo si el interés es producir mapas de distribución de nutrientes en el campo para utilizarlos en aplicación variable de fertilizantes. Uno de estos métodos se presenta en la **Figura 1** y consiste en un muestreo en cuadrículas de 1 ha, con un muestreo adicional al azar del 25% de las cuadrículas. Estas muestras adicionales proveen

información acerca de la variabilidad en rangos cortos dentro del lote y aumentan la precisión de los mapas utilizados por el equipo de aplicación variable. Cuando se busca una representación espacial exacta, como sería el caso de aplicación variable de fertilizantes, entonces el número de muestras es más importante. En la **Figura 2** se presentan mapas producidos a partir de una base de datos con muestras tomadas en cuadrículas de 1, 30, 100 o 300 m. El mapa producido con cuadrículas de 300 m es sustancialmente diferente del mapa basado en cuadrículas de 1 m.

Profundidad de muestreo

La profundidad a la cual se toma la muestra tiene un efecto marcado en la estimación de la fertilidad. Las recomendaciones de la Universidad de Illinois se basan en resultados de muestras tomadas a una profundidad aproximada de 20 cm para cultivos como maíz. En los sistemas de labranza convencional (arado y discos), los primeros 20 cm del perfil del suelo (capa arable) son relativamente uniformes, pero en sistemas de labranza reducida o siembra directa se observa estratificación (disminución de la fertilidad con la profundidad) (**Figura 3**). Esta estratificación representa un problema particular cuando se muestrean lotes en donde es difícil mantener constante una profundidad de muestreo de 20 cm. En la **Figura 4** se comparan los contenidos de P obtenidos con el análisis de muestras tomadas a dos profundidades (12 y 20

cm) en un mismo campo bajo siembra directa en la región central de Illinois. Nótese que en el muestreo a 12 cm se pierde una buena parte del área de contenido bajo de P. Es necesario conocer el grado de estratificación para determinar la profundidad de muestreo, pero es aun más importante el mantener uniforme la profundidad de muestreo en cualquier situación.

Epoca de muestreo

El muestreo de suelos debería realizarse siempre en la misma época del año y después del mismo cultivo.

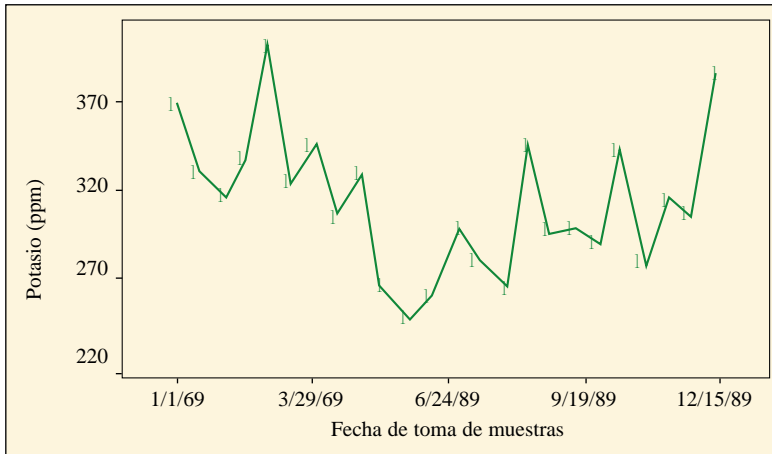


Figura 5. Variación anual de potasio disponible en un mismo sitio en Illinois.

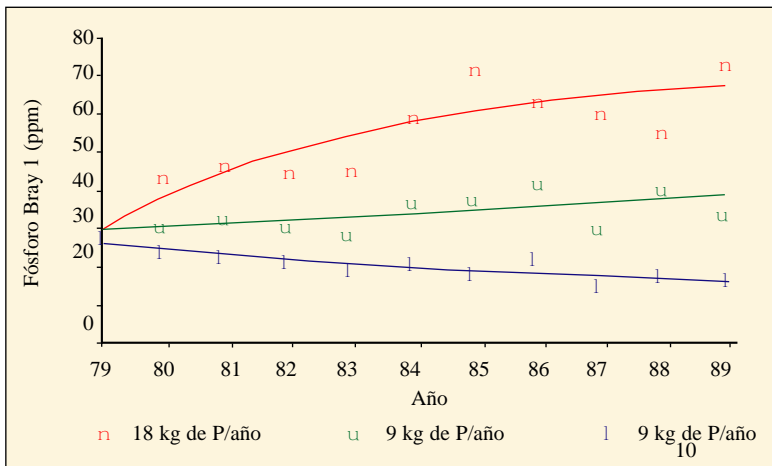


Figura 6. Niveles de fósforo disponible con diferentes tratamientos de fertilización fosfatada en un periodo de 10 años en Iowa.

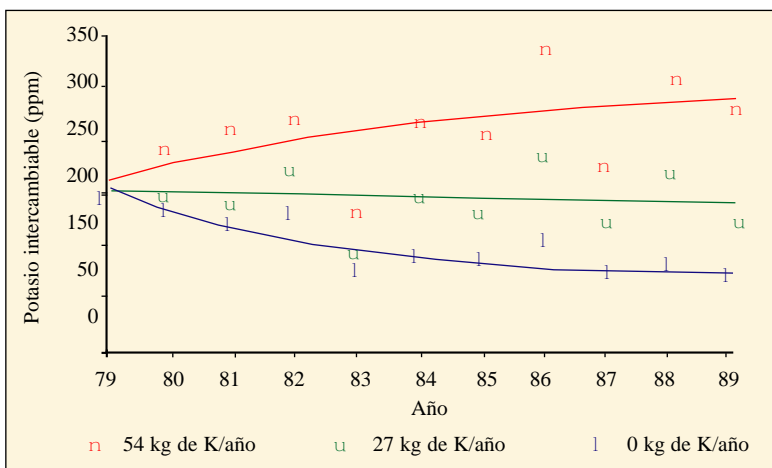


Figura 7. Niveles de potasio disponible con diferentes tratamientos de fertilización fosfatada en un periodo de 10 años en Iowa.

Ambos factores, momento y cultivo previo, son importantes. El muestreo en diferentes épocas del año puede afectar en gran medida la precisión del análisis. En la **Figura 5** se observa un patrón típico de los valores de potasio (K) a través del año en un mismo sitio de Illinois. Debido a esto puede haber una

subestimación del contenido de K durante el verano, a pesar de que pueden observarse diferencias substanciales aún comparando la entrada y salida del otoño. Esta variabilidad temporal hace muy difícil la comparación entre análisis de diferentes años si los momentos de muestreo no son similares. Este comportamiento ocurre en cualquier condición de suelo o clima.

Estado de fertilidad del lote

Un último punto a considerar es la fertilidad global de lote. Un simple hecho es que tanto los análisis de P como de K pierden exactitud a medida que los lotes mejoran su fertilidad y pasan a tener contenidos altos, aunque no dejan de ser útiles y proveen buena información. En estos casos, el análisis de suelo continua indicando una elevada fertilidad, sin necesidad de fertilizar, aunque los valores no son muy precisos. Sin embargo, esto permite monitorizar y determinar cuando se están agotando los contenidos de nutrientes en el suelo y cuando es necesario volver a fertilizar.

El ejemplo en la **Figura 6** muestra los resultados de ensayos de fertilidad a largo plazo conducidos en Iowa. La curva superior muestra una tendencia general de aumento con el tiempo, pero en momentos puntuales muestra una disminución (1985-1988). En principio esto parece preocupante pero no lo es ya que los contenidos de P están muy por arriba del nivel crítico, indicado que no se debe aplicar fertilizante. En la curva inferior, con menor nivel de fertilidad (0 kg P/ha), la variabilidad es mucho menor y, por lo tanto, el análisis de P entrega información de buena consistencia y utilidad. En la **Figura 7** se muestra una situación similar con K, aunque los análisis de K son generalmente más variables que los de P.

Conclusiones

En resumen, es importante tener en cuenta que el análisis de suelo es un componente crítico en la producción de cultivos y el manejo de los suelos. El análisis de suelo es una técnica basada en la ciencia, pero esta lejos de ser una medición directa y perfecta. Numerosos factores pueden afectar y e hecho afectarán los resultados y los técnicos y productores que entiendan y controlen esos factores tendrán éxito en su operación. ↘

EFECTO DE LA FERTILIZACION POR SITIO ESPECIFICO EN EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO Y TAMAÑO FRUTA DE AGUACATE HASS

Samuel Salazar-García e Ignacio Lazcano-Ferrat*

Introducción

Nayarit es el segundo estado de mayor producción de aguacate de la variedad de Hass en México. La mayoría de los huertos están localizados en la región montañosa de Jalisco y Tepic. Más del 90% de estos huertos se cultivan bajo condiciones de temporal (1220 mm de lluvia distribuidos principalmente entre Julio y Octubre). Los suelos volcánicos sembrados con aguacate tienen de 30 a 80 cm de suelo superficial y de 2 a 4 m de subsuelo. Este tipo de suelo tiene varias ventajas para el cultivo del aguacate, entre ellas su textura franco arenosa que permite buena aireación que mejora el crecimiento radicular. El subsuelo puede proveer suficiente humedad para la supervivencia del árbol durante la época seca, como también un excelente drenaje durante la temporada lluviosa, factores que reducen la incidencia de la pudrición radicular del aguacate (*Phytophthora cinnamomi* Rands).

Investigación reciente en Nayarit demostró que la remoción de nutrientes de una producción de 20 toneladas (t) de aguacate Hass fresco es, en kg, nitrógeno (N), 51.5; fósforo (P), 20.6; potasio (K), 93.8; calcio (Ca), 1.7; magnesio (Mg), 5.9; y azufre (S), 6.9 (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 2001). Aunque en cada cosecha se remueven pequeñas cantidades de micronutrientes como hierro (Fe), boro (B) y zinc (Zn), se pueden presentar deficiencias que tienen efecto negativo en el rendimiento, tamaño y calidad de la fruta de aguacate (Salazar-García, 2002).

Los huertos comerciales de aguacate Hass maduro se fertilizan comúnmente con 100 kg de N/ha/año y 110 kg de P₂O₅/ha/año. Además de ser una práctica que promueve el desbalance de nutrientes, la mayoría de los productores rara vez aplican las dosis recomendadas de NP. El promedio real de aplicación de P es de apenas 45 kg de P₂O₅/ha/año. Se considera que con el manejo común de los huertos no se puede producir rendimientos

de 20 o más toneladas por año. Los programas de fertilización insuficientes y/o desbalanceados reducen progresivamente la fertilidad del suelo, lo cual resulta en menores rendimientos, producción alternada y fruta pequeña, e incrementan los desordenes fisiológicos post-cosecha. La combinación de estos factores reduce la competitividad de la fruta de aguacate de Nayarit en los mercados locales e internacionales.

Reconociendo la importancia de la fertilización para aumentar el rendimiento y la calidad y el tamaño de la fruta, los productores de aguacate Hass de Tepic y

Jalisco decidieron participar en un programa de investigación de nutrición de aguacate. El proyecto se inició en 1998 con la meta de incrementar la rentabilidad de los productores. En ese momento los rendimientos típicos eran de 5 a 10 t/ha y el tamaño de fruta de mercado (primera: 170 a 210 g; extra: 211 a 265 g; y super extra: más de 266 g) comúnmente solo representaba del 20 al 40% del rendimiento total. El objetivo inicial era obtener de un incremento de 50% en el rendimiento y tamaño de fruta. Este artículo reporta los resultados de los primeros cuatro años del estudio de fertilización por sitio específico.



Materiales y métodos

Se seleccionó una área de 3 ha de un huerto comercial de aguacate Hass, de 14 años de edad, ubicado en V. Carranza, Tepic, Nayarit (21° 32.04' N, 104° 59.08' O), a una altura de 927 m sobre el nivel del mar. La densidad de plantas del huerto es de 156 árboles/ha (8 x 8 m). El huerto no tiene riego (condiciones de temporal) y durante todo el estudio recibió todas las prácticas estándar de manejo, con la excepción de fertilización.

El contenido de nutrientes del huerto experimental se diagnosticó en 1998 (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 1999) usando los índices de la estrategia de manejo balanceado de nutrientes de Kenworthy (1973). Los

* Tomado de: Salazar, S. and I. Lazcano. 2003. Site specific fertilization increased yield and fruit size in Hass avocado. *Better Crops International* 17(1):12-15.

Tabla 1. Programa de fertilización para un huerto de aguacate Hass en Tepic, Nayarit.

		Dosis de fertilización kg/árbol
Antes de empezar el experimento		
1996	17-17-17 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	3.0
1997	17-17-17 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	4.0
Inicio del experimento		
1998	Sulfato de amonio (21% de N)	3.4
	Superfosfato triple (46% de P ₂ O ₅)	4.2
	Sulfato de potasio (50% de K ₂ O)	2.8
1999	Sulfato de amonio (21% de N)	3.4
	Superfosfato triple (46% de P ₂ O ₅)	4.2
	Sulfato de potasio (50% de K ₂ O)	2.8
	Cal (40% de CaO)	1.0
	Borax (11% de B)	0.2
2000	Sulfato de amonio (21% de N)	8.6
	Superfosfato triple (46% de P ₂ O ₅)	1.0
	Sulfato de potasio (50% de K ₂ O)	4.8
	Oxisulfato de zinc (35.5% de Zn)	1.0
	Borax (11% de B)	0.2
2001	Sulfato de amonio (21% de N)	8.3
	Sulfato de potasio (50% de K ₂ O)	3.5
	Oxisulfato de zinc (35.5% de Zn)	1.0
	Borax (11% de B)	0.2

análisis foliares indicaron que el K, S, y B estaban por debajo de los niveles normales, mientras que N y Zn estaban en el límite inferior de los niveles normales.

El análisis químico de los primeros 30 cm del suelo se realizó al inicio del experimento y los resultados se usaron para calcular la capacidad del suelo para abastecer nutrientes. Se determinó que el suelo tiene una textura franco arenosa con una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 6.7 cmol+/kg, pH = 5.8, P Bray I = 8 ppm, K intercambiable = 370 ppm, materia orgánica = 2.9 %, niveles medios de Mg, S (S-SO₄⁻), B y cobre (Cu), niveles bajos de Ca y Fe y niveles muy bajos de manganeso (Mn) y Zn.

Se calculó la remoción de nutrientes de una meta de rendimiento de 30 toneladas usando los datos obtenidos por Salazar-García y Lazcano-Ferrat (2001). Se consideró una cantidad adicional de nutrientes basándose en la estimación de los nutrientes removidos permanentemente debido al crecimiento anual de los árboles (sobre y bajo el suelo), así como también los nutrientes removidos temporalmente en la formación de flores y hojas. También se consideraron probables

pérdidas de nutrientes por lixiviación, volatilización, fijación e inmovilización microbiana. Cuando no se detectó deficiencia foliar, se aplicaron cantidades de mantenimiento de cada nutriente basándose en los resultados de los análisis de suelos y la remoción esperada de nutrientes a la meta de rendimiento de fruta determinada.

Se calcularon las dosis de fertilización basándose en estudios previos (**Tabla 1**). Estas dosis fueron aplicadas en 1998 durante los meses de verano en una zanja de 40 cm localizada a 2 m alrededor del árbol. La cantidad recomendada de fertilizantes se dividió en dos partes iguales en 1998 y 1999. Empezando en el año 2000, se realizaron tres aplicaciones de NPK que incluían 1/3 del N, todo el P, 1/2 del K (Julio), 1/3 del N (Agosto), y 1/3 del N y 1/2 del K (Septiembre). Se aplicó B y Zn en cantidades iguales en Julio y Septiembre. La cantidad anual de fertilizantes se modificó de acuerdo a los cambios en la concentración de nutrientes en las muestras foliares y la optimización de la relación costo/beneficio del huerto. Se midió el rendimiento y el tamaño de la fruta y los resultados se presentan como el promedio de 80 árboles individuales seleccionados al azar en el huerto.

Resultados y discusión

El primer efecto del programa de fertilización se observó de tres a cinco meses después de la implementación de esta práctica como un reverdecimiento de la parte aérea de los árboles, seguido por la presencia de más brotes y un retardo en la defoliación en el invierno.

Se considera que los rendimientos de fruta del huerto experimental dos años antes de iniciar el estudio son normales para la región que se encuentran en el rango de 8 a 10 t/ha (**Figura 1**). Se observó un gran incremento en el rendimiento en la cosecha de 1999 con un rendimiento promedio que llegó a más de 32 t/ha. En los siguientes años se observó los efectos de un moderado patrón de alternancia, mientras que los rendimientos fluctuaban entre 25 y 27 toneladas. Durante este periodo de cuatro años, el rendimiento de aguacate nunca bajó de 25 t/ha. Estos resultados han tenido gran impacto entre los productores de la región, quienes no recuerdan niveles de rendimiento parecidos a los obtenidos en esta investigación. El rendimiento promedio de 1999 al 2002 fue de 28.4 t/ha, muy cercano al potencial de rendimiento de 32.5 t/ha en huertos de aguacate Hass intensamente manejados con riego incluido (Wolstenholme, 1986).

Como resultado de los tratamientos de fertilización por sitio específico se incrementó también el tamaño de la

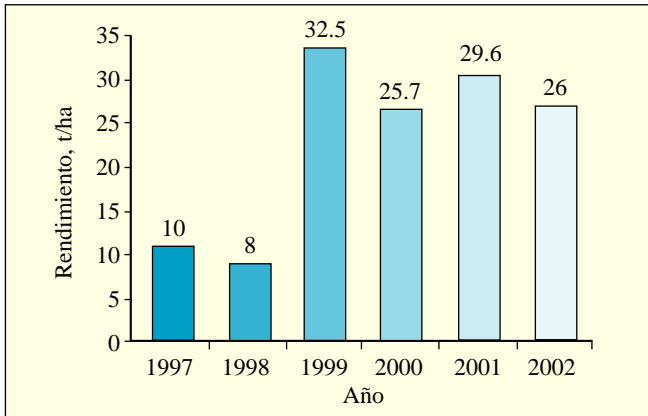


Figura 1. Incrementos de rendimiento como resultado del método de fertilización por sitio específico (iniciado en 1998) en una huerta de aguacate en Tepic, Nayarit, México.

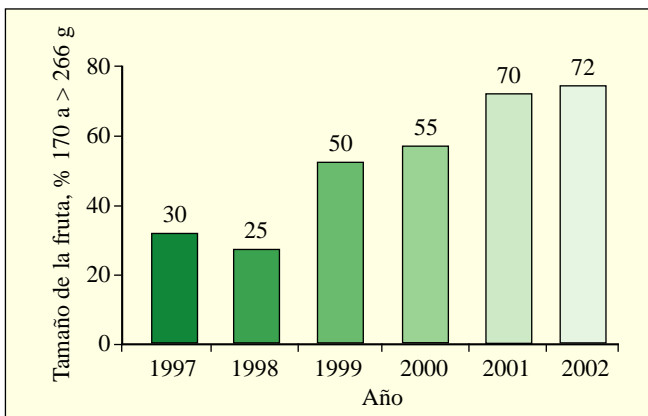


Figura 2. Porcentaje de fruto con tamaño para mercado en un huerto de aguacate Hass manejado con el método de fertilización por sitio específico iniciado en el verano de 1998.

fruta (**Figura 2**). La proporción del rendimiento total de fruta de mayor tamaño (170 a >266 gr) fue de 27.5% en dos años anteriores al experimento (1997, 1998). En 1999 se duplicó la proporción de fruta de tamaño en esta categoría y el tamaño continuó incrementándose constantemente hasta que en el año 2002 el rendimiento fue de 72% de fruta premium.

Fertilizante que se usa en...

El papel más relevante de los fertilizantes potásicos es reemplazar el K removido del suelo por los cultivos. Si no se hiciera esto, no solamente se reduciría la producción total de alimentos, sino que también se reduciría la cantidad de K presente en esos alimentos. El K es un nutriente importante para la salud del hombre. El K no se almacena en el cuerpo humano y por esta razón es necesario reemplazarlo continuamente. La Agencia Estatal de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (The Food and Drug Administration, FDA) reconoce que las dietas que contienen alimentos ricos en K y de bajo contenido de

Conclusiones

La fertilización por sitio específico benefició a los productores al incrementar el rendimiento y el tamaño del fruto de aguacate Hass en condiciones tropicales de temporal (Nayarit, México). La implementación de un manejo de nutrientes basados en los principios de sitio específico ayudó a los productores de la región a sobrepasar su meta de duplicar el rendimiento y el tamaño de la fruta de aguacate.

Bibliografía

- Kenworthy, A.L. 1973. Leaf análisis as an aid in fertilization of orchards. In: Walsh, L.M. and J.D. Beaton (eds). Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, WI. pp. 381-392.
- Salazar-García, S. and I. Lazcano-Ferrat. 2002. Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias (INIFAP) en asociación con el Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Querétaro, México. 165 p.
- Salazar-García, S. and I. Lazcano-Ferrat. 1999. Diagnóstico nutrimental del aguacate Hass bajo condiciones de temporal. Proc. Word Avocado Congr. IV, Uruapan, Mich., México. Oct. 17-22, 1999. Revista Chapingo Serie Horticultura 5 (número especial): 173-184.
- Salazar-García, S. and I. Lazcano-Ferrat. 2001. Identifying fruit mineral removal differences in tour avocado cultivars. Better Crops International 15(1): 28-31.
- Wolstenholme, B.N. 1986. Energy cost of fruiting as a yield limiting factors with special reference to avocado. Acta Hort. 175: 121-126.

TOXICIDAD POR MANGANESO EN HUERTOS DE MANGO HADEN EN VENEZUELA

Mariela Rodríguez y Victoria Morales*

Introducción

En Venezuela existen actualmente alrededor de 2.000 ha de mango de la variedad Haden. Los rendimientos promedio no superan las 6 t/ha, cantidad que se sitúa por debajo de lo considerado como rendimiento económico óptimo de 15 t/ha. No obstante, los frutos son de excelente calidad, cotizándose con muy buenos precios en el mercado local, nacional e internacional.

Diversos son los problemas que afectan la producción del mango Haden en esta región de Venezuela. Estos problemas resultan en bajo cuajado de frutos y la formación de frutos partenocárpicos, condiciones que inciden directamente en las bajas producciones. Estas afecciones parecen ser también comunes en otros países productores de mango Haden como Ecuador y Brasil.

Desde hace mucho tiempo se ha señalado que la causa de estas afecciones es la presencia de temperaturas inferiores a los 15 °C durante la floración. Estas bajas temperaturas afectan la germinación del polen y reducen el crecimiento del tubo polínico. Igualmente, se ha reportado que temperaturas muy elevadas (33 - 44 °C) favorecen la producción de frutos partenocárpicos (sin semillas) al afectar la viabilidad del polen. Sin embargo, en las plantaciones comerciales de Venezuela no se registran estos extremos de temperatura durante la floración, por lo que se propone que una disfunción nutricional u hormonal sería el origen de los problemas descritos en el fruto de mango. Este artículo presenta datos de investigación que documentan el efecto del exceso de manganeso (Mn) en esta condición.

El manganeso en las plantas

El Mn induce un ciclo de reacciones en las plantas, actuando como activador de varias enzimas. Se ha demostrado que el Mn participa también en la fotosíntesis, respiración, control hormonal y síntesis de

proteínas. Además, se ha determinado que el Mn participa en la síntesis de la tirosina y sus derivados como ligninas, flavonoides y la auxina AIA.

En la mayoría de las plantas, los síntomas de toxicidad de Mn se presentan como clorosis intervenal, necrosis y formación de bordes ondulados de color marrón en las hojas maduras. Estas ondulaciones marrones contienen depósitos de óxidos de Mn y polifenoles oxidados. También provoca necrosamiento y engrosamiento del tejido conductor. Las condiciones nutricionales donde imperan los excesos de Mn y la altas temperaturas son críticas para algunas plantas, ya que la temperatura amplifica los efectos tóxicos de este elemento.



Se ha determinado también que los excesos de Mn alteran el funcionamiento de la membrana plasmática e inducen la formación de abundante callosa y las células reaccionan auto-necrosándose. Las pérdidas de dominancia apical y la formación de yemas axilares tipo escoba de bruja constituyen otro síntoma de toxicidad por Mn. Todo esto soporta la hipótesis de que existe una relación antagónica entre el Mn y las auxinas.

El exceso de Mn también puede inducir una falsa deficiencia de otros elementos como el hierro (Fe), calcio (Ca) y magnesio (Mg), tanto por competencia como por desbalance. El Mn interfiere directamente en la absorción y transporte del Ca al estimular la actividad de la AIA-oxidasa y la polifenol-oxidasa que degradan la auxina ácido indolacético (AIA) encargada del transporte activo del Ca. La degradación del AIA se agrava en condiciones de alta intensidad lumínica. La falta de Ca en los órganos reproductivos afecta la orientación del tubo polínico desde el estigma hacia el ovario. La orientación del tubo polínico está controlada por la gradiente de Ca citosólico. La mala orientación ocasiona fallas en la fecundación que pueden dar lugar a la formación de frutos partenocárpicos o en general a una baja

* Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA (Zulia, Venezuela); Correo electrónico: m_rodriguez@inia.gov.ve; victoriaemr@cantv

Tabla 1. Resultados de los análisis de suelo en plantaciones de mango Haden en Venezuela.

Finca	P	K	Mg	Ca	S	Mn	Cu	Zn	Fe	B
----- ppm -----										
Carrusel (Zulia)	12	89	44	136	1	25	1	3	18	2
Cenfuzu (Zulia)	8	61	40	60	33	38	1	4	40	-
Jagüeyes (Zulia)	9	21	52	82	4	28	2	6	17	-
Patio (Zulia)	2	56	24	72	2	18	1	3	11	-
Kiubo (Aragua)	1	100	398	300	47	23	1	3	14	3
CENIAP (Aragua)	43	160	-	315	-	-	-	-	-	-
La Gloria (Monagas)	14	78	18	63	2	14	1	2	18	2
La Lomita (Monagas)	4	36	12	28	2	4	1	1	30	2
Rabanalito (Monagas)	10	82	18	214	2	8	3	2	30	2
Sharom (Anzoátegui)	4	19	12	51	7	4	1	1	24	2
Rango de Suficiencia ¹	20- 40	40-80	40-80	500-1000	-	50-60	0.8 - 1.5	3-5	30-50	1-4

1 Según tabla de referencia empleada por el Laboratorio General de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.

producción de frutos. Por lo tanto, elevadas concentraciones de Mn pueden inducir indirectamente síntomas de deficiencias de Ca al afectar la movilización del elemento dentro de la planta antes que por interferencia con su absorción.

Contenidos de manganeso en el suelo y plantas de mango Haden en Venezuela

A continuación se presentan los datos de los análisis de suelos y foliares que soportan la hipótesis del efecto del exceso de Mn en la producción de mango Haden en Venezuela. Los resultados de los análisis de suelo en diez plantaciones comerciales de mango Haden (**Tabla 1**) no muestran exceso en los niveles de Mn de acuerdo con los niveles críticos utilizados por el laboratorio. Al contrario, en la mayoría de los sitios experimentales los análisis foliares (**Tabla 2**) demuestran una condición de toxicidad por Mn al compararse las concentraciones reportadas con los estándares de la literatura. Adicionalmente, en las plantaciones con los mayores niveles foliares de Mn se observó una

consistente formación de frutos partenocárpico que osciló en un promedio de 60 frutos/planta al momento de la cosecha (**Tabla 2**).

Conclusiones

El hecho de que en ninguna de las plantaciones se encontraron niveles elevados de Mn en el suelo sugiere que esta variedad de mango tiene la capacidad fisiológica para absorber y almacenar ávidamente este elemento en los tejidos hasta alcanzar niveles tóxicos. Esto se demuestra por la consistente presencia de manchas marrones en las hojas de las plantas como síntoma de toxicidad de Mn.

Si se considera el hecho de que el Mn es un elemento clave en la degradación de las auxinas y que puede interferir en el metabolismo del Ca, es factible que la toxicidad de Mn pueda afectar el desarrollo del tubo polínico favoreciendo la formación de frutos sin semillas o partenocárpico.

Tabla 2. Resultados de los análisis foliares.

Finca	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	Cu	Zn	Fe	B
	----- % -----						----- ppm -----				
Carrusel ¹ (Zulia)	1.68	0.18	1.28	0.31	0.17	2.44	894	-	37	115	39
Cenfruzú ¹ (Zulia)	1.31	0.15	1.11	0.44	0.15	3.09	477	-	24	86	33
Jagüey ¹ (Zulia)	1.94	0.15	1.67	0.38	0.10	1.42	902	-	25	95	15
Patio ¹ (Zulia)	1.72	0.14	1.58	0.34	0.12	2.96	486	-	21.	95	56
Kiubo ¹ (Aragua)	1.58	0.16	1.14	0.32	0.16	1.59	1249	51	28	119	-
CENIAP (Aragua)	1.47	0.21	1.30	0.20	0.13	2.60	190	-	20	59	1
Gloria ¹ (Monagas)	1.22	0.11	0.84	0.33	0.14	1.92	3023	40	55	114	-
Lomita ¹ (Monagas)	1.07	0.11	1.04	0.35	-	1.36	458	49	22	40	-
Rabana. ¹ (Monagas)	1.39	0.14	1.33	0.30	-	1.79	183	83	25	74	-
Sharom (Anzoát.)	1.10	0.12	1.15	0.29	0.13	1.30	163	9	17	110	-
Rango de Suficiencia ²	1-1.5	0.08-0.25	0.4-0.9	0.2-0.5	0.16-0.18*	2-5	50-250	7-50	20-200	50-250	25-150

1 Se encontraron frutos partenocárpicos.
2 Según Benton et al., 1991; *Según Malavolta et al., 1989.

Bibliografía

- Avilán, L y F. Leal. 1996. El comercio mundial de frutas y las perspectivas de la fruticultura nacional. Maracay. IIA, CENIAP-FONAIAP. 36 p.
- Benton, J; Wolf, B y Mills, H. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-macro Publishing, Inc. p.162.
- Burnell, J.N. 1988. The biochemistry of manganese in plants. En Graham, R., R.J. Hannam y N.C. Uren (eds.), Manganese in soils and plants. Kluwer Academic, Dordrecht. pp.125-137.
- De Sousa, R.D. 2000. Situación actual de la mangicultura en Brasil-Valle del Río San Francisco. II Simposio Latinoamericano de Mango. Mazatlán, México.
- Horst, W.J. 1988. The physiology of manganese toxicity. En R.D. Graham; R.J.Hannam y N.C. Uren (ed), Manganese in soils and plants. Kluwer Academic, Dordrecht. pp 175-188.
- Kang, B y R. Fox. 1980. A methodology for evaluating the manganese tolerance of cowpea (*Vigna unguiculata*) and some preliminary results of field trials. Field Crops Res., 3: 199-210.
- Malavolta, E; Vitti, G y de Oliveira, S. 1989. Avaliacao do estado nutricional das plantas. Associacao Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS). Piracicaba, SP. Brasil. 201pp.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2da. ed. Academic Press, London. 889 pp.
- Nable, R., Houtz, R y G. Cheniae. 1988. Early inhibition of photosynthesis during development of Mn toxicity in tobacco. Plant Physiol., 86: 1136-1142.
- Schaffer, B., A. Whiley y J. Crane. 1994. Mango, p. 165-197. En Schaffer, B y P. Anderson (ed), Handbook of environmental physiology of fruits crops: subtropical and tropical crops, vol II. CRC Press. Boca Ratón, Florida.
- Wissemeyer, A y W. Horst. 1992. Effect of light intensity on manganese toxicity symptoms and callose formation in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Plant Soil 143: 299-309.
- Young, T.W. 1951. Investigations of the unfruitfulness of the Haden mango in Florida. Florida Mango Forum, Homestead, Florida State, USA.
- Young, T.W. 1956. Influence of temperature on growth of mango pollen. Proc. Fla. State Hort. Soc., 68: 308-313.

EFFECTOS DEL FOSFORO EN LA FIJACION DEL NITROGENO

El fósforo (P) es un ingrediente esencial para que la bacteria *Rhizobium* convierta el nitrógeno atmosférico (N_2) a amonio (NH_4) que es una forma de nitrógeno (N) asimilable por la planta. El *Rhizobium* es capaz de sintetizar la enzima nitrogenasa que es la que cataliza la conversión de N_2 en dos moléculas de amoníaco (NH_3). El color rosado, típico de los nódulos sanos y efectivos de las leguminosas, se debe a la presencia de una proteína llamada leghemoglobina. Esta proteína especial contiene hierro (Fe) y molibdeno (Mo) y es responsable por ligar el oxígeno. Esta condición crea un ambiente con poco oxígeno dentro del nódulo lo que permite que la bacteria viva y fije N_2 . El P se envuelve en este proceso como una fuente de energía al momento que 16 moléculas de adenosina trifosfato (ATP) se convierten en adenosina difosfato (ADP) por cada molécula de N_2 que se reduce a NH_3 . El ATP se genera durante el proceso de fotosíntesis cuando la energía luminosa se transforma y almacena en forma de ATP que luego puede ser usada por la planta.

El P influye en el desarrollo de los nódulos a través de una de sus funciones básicas en las plantas que es servir como fuente de energía. La deficiencia de P restringe el crecimiento radicular, el proceso de fotosíntesis, el transporte de azúcares y otras importantes funciones que influyen directamente o indirectamente la fijación de N en las leguminosas. El encalado de los suelos ácidos para elevar el pH a rangos adecuados es importante en la relación entre P y la fijación biológica de N. El encalado mejora la disponibilidad de P en el suelo para que sea absorbido por la planta y crea un ambiente más favorable para bacterias beneficiosas como los diferentes tipos de *rhizobium*.

Datos de investigación documentan la influencia de P en el desarrollo de los nódulos y en el proceso de fijación de N en leguminosas. Por ejemplo, cuando se aplica P a la alfalfa, los nódulos se desarrollaron rápidamente. Los datos indican que en suelos con altas cantidades de P los nódulos aparecieron en las raíces de alfalfa once días después de la siembra. En suelos con bajas cantidades de P los nódulos aparecieron tres días después. Como se observa en la **Tabla 1**, el número, volumen y peso seco de los nódulos puede incrementarse al controlar la deficiencia de P. Los nódulos se tornan rosados, se desarrollaron más rápido y se vuelven

activos en respuesta a la fertilización fosfórica.

Efecto del fósforo en el rendimiento y contenido de nitrógeno en las leguminosas

Otros estudios demuestran que la aplicación de P a suelos de contenido bajo puede incrementar el porcentaje de N en las leguminosas y producir mayor rendimiento de materia seca (**Tabla 2**). Esta es una de las razones por las cuales las leguminosas, dependientes de N simbiótico, tienen un mayor requerimiento de P que los pastos que dependen de fuentes externas de N.

Comentarios de la relación entre el fósforo y la fijación de nitrógeno

- Los nódulos se desarrollan cuando los pelos radiculares (creciendo desde raíces activas) se infectan con la bacteria *Rhizobium*. El tejido de la planta crece alrededor del área infectada, formando el nódulo donde crece la bacteria y fija N elemental de la atmósfera del suelo. Cualquier restricción al desarrollo de la raíz, escasez de nutrientes esenciales como P y molibdeno (Mo), suelo excesivamente ácido o una reducción en la fotosíntesis pueden restringir la nodulación y la fijación de N.
- El proceso de fijación de N requiere de una fuente disponible de energía para el crecimiento bacteriano y la transformación de N_2 en NH_3 . La fotosíntesis

Continúa en la pág. 13

Tabla 1. Los efectos del fósforo en el desarrollo de nódulos de alfalfa, 26 días después de la siembra.

Dosis de P_2O_5	Medidas de desarrollo de los nódulos		
	Peso seco	Peso nódulo	Contenido de N
kg/ha	----- mg -----		
0	0.13	13	0.01
140	1.06	28	0.07
280	3.31	60	0.15

Tabla 2. Los efectos de la fertilización fosfórica en el rendimiento y el contenido de Nitrógeno en las leguminosas.

Cultivo	Rendimiento, kg/ha		N en los tejidos, %	
	- P	+ P	- P	+ P
Trébol	2688	3808	2.5	2.8
Alfalfa	5578	11995	3.8	4.3

REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

LIXIVIACION E INMOVILIZACION DE COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES FUENTES DE SILICIO EN EL SUELO Y EN EL CULTIVO DE TOMATE

Pereira, H.S., G.C. Vitti, e G.H.R. Korndorfer. 2003. Comportamiento de diferentes fontes de silício no solo e uma cultura do tomateiro. R. Bras. Ci. Solo. Vol 27 (1):101-108.

El objetivo de este estudio fue evaluar la reactividad de cuatro fuentes de silicio (Si): esquistos, dos tipos de escoria de acero y termo fosfato basándose en la disponibilidad de Si en un Typic Eustrutults y en la absorción de Si por parte del cultivo de tomate. Se condujeron dos experimentos en un diseño de bloques al azar con los siguientes tratamientos: testigo, 6 t ha⁻¹ de esquistos, 6 t ha⁻¹ de escorias Mannesman, 6 t ha⁻¹ de escorias Dedini y 2.5 t ha⁻¹ de termo fosfato. El contenido de Si (SiO₂ total) en los productos fue: esquistos 530 g kg⁻¹, escorias Mannesman 350 g kg⁻¹, escorias Dedini 273 g kg⁻¹ y termo fosfato 185 g kg⁻¹. Los niveles de Si en el suelo, extraídos con oxalato de amonio fueron mayores en el tratamiento de escorias

Mannesman, mientras que el tratamiento de esquistos presentó los niveles más bajos. Sin embargo, la relación entre la fuente de Si y el Si en el suelo mostró que el termo fosfato fue más eficiente en comparación con las otras fuentes de Si. Las fuentes de Si aplicadas fueron capaces de proveer Si para el tomate, pero insuficientes para incrementar los rendimientos. Se observó una buena correlación entre el contenido de Si en la planta y el Si extraído del suelo con oxalato de amonio. \

CAMBIOS DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO Y DEL ESTADO NUTRICIONAL Y DE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE PLANTAS DE MAIZ DEBIDO A LAS FORMAS DE APLICACION DE CAL EN SIEMBRA DIRECTA

Pires, F.R., C.M. Souza, D.M. Queiroz, G.V. Miranda, e J.C.C.R. Galvao. 2003. Alteração de atributos químicos do solo e estado nutricional e características agrônômicas de plantas de milho, considerando as modalidades de calagem em plantio direto. R. Bras Ci. Solo. 27(1):121-131.

La aplicación de cal en la superficie del suelo en

Efecto del fósforo en la fijación del...

genera los azúcares de alta energía. El P provee el mecanismo de almacenamiento de esta energía en la forma de ATP y facilita su transferencia a sitios donde ocurren funciones vitales de la planta, como la fijación de N.

- El transporte de los productos de la fotosíntesis desde las hojas hasta las raíces y el movimiento de los compuestos que contienen N desde los nódulos hacia otras partes de la planta son vitales para que un sistema simbiótico sea eficiente. El P es una

parte integral de los compuestos necesarios para empujar el sistema.

- La concentración de P en el tejido de nódulos activos es a menudo 2 a 3 veces más alta que en las raíces en que se formaron. Las leguminosas necesitan un suplemento rápido de P disponible en el suelo. Esta disponibilidad es importante durante periodos críticos del ciclo de crecimiento como por ejemplo el desarrollo de las raíces de las plántulas.

Resumen

El P juega un importante papel en el proceso de fijación simbiótica de N por la siguientes razones:

- Incrementa el crecimiento de las raíces y de la parte alta aérea (el mal crecimiento de las raíces reduce la habilidad de la planta para fijar N).
- Reduce el tiempo para que los nódulos en desarrollo se vuelvan activos y beneficien a la leguminosa hospedera.
- Incrementa el número y tamaño de los nódulos y la cantidad de N asimilado por unidad de peso de nódulos.
- Incrementa el porcentaje y cantidad total de N en la porción cosechada de la leguminosa.
- Mejora la densidad de Rhizobium en el suelo alrededor de la raíz. \



Foto 1. El fósforo promueve el crecimiento de las raíces y la fijación de nitrógeno en las leguminosas. Estos nódulos de raíces de soya contienen la bacteria fijadora de nitrógeno.

sistemas de siembra directa, sin incorporación, no ha sido efectiva en ciertas condiciones edáficas y climáticas para la corregir la acidez o el suplemento de Ca y Mg. En búsqueda de alternativas de aplicación de cal en siembra directa que no remuevan el suelo se condujo este estudio para evaluar la eficiencia de diferentes formas de aplicar cal en los atributos químicos del suelo y en el estado nutricional y características agronómicas del cultivo de maíz. Se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas divididas con tres repeticiones. Los tratamientos fueron: maíz doble híbrido Z 8447, variedad de maíz Al 25 y doble híbrido AG 122 en las parcelas grandes. En las parcelas chicas los tratamientos fueron: control sin cal, aplicación de cal a lo largo del perfil del suelo en las zanjitas abiertas por la sembradora, aplicación de cal a la superficie y aplicación de cal al perfil en la zanja de la sembradora más cal aplicada a la superficie. Se analizó el suelo a los 30 y 150 días después del encalado, a partir de la línea de siembra hasta 25 cm fuera de ella y a cinco profundidades. Se determinó pH (agua), Ca, Mg y Al intercambiable en las muestras. Se evaluó el estado nutricional del tejido foliar en los tres cultivares y algunas otras características agronómicas del cultivo. Los resultados mostraron que al cal aplicada en las zanjitas de siembra se distribuyó eficientemente a lo largo del perfil hasta una profundidad de 20 cm, en una franja de 10 cm. Las aplicaciones de cal a la superficie tuvieron un efecto en las características químicas del suelo hasta una profundidad de 5 cm. La aplicación de cal en la zanja de siembra más cal a la superficie fue la más eficiente y produjo valores más altos de pH, Ca y Mg intercambiables y menores niveles de Al intercambiable. Los tratamientos no afectaron el estado nutricional de los cultivares o las características agronómicas del maíz.↵

NITROGENO EN EL SUELO CON DIFERENTES FORMAS DE APLICACION DE UREA Y PAJA DE AVENA

Ernani P.R., I. Sangoi, e C. Rampazzo. 2002. Lixiviação e imobilização de nitrogênio num nitossolo como variáveis da forma de aplicação da uréia e da palha de aveia. R. Bras. Ci. Solo 26: 993-1000.

La magnitud de las reacciones del nitrógeno (N) en el suelo varían de acuerdo con las condiciones climáticas, tipo de suelo, labranza, método de aplicación de N y el manejo de los residuos de la planta. Este estudio trató de evaluar los efectos del método de aplicación de N y de los residuos de avena negra (*Avena strigosa*) sobre la lixiviación e inmovilización de N en un Haplumbrept de Brasil, en dos experimentos conducidos en invernadero. Los experimentos fueron la combinación de tres métodos de fertilización (sin urea, urea

incorporada al suelo y urea aplicada a la superficie) con tres prácticas de manejo de los residuos de avena (sin paja, paja incorporada al suelo y paja aplicada a la superficie). Como factores adicionales también se evaluaron el efecto de pH del suelo (5.5 o 7.0) en el experimento de lixiviación y el efecto de la fecha de siembra (0, 30 y 60 días después de la adición de N y paja) en el experimento de la inmovilización. Se aplicó una cantidad de 4.0 Mg ha⁻¹ de paja de avena (materia seca) en los dos experimentos, con dosis de 200 o 100 kg de N ha⁻¹ en los estudios de lixiviación e inmovilización, respectivamente. Las dosis de paja y N se calcularon basándose en el área de la superficie de las unidades experimentales. La lixiviación del N se evaluó semanalmente, por un lapso de diez semanas, por medio de percolación de agua destilada a través de columnas de polivinil. La inmovilización de N se calculó indirectamente, determinando el peso de la materia seca y la concentración de N en las plantas de maíz sembradas en las tres fechas en diferentes unidades experimentales. La cantidad de N lixiviado varió de 27 a 70% de la cantidad aplicada y fue mayor en los tratamientos de pH 5.5 en comparación con los de pH 7.0 y en los tratamientos con urea incorporada que en aquellos con urea aplicada sobre la superficie. La aplicación de los residuos de la avena no tuvo ningún efecto en la lixiviación de N. La materia seca de las plantas de maíz y la acumulación de N fueron menores en las plantas sembradas en el día de la adición de los tratamientos, probablemente por una mayor inmovilización de N inmediatamente después de la aplicación de los residuos. La aplicación de N incrementó la materia seca del maíz y la absorción de N, pero el método de aplicación de urea no tuvo ningún efecto en ninguno de estos parámetros. La colocación de los residuos sobre la superficie acumuló más materia seca y mayor absorción de N que la incorporación de residuos al suelo, probablemente por una alta y constante humedad y menor inmovilización de N.↵

INTERACCION ENTRE EL ENCALADO Y LA FERTILIZACION POTASICA EN CAÑA DE AZUCAR

Rosseto, R., R. Spironello, H. Cantarella, e J.A. Quaggio. 2004. Calagem para cana-de-açúcar e su interção com a adubação potássica. Bragantia 63(1):105-119.

Con el objeto de estudiar los efectos del encalado y de la fertilización potásica en la productividad de caña de azúcar se instalaron seis experimentos en unidades productoras de diversas regiones de Sao Paulo. Los experimentos fueron diseñados en un esquema factorial en bloques al azar con cuatro dosis de cal y tres de K y con cuatro repeticiones. En cuatro sitios los experimentos se condujeron en caña planta y en otros dos se evaluaron las socas. En cuatro localidades se

sembró la variedad SP70-1143 y los demás las variedades SP71-6163 y SP71-1406. Los análisis de suelo iniciales, en todas las localidades, revelaron un exceso de acidez. Se observaron respuestas significativas al encalado en solamente dos experimentos, con incrementos en la producción de caña de 8 y 13 t ha⁻¹, respectivamente, lo que confirma la adaptación de los cultivares usados a suelos ácidos de baja fertilidad. Por otro lado, la respuesta la caña al K fue de naturaleza lineal y significativa en siete de diez evaluaciones, tanto en caña planta como en caña soca. La interacción de Ca-K no fue significativa en ninguna evaluación, mostrando la poca interdependencia entre esas prácticas de manejo de fertilidad del suelo para la caña de azúcar.↘

CAMBIOS EN LA COMPOSICION FENOLICA DURANTE LA MADURACION DE LA UVA EN RELACION CON LAS DOSIS DE FERTILIZACION DE NITROGENO Y POTASIO

Delgado, R., P. Martín, M. del Alamo y M. González. 2004. Changes in the phenolic composition of grape berries during ripening in relation to vineyard nitrogen and potassium fertilisation rates. J. Sci. Food Agric. 84:623-630.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos interactivos de las diferentes dosis de fertilización con N y K en la composición fenólica de los frutos de uva durante la maduración. Para alcanzar este objetivo, en el año 2000 se condujo un estudio en el viñedo de *Tempranillo* localizado en la Ribera de Duero en el área de Apellation d'Origine (España). Las plantas

fueron tratadas con tres dosis de N (0, 50 y 200 g de N por planta) y tres dosis de K (0, 60 y 120 g de K₂O por planta), aplicadas como nitrato de amonio y sulfato de potasio respectivamente, en un diseño de bloques completos y al azar con cuatro replicaciones. Las dosis de fertilización no afectaron significativamente el vigor o la capacidad productiva de los plantas o el tamaño de los frutos. Sin embargo, las altas dosis de N causaron un retraso substancial en la acumulación de azúcares durante la maduración en comparación de los otros tratamientos. Las dosis altas de K redujeron la acidez total de los frutos, pero no afectaron los parámetros cromáticos del mosto a la cosecha. Se pudieron distinguir tres diferentes etapas en el desarrollo del contenido total de polifenoles en la cáscara de la uva durante la madurez: un incremento inicial lento, una fuerte acumulación durante la quinta y sexta semana después del inicio de la madurez (veraison) y un periodo final de disminución hasta la cosecha. Las plantas que no recibieron N mostraron más acumulación de polifenoles en la cáscara que aquellas con otros tratamientos, especialmente en las últimas semanas de muestreo. Estas diferencias entre los tratamientos de N fueron menores cuando se incrementaron las dosis de K. La dosis de 50 g de N por planta incrementó los niveles de antocianinas en la cáscara (600 mg l⁻¹ de extracto estándar) en comparación de las plantas testigo (532 mg l⁻¹), y esto incrementó significativamente la densidad del mosto y el color. El grado de polimerización de los taninos condensados disminuyó cuando se equilibró la relación N:K y las cantidades aplicadas de los dos nutrientes fueron altas.↘

CURSOS Y SIMPOSIOS

1. IX Simposio Internacional de Análisis de Suelos y Plantas

Organiza : ISSPA
Lugar y Fecha : Cancún-México
 30 Enero, 4 Febrero, 2005
Información : Turnstrasse 11
 67706 Krickenbach - Germany
 Fax.: 49 6307 401104
 www.spcouncil.com

2. XXV Congreso Internacional de Profesionales de Caña de Azúcar

Organiza : ISSCT
Lugar y Fecha : Guatemala-Guatemala
 30 Enero, 4 Febrero, 2005
Información : info@issct2005.org
 www.issct2005.org

3. Foro Internacional de Salinidad

Organiza : International Salinity Forum
Lugar y Fecha : California-EEUU
 Abril 25-27, 2005
Información : Dr. Don Suarez
 Tel.: 001 909 369 4815
 dsuarez@ussl.ars.usda.gov

4. XVIII Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo

Organiza : Unión Internacional de la Ciencia del Suelo
Lugar y Fecha : Filadelfia-EEUU
 Julio 9-15, 2006
Información : WCSS
 18wcss@soils.org
 www.18wcss.org

PUBLICACIONES DE INPOFOS

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles al siguiente costo



- 🌿 **Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 1: Vivero.** Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 1 cubre el manejo del vivero para producir plántulas de calidad que deben estar disponibles para la siembra en el campo en el momento requerido. \$ 20.00



- 🌿 **Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 2: Fase Inmadura.** Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 2 cubre el manejo de la fase inmadura de la plantación para lograr una población uniforme de palmas productivas en cada bloque del campo. \$ 20.00



- 🌿 **Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 3: Fase Madura.** Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 3 cubre el manejo de la fase madura de la plantación para lograr rendimientos sostenidos de racimos de fruta fresca a través de toda la etapa productiva del cultivo. \$ 20.00



- 🌿 **Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos.** Esta publicación ofrece a las personas envueltas en la producción ganadera una visión amplia del potencial productivo, de los requerimientos nutricionales y de los factores limitantes impuestos por el ambiente tropical a la producción de forrajes. \$ 15.00



- 🌿 **Síntomas de Deficiencias Nutricionales y Otros Desórdenes Fisiológicos en Banano.** Guía de Campo para técnicos y agricultores que permite identificar en el campo los síntomas de deficiencia nutricional, conocer sus causas y determinar una estrategia de prevención o recuperación. \$ 8.00



- 🌿 **Síntomas de Deficiencias de Nutrientes y Desórdenes en Palma Aceitera.** Guía de Bolsillo para técnicos a cargo del manejo de plantaciones que deseen identificar los síntomas de deficiencia en el campo, conocer algo de sus causas y como éstas podrían prevenirse o remediarse. \$ 8.00



- 🌿 **Estadística en la Investigación del Uso de Fertilizantes.** Publicación que presenta conceptos actuales de diseño experimental e interpretación estadística de los datos de investigación de campo en el uso de fertilizantes. \$ 6.00



- 🌿 **Nutrición de la Caña de Azúcar.** Este manual de campo es una guía completa para la identificación y corrección de los desórdenes y desbalances nutricionales de la caña de azúcar. El tratamiento completo de la materia y las excelentes ilustraciones hacen de este manual una importante herramienta de trabajo en la producción de caña. \$ 8.00



- 🌿 **Manual de Nutrición y Fertilización del Café.** Este manual presenta conceptos modernos del manejo de la nutrición y fertilización del café como herramienta para lograr rendimientos altos sostenidos. \$ 20.00

- 🌿 **Manual Internacional de Fertilidad de Suelos.** Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes con datos y ejemplos de diferentes partes del mundo \$ 15.00

- 🌿 **POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna.** Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos. \$ 4.00

- 🌿 **Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos.** Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón. \$ 5.00

- 🌿 **Conceptos Agronómicos.** Panfletos que describen conceptos agronómicos básicos que ayudan en el manejo eficiente de suelos y nutrientes. Disponible: El Cloro, verdades y mitos. \$

PEDIDOS DE PUBLICACIONES: Las publicaciones de INPOFOS pueden ser adquiridas en las siguientes direcciones:

COLOMBIA: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS). Carrera 11 No. 66-34, Oficina 204. Telf. y Fax.: 211-3383. E-mail: scsuelo@cable.net.co. Bogotá, Colombia.

COSTA RICA: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS). Código Postal 2060. Telf.: 224-3712 Fax: 224-9367 E-mail: fbertsch@cariari.ucr.ac.cr. San José, Costa Rica.

PERU: Corporación MISTI S.A. Ing. Federico Ramírez, Tudela y Varela 179, San Isidro. Telf.: 222-6722 Fax: 442-9881 E-mail: framirez@corpimizi.com.pe. Lima, Perú.

Molinos & Cía S. A. Fertilizantes. Ing. Julio Zavala, Av. de los Ingenieros No. 154, Urb. Ind. Sta. Raquel 2da. Etapa - Ate. Telf.: 349-0920 Fax: 348-0615 E-mail: juliozm@molicom.com.pe. Lima, Perú.

EN OTROS PAISES: Solicitar las publicaciones a las oficinas de INPOFOS en Quito. Adjuntar cheque girado contra una plaza de los Estados Unidos a nombre del Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS) por el valor de las publicaciones más costo de correo (US \$ 4.00 dólares por publicación).