

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

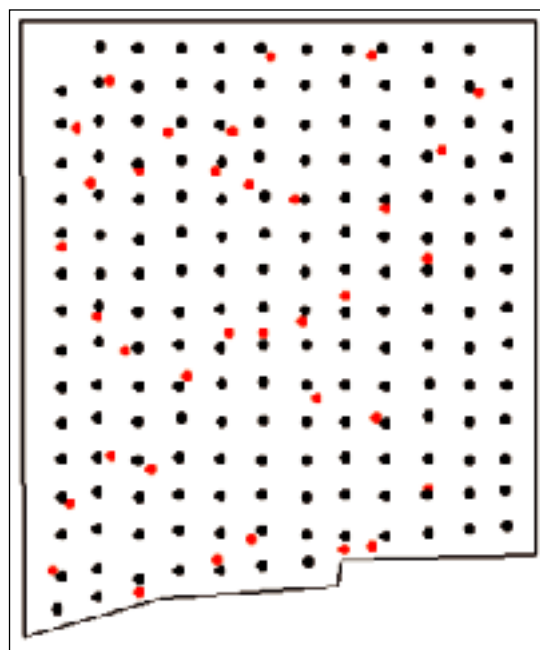


Figura 1. Muestreo en cuadrículas de 1 ha (puntos negro) con un muestreo adicional al azar de 25% de las áreas de 1 ha (puntos rojos).

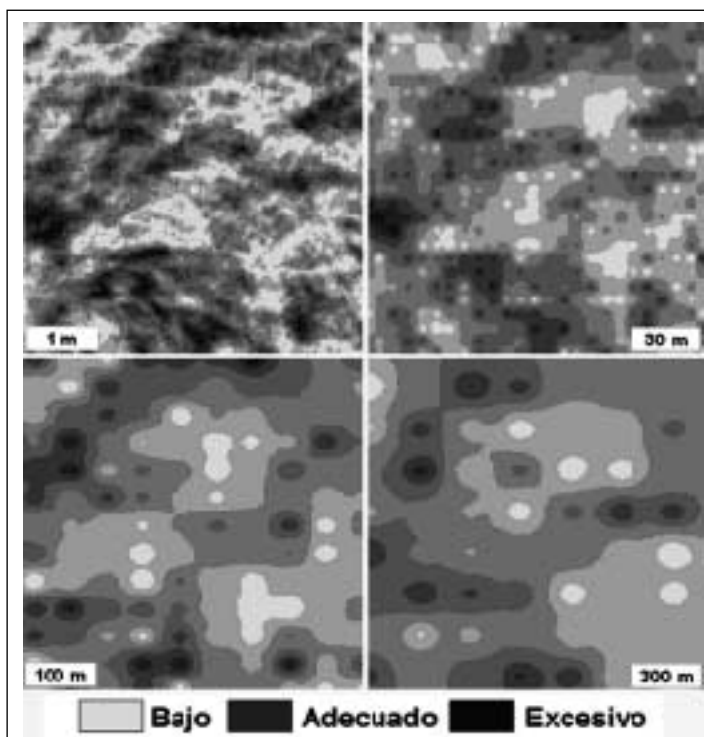


Figura 2. Mapas de disponibilidad de fósforo producidos con muestras tomadas en cuadrículas de 1, 30, 100 y 300 m. Los negros más intensos indican mayor disponibilidad de P.

* 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	
		ppm			
50	1018	24	2	125	359
100	254	24	5	125	322
200	64	24	10	73	160

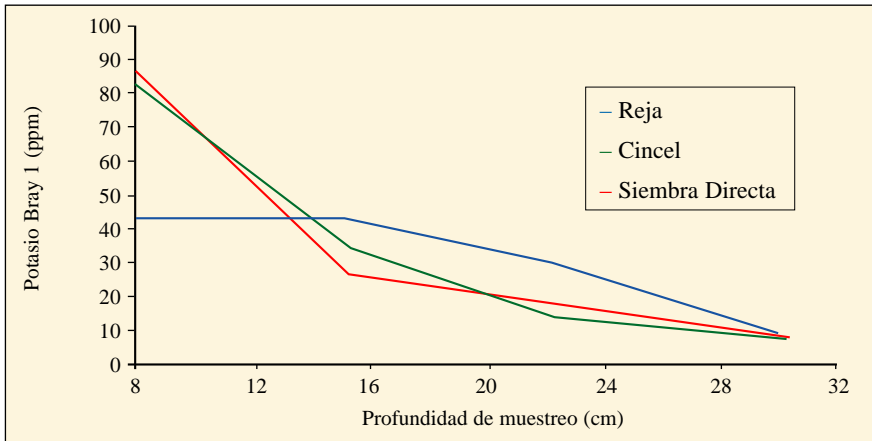


Figura 3. Efecto de la estratificación en el contenido de fósforo disponible (Bray I) a distintas profundidades en tres sistemas de labranza.

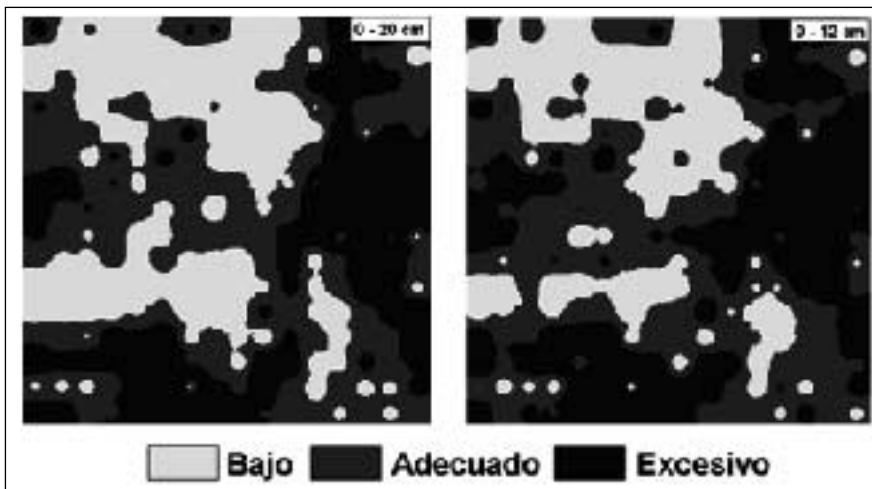


Figura 4. Mapas de disponibilidad de fósforo en un lote de la región central de Illinois muestreados a 20 y 12 cm de profundidad.

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.

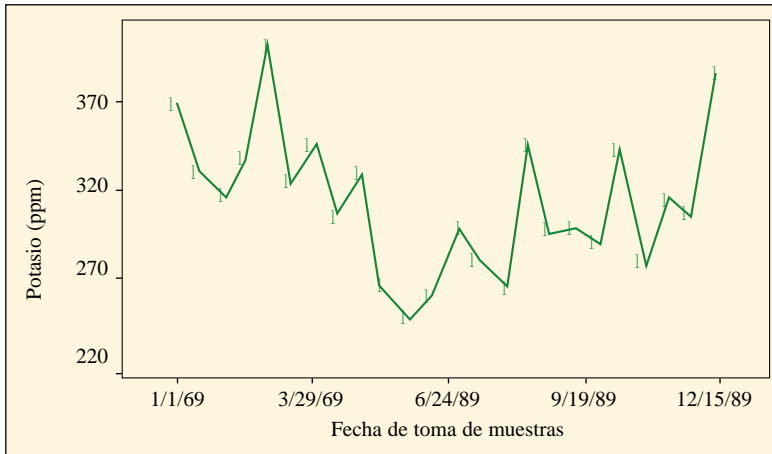


Figura 5. Variación anual de potasio disponible en un mismo sitio en Illinois.

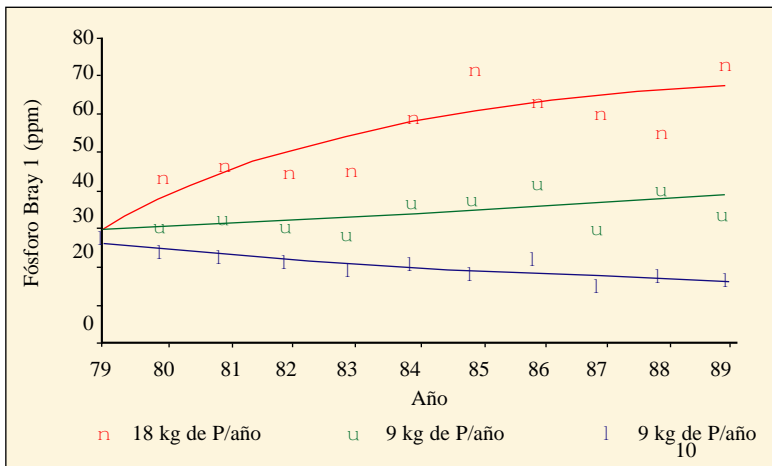


Figura 6. Niveles de fósforo disponible con diferentes tratamientos de fertilización fosfatada en un periodo de 10 años en Iowa.

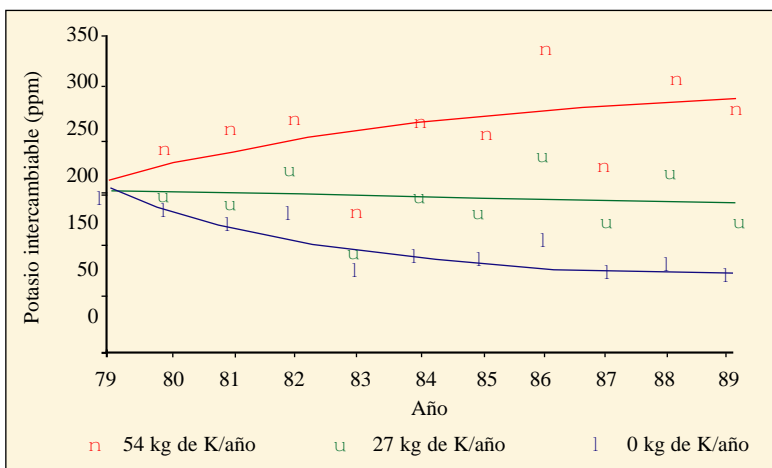


Figura 7. Niveles de potasio disponible con diferentes tratamientos de fertilización fosfatada en un periodo de 10 años en Iowa.

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. ↘