

ISBN 970-27-1045-6

CATEGORIZACIÓN DEL PH DEL SUELO, VIGOR DE PLANTA Y ESTIMACIÓN DE EFECTOS DE ENCALADO EN UNA PARCELA AGRÍCOLA MEDIANTE TÉCNICAS GEOESTADÍSTICAS

Patricia Zarazúa Villaseñor. Departamento de Desarrollo Rural Sustentable.

Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: pzarazua@cucba.udg.mx

Diego Raymundo González Eguiarte. Departamento de Desarrollo Rural Sustentable.

Universidad de Guadalajara.

Ricardo Nuño Romero. Departamento de Desarrollo Rural Sustentable.

Universidad de Guadalajara.

José Pablo Torres Morán. Departamento de Desarrollo Rural Sustentable.

Universidad de Guadalajara.

Marcos Rafael Crespo González. Departamento de Desarrollo Rural Sustentable.

Universidad de Guadalajara.

María de los Ángeles Arellano Sandoval. Estudiante de la Carrera de Ingeniero Agrónomo.

CUCBA. U. de G.

Eréndira Natalie López Gutiérrez. Estudiante de la Carrera de Ingeniero Agrónomo.

CUCBA. U. de G.

Introducción

La óptima productividad de cualquier sistema de cultivo depende de una adecuada aportación nutrimental a la planta. La cantidad de nutrimentos requeridos por las plantas dependerá de varios factores tales como la especie y variedad vegetal, condiciones del suelo, condiciones ambientales y manejo agrícola. Si el suelo no presenta condiciones adecuadas para la disponibilidad de nutrimentos, es necesario aportar éstos en diversas formas, así como realizar un manejo del suelo adecuado que permita incrementar la disponibilidad de éstos. Una de las propiedades químicas que tienen mayor influencia en la disponibilidad de nutrimentos en el suelo es el pH, que es definido como el logaritmo negativo de la concentración de iones Hidrógeno.

En el caso del suelo se pueden encontrar valores de pH desde 3.0 hasta 10.0, en los que encontramos tanto cultivos agrícolas como especies vegetales nativas. Dado que las unidades de pH se refieren a una escala logarítmica, cada incremento del pH en una unidad representa 10 veces un decremento en la concentración de iones H^+ en la solución del suelo y por consiguiente los efectos en la disponibilidad de otros elementos también se multiplican 10 veces, así tenemos que la solubilidad del Zn es altamente sensible a cambios en el pH del suelo, de tal manera que por cada unidad que se incrementa el pH, el Zn disminuye su disponibilidad 100 veces; el Cu, por su parte, incrementa 100 veces su solubilidad por cada unidad que disminuye el pH; a diferencia de otros elementos, el Mo incrementa su disponibilidad 10 veces al aumentar el pH en una unidad. (Havlin et al., 1999).

Un manejo adecuado del pH del suelo permitirá la disminución de estos cambios en la disponibilidad de los nutrimentos, tal es el caso del encalado del suelo para la corrección de la acidez. Una dosis adecuada de material encalante permitirá condiciones de pH del suelo que favorezcan la correcta nutrición de las plantas, para lo cual es necesario determinar dicha dosis en

una muestra del suelo a estudiar. Es común en parcelas agrícolas la obtención de una muestra compuesta tomada mediante el muestreo “tradicional”, y basar la recomendación de la zona de estudio en esa única muestra. El suelo, que es un cuerpo dinámico, está en constante cambio tanto temporal como espacialmente, por lo que sus propiedades presentan cierta variación. Mulla y McBratney (2000), mencionan que la variación en las propiedades del suelo no sólo puede ocurrir en grandes extensiones como efecto de condiciones climáticas y material parental, sino también en áreas reducidas debido a cambios topográficos que afectan el transporte y almacenamiento del agua en el perfil del suelo. Por otro lado, la determinación de la variabilidad espacial y el uso de mapas de variabilidad, permiten un manejo específico del terreno.

El Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, cuenta con un campo experimental en el que se han desarrollado algunos experimentos para evaluación de material genético vegetal, así como la aplicación de diversos materiales fertilizantes, tanto orgánicos como inorgánicos. La respuesta del cultivo a dichos tratamientos se ve influenciada por los valores de pH como se mencionó anteriormente, por lo que es necesario determinar las diferencias presentes en la parcela experimental y las recomendaciones de manejo previas a la implantación del experimento. Parte de los objetivos de la presente investigación fueron: evaluar la variabilidad espacial del pH en una parcela experimental para estudios agrícolas; elaborar un mapa de valores estimados de pH y sus correspondientes recomendaciones de encalado, así como la elaboración de un mapa de vigor de planta. En este documento se presentan algunos avances de esta investigación.

Materiales y métodos

La parcela experimental se encuentra ubicada dentro de las instalaciones del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), en el municipio de Zapopan, Jalisco, con las coordenadas 20° 44' de latitud norte, 103° 30' de longitud oeste y altitud de 1670 m, con una superficie aproximada de 1.0 ha, y con tipo de suelo Regosol éutrico. Como características climáticas se tienen: temperatura media anual de 19.6° C, temperatura mínima media de 12.3° C, temperatura máxima media de 26.8° C, con precipitación anual de 979.6 mm y humedad relativa media anual de 60.6%, con una clasificación climática de (A)Ca(w₁)(w)(i')g, según Köppen modificado por Enriqueta García, quedando descrito como semicálido, templado con verano cálido, lluvias en verano intermedias, con poca oscilación térmica. Ruiz et al (2003). Como material vegetal, se utilizó semilla de maíz mejorada DEKALB DK 2002; para control de maleza se aplicó 2-4 D-Amina y Atrazina; y para las plagas del suelo el insecticida Carbofuran (Furadan).

En la parcela de estudio se realizaron las labores de preparación del terreno con dos pasos de rastra y enseguida la siembra en surcos. Se determinó no aplicar fertilizante para lograr disminuir variabilidad química en el suelo. Después de la siembra se colocaron estacas en el terreno, formando una cuadrícula de 10 x 10 m, de 10 filas con 8 puntos cada una dando un total de 80 puntos de estudio. Se respetaron las orillas para evitar interferencias. A los 15 días después de la siembra (dds), se tomaron muestras de suelo en cada punto marcado, mediante un muestreo compuesto por tres submuestras en un radio de 1m alrededor de la estaca. A los 60 dds se realizó un recorrido de campo para obtener información visual sobre el vigor de las plantas. Se establecieron cinco categorías de vigor y se seleccionaron de manera aleatoria los puntos en

campo en los que se obtendría muestra vegetal. A los 80 dds se realizó el primer muestreo vegetal sólo en los puntos de la cuadrícula establecidos con el criterio antes mencionado.

Las variables de estudio en esta etapa de la investigación fueron: pH en el suelo y vigor en planta. La determinación del pH del suelo se realizó en el Laboratorio de Agrología del CUCBA mediante el método Potenciométrico en relación 1:2 (suelo: agua destilada), según recomendación de Goijberg y Aguilar, 1987. Para la obtención del vigor mediante observación, se determinó manejar una escala del 1 al 5 siendo 1 la categoría del mínimo vigor y 5 para máximo vigor, en esta categorización se consideraron como características cualitativas la altura y color de hojas de la siguiente manera: Vigor 1: altura menor a 50 cm y cloróticas; Vigor 2: altura entre 50 a 100 cm y cloróticas; Vigor 3: altura entre 50 y 100 cm y verdes; Vigor 4: altura mayor a 100 cm y cloróticas; y, Vigor 5: altura mayor a 100 cm y verdes.

Los datos obtenidos se analizaron mediante técnicas descriptivas utilizando EXCEL® 98 con módulo estadístico de Prentice Hall y posteriormente se capturaron para el análisis geoestadístico en el software GS+ v 7.0, obteniendo un modelo de semivariograma y posteriormente mediante kriging (Goovaerts, 1997), la elaboración de los mapas de estimaciones. Para el caso del mapa de pH del suelo, se establecieron los intervalos indicados por Castellanos et al., (2000).

Para la estimación de las recomendaciones de necesidades de material encalante se hizo uso de las recomendaciones de requerimientos de CaCO_3 de Castellanos et al., (2000), y se desarrolló un mapa de estimaciones con estas recomendaciones y otro mapa con los efectos de realizar la aplicación de una dosis única de encalado basada en una muestra compuesta de acuerdo al muestreo tradicional.

Resultados

El análisis descriptivo para la variable de estudio pH del suelo, proporciona los resultados mostrados en el Cuadro 1 y Figura 1.

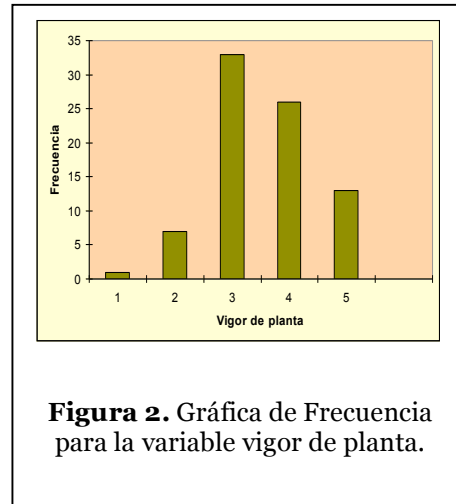
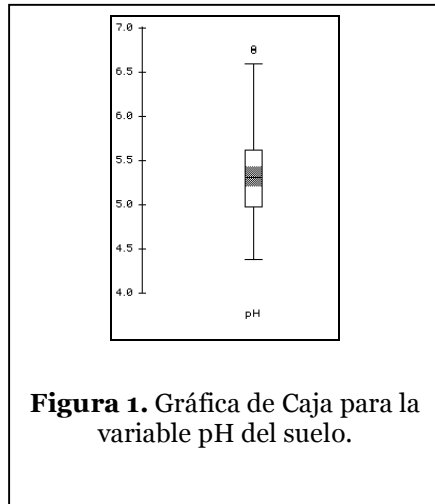
Cuadro 1. Resultados del análisis descriptivo para la variable pH del suelo

Estadístico	Valor
Media	5.38
Desviación estándar	0.51
Varianza	0.26
Coficiente de variación	9.48%
Sesgo	0.35
Mínimo	4.39
Máximo	6.78

El promedio de estos valores muestra que el suelo tiene una acidez moderada, y aunque el coeficiente de variación indica poca variabilidad, el rango de valores de pH se encuentra dentro de 2.39 unidades que, como se indicó en la introducción, nos muestra efectos fuertes en la disponibilidad de varios de los nutrimentos, tales como Zn, Cu, Mo, P, Ca y Mg. Este amplio rango se muestra en la Figura 1, en la que se observa dos datos extremos correspondientes a los valores de pH de 6.74 y 6.78. Si consideramos que en un muestreo compuesto pudieran haber

entrado estos valores, esperaríamos que la muestra en general se viera afectada por ellos y por consiguiente las recomendaciones de manejo del suelo.

El análisis descriptivo para la variable vigor de planta se muestra en la Figura 2, en la que se indica la presencia de diferentes categorías de vigor de planta, siendo los más frecuentes el vigor 4 y vigor 5. Si recordamos que esta parcela no fue fertilizada, el efecto de la variabilidad del suelo se refleja de manera directa en el cultivo. El estudio de dependencia espacial para la variable pH del suelo, dio como modelo de mejor ajuste el exponencial con r^2 de 0.820, lo que concuerda con lo obtenido por Zarazúa et al., (2005), para esta misma variable. Para la variable vigor de planta se obtuvo como modelo de mejor ajuste el esférico con un valor de r^2 de 0.880. Los mapas de valores estimados para estas variables muestran, en el caso de la variable pH del suelo, dos zonas categorizadas como “Ácido” con aproximadamente el 60% de la parcela y “Moderadamente ácido”, el restante 40%; y, para la variable vigor de planta, se presentan estimados para 3 categorías de vigor: vigor 5, aproximadamente el 25% de las plantas; vigor 4, el 50% de las plantas y vigor 3, el restante 25%.



Para realizar la estimación de los efectos de un encalado basado en una muestra compuesta, se procesó la muestra compuesta y se obtuvieron los siguientes resultados: pH de 5.4, contenido de materia orgánica de 1.8% y con una textura franco-arenosa que queda en la clase de textura gruesa. De acuerdo a estos valores y siguiendo las recomendaciones para dosis de material encalante de Castellanos et al., (2000), se calcularon las necesidades para cada punto muestreado, con valores de CaCO_3 que van desde 0 ton ha^{-1} hasta 2.5 ton ha^{-1} .

Basándonos en los resultados obtenidos en el muestreo compuesto, con el valor de pH de 5.4 y con los datos de % de materia orgánica y textura gruesa, la recomendación de dosis de encalante para esta parcela resulta ser de 1 ton ha^{-1} , la cual al ser aplicada de manera uniforme en la parcela se esperaría que elevara el pH a un valor de 6.0, pero de acuerdo a la variabilidad mostrada en el suelo, se tendrían valores de subencalado y valores de sobreencalado, tal como lo muestra el mapa de estimados para efectos del encalado, quedando de la siguiente forma: 15% de la superficie con un sobreencalado ligero, 30% con la dosis correcta de encalado; 47% con un subencalado ligero y el restante 8% con un fuerte subencalado. Esto nos indica que los resultados

de la aplicación no son homogéneos y que, por lo tanto, se presentarán problemas de deficiencias y toxicidades de algunos nutrimentos tales como el Zn, Cu, Mo y P.

Conclusiones

El pH es una propiedad del suelo que presenta variabilidad espacial aún en superficies pequeñas.

- La variabilidad de las propiedades del suelo puede verse reflejada en el cultivo.
- El muestreo del suelo requiere de más estudios, para evitar que se tengan resultados heterogéneos al utilizar recomendaciones de muestras compuestas.
- Los investigadores deberán considerar la variabilidad espacial de las propiedades del suelo para la implantación de experimentos en parcelas.

Literatura citada

- Castellanos, J.Z., J.X. Uvalle B. y A. Aguilar S. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. México
- Goijberg R., G. y A. Aguilar S. 1987. pH del suelo y necesidades de cal. SMCS Publicación No.1. México
- Goovaerts, P. 1997. Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford University Press. E.U.A.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale y W.L. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management. Prentice Hall. E.U.A.
- Mulla, D.J. y A.B. McBratney. 2000. Soil spatial variability. Handbook of soil science
- Ruiz C., J.A., I.J. González A., J. Anguiano C., I. Viscaíno V., D. Ibarra C., J. Alcalá G., S. Espinoza V. y Flo 2003. Estadísticas Climatológicas Básicas para el Estado de Jalisco (Período 1961-2000) INIFAP-CIRPAC Libro Técnico No.1. México
- Zarazúa-Villaseñor, P., D.R. González-Eguiarte, J.A. Ruiz-Corral, R. Nuño-Romero, E. López-Alcocer y J.P. Torres-Morán. 2005. Variabilidad espacial de algunas propiedades del suelo en terrenos de uso agrícola. Tesis de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad de Guadalajara. México.