

VARIACION ESPACIAL DE MICRONUTRIMENTOS EN SUELO Y PLANTA EN UN MOLISOL

S RATTO¹, L GIUFFRÉ¹, C SAINATO²

¹Cátedra de Edafología, ²Cátedra de Física, Fac. Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina

SPATIAL VARIATION OF SOIL AND PLANT MICRONUTRIENTS IN A MOLLISOL

Variation in content of DTPA-extractable micronutrients in soils and total content in maize leaves were evaluated in a Typic Argiudoll. Fifty surface samples were taken along three lines both across a plot of 16 ha and across one hectare at the centre of the plot. Plant samples were taken at silking from the leaf below and opposite to the ear. Nutrient variability in soil was affected by scale: greater surface required more samples except for copper. For plants scale did not affect zinc and manganese content. Required sample number was always lower for soils except for zinc.

Key words: Soil variability- Soil analysis-Plant analysis- DTPA-extractable micronutrient

INTRODUCCION

En trabajos realizados en el área maicera núcleo de Argentina se han determinado valores de cinc y cobre que pueden resultar limitantes para el cultivo de maíz (Ratto de Míguez 1989), por lo que interesa conocer normas a tener en cuenta para planificar futuras tomas de muestra en estudios de fertilidad. Aunque la fertilidad del suelo muy raramente se distribuye de manera tal que pueda ser descripta por una fórmula matemática tiene una cierta coherencia; zonas cercanas tienden a ser más parecidas que otras separadas por mayor distancia. Si la fertilidad se evalúa a través del análisis químico de muestras de suelo, la metodología de toma de las mismas debe ser evaluada en forma crítica para obtener una caracterización lo más real posible (James, Wells 1990). La variabilidad está relacionada con la escala de trabajo, con un determinado tipo de suelo, con la propiedad o característica estudiada, con el momento del año o estación, con el método de medida usado y con el uso de la tierra (Dobermann, George 1994). Las referencias conocidas de variabilidad espacial en la zona de trabajo son para otros parámetros físicos y químicos (Di Pietro *et al.* 1986, Giuffré de López Camelo *et al.* 1994). En otras latitudes existen trabajos que relacionan la variabilidad del elemento en suelo y su influencia en la toma de muestra para microelementos (Wopereis *et al.* 1988, Bahri *et al.* 1993). Khan y Nortcliff (1982) encontraron en suelo para hierro y manganeso mayor variabilidad que para cobre y cinc mientras que Singh *et al.* (1985) trabajando en otro tipo de suelo detectaron mayor variabilidad para cobre y manganeso que para hierro y cinc. La relación entre la escala y la variabilidad espacial es un ítem muy importante a considerar al planificar un muestreo, considerando homogeneidad en características genéticas, morfológicas, físicas y químicas dentro de

un lote. Para Bruce *et al.* (1990) el aumento de la escala de observación en general aumenta la variabilidad de las propiedades mientras que para Wilding y Dress (1983) es común que la variación sea semejante en la micro y macroescala. Según Camerón *et al.* (1971) la extensión del área no afecta apreciablemente el coeficiente de variabilidad de la muestra ya que una proporción importante de la misma se da en distancias cortas: un incremento de 0,5 a 32 hectáreas produjo un aumento leve en el valor del coeficiente de variación del fósforo extractable.

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) estudio de la variabilidad espacial horizontal del cinc, cobre, hierro y manganeso extractables en suelo y en órgano testigo de la planta de maíz 2) evaluación de la influencia de la escala por comparación entre una transecta de 1000 m en un lote de 16 hectáreas y otra transecta de 300 m en el centro del mismo lote.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó sobre un suelo Argiudol típico perteneciente a la serie Pergamino y ubicado en la localidad de Manuel Ocampo (Argentina). Sobre un lote cuadrado de 16 ha que registraba como antecedente 12 años de cosecha gruesa (alternancia maíz-soja) se trazaron tres transectas en diseño de Z determinándose 50 sitios de toma de muestra a 20 m de distancia entre sí sobre los 1000 m considerados. A su vez se delineó una hectárea en el centro del lote donde, siguiendo el mismo diseño, sobre 300 m se extrajeron otras 50 muestras a 6 m de distancia entre sí. Las muestras puntuales fueron compuestas por tres submuestras extraídas con material de acero inoxidable a una profundidad de 0-20 cm. Las muestras se secaron al aire, se pasaron por tamiz de malla de 2 mm y se acondicionaron para su análisis. Las muestras vegetales se tomaron del cultivo de maíz, en los mismos sitios que el suelo. El cultivo estaba en estado de floración y se tomó la hoja opuesta y por debajo de la espiga.

Análisis químicos-Suelos: sobre una muestra compuesta de todo el lote se efectuó un análisis completo: arcilla 22%, limo 64,9% y arena 12,7%. pH 5,8 carbono oxidable 1,7%, nitrógeno

total 0,176%, capacidad de intercambio catiónico 15,02 cmol.kg⁻¹, calcio 10 cmol.kg⁻¹, potasio 1,68 cmol.kg⁻¹, magnesio 2,18 cmol.kg⁻¹, sodio 0,39 cmol.kg⁻¹. Las extracciones para los microelementos se efectuaron con DTPA (Lindsay, Norvell 1978) y la determinación por lectura espectrofotométrica de absorción atómica. Planta: las muestras vegetales se secaron en estufa y sobre 1g se efectuó una digestión húmeda con la mezcla de ácido nítrico, perclórico y sulfúrico y posterior lectura por espectrofotometría de absorción atómica. Análisis estadístico: Los datos obtenidos se procesaron para obtener medidas de dispersión, análisis de la variancia y estudio de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 figuran las estadísticas descriptivas para las muestras de suelo y planta obtenidas del potrero y la hectárea. En suelos, el cinc resultó el elemento con el mayor coeficiente de variación (CV), superó el valor de CV=37% entrando en la categoría de máxima variabilidad de acuerdo con las clases de variabilidad propuestas por Wilding y Dress (1983). El CV fue mayor para plantas que para suelos con excepción del zinc (Tabla 1). Se efectuó el análisis de la variancia comparando los cuatro elementos entre sí en suelo y planta para las dos escalas. Previa comprobación de homogeneidad de varianzas, aplicando el test F, se descompuso la variancia total en parciales efectuando comparaciones ortogonales. Para cada uno de los elementos se calculó la variancia entre las muestras de suelo de hectárea vs potrero y las de vegetal potrero vs vegetal hectárea (Tabla 2). En suelo de potrero y hectárea el cobre y cinc

no variaron con el cambio de escala de muestreo mientras que sí lo hicieron el hierro y manganeso. Para las muestras vegetales los resultados mostraron semejanza para el manganeso a nivel hectárea y potrero mientras que las concentraciones de cinc, cobre y hierro variaron junto con la escala de toma de muestra.

El estudio de la correlación lineal entre series de datos brindó valores significativos entre el cobre y hierro y cobre y manganeso en el suelo de la hectárea ($P<0.05$). En el suelo del potrero se repitió esta asociación y se sumó la del cobre con el cinc ($P<0.01$). Esta asociación podría estar relacionada con el uso de un extractante común que afecta a pools semejantes. En vegetales en la hectárea hay correlación entre el cobre y hierro y el cinc y manganeso ($P<0.05$). En el potrero, hay correlación lineal entre el cinc con el cobre y manganeso y el cobre con el manganeso ($P<0.001$). Estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos por Ratto de Miguez (1989) que en un trabajo previo realizado en el área encontró correlación entre la absorción de cinc y manganeso en el mismo órgano testigo, estando ambos elementos asociados en forma positiva con el aumento de rendimiento del cultivo.

El número mínimo de muestras para un nivel de precisión del $\pm 15\%$ se calculó de acuerdo a la fórmula de Leo Micah (1963) (Tabla 3). Para suelos la escala utilizada afectó de manera diferente a los elementos, aumentando el número de muestras con la superficie con excepción del cobre en suelo. Para los vegetales, al pasar de hectárea a potrero el número de muestras para

Tabla 1: Estadísticas descriptivas de los valores de microelementos determinados en suelo y en planta en las dos escalas, hectárea y potrero.

	Micro- elemento	Media ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Coeficiente de variación (%)	Mínimo	Máximo	Mediana
					($\mu\text{g g}^{-1}$)	
Suelo hectárea	Zinc	0.69	26.6	0.30	1.21	0.70
	Cobre	0.87	16.0	0.60	1.13	0.89
	Hierro	118.0	19.1	61.0	177.0	116.0
	Manganeso	48.7	17.4	31.0	72.0	47.0
Suelo potrero	Zinc	0.95	45.4	0.53	2.60	0.80
	Cobre	0.96	13.9	0.63	1.33	0.95
	Hierro	74.7	28.5	41.0	114.0	76.5
	Manganeso	35.4	25.9	22.0	67.0	35.0
Vegetal hectárea	Zinc	18.3	26.2	11.0	31.5	17.6
	Cobre	4.8	33.9	2.10	9.1	4.95
	Hierro	71.4	33.3	26.7	109	78.0
	Manganeso	30.9	28.8	8.0	52.0	29.5
Vegetal potrero	Zinc	22.4	28.3	12.5	41.0	20.6
	Cobre	9.21	72.9	3.4	39.0	7.4
	Hierro	129.8	65.7	62.1	283.0	108.0
	Manganeso	33.9	30.3	6.60	65.6	32.8

Tabla 2: Análisis de la varianza para todas las series de datos. Comparaciones ortogonales

Fuente de la variación	Cinc	Cobre	Hierro F calculada	Manganeso	F tabla
Suelo ha vs suelo potrero	0,04	0,01	17,8	29,0	6,76
Planta ha vs planta potrero	14,24	32,4	31,0	4,3	6,76

Si F calculada > F tabla las muestras son diferentes $P < 0,05$

Tabla 3: Número mínimo de muestras para un nivel de confianza de $\pm 15\%$.

Micro-nutrimiento	Suelo		Planta	
	Hectárea	Potrero	Hectárea	Potrero
Cinc	12	37	14	15
Cobre	5	3	21	96
Hierro	7	15	20	78
Manganeso	5	12	17	15

cinc y manganeso permaneció prácticamente constante lo que indicaría la existencia de un patrón estable de variabilidad para ese estado fenológico e híbrido considerado. Esto es de interés porque permitiría efectuar una caracterización de fertilidad en grandes superficies con un número de muestras acotado con la ventaja de brindar un estado real de la nutrición del cultivo aunque implique esperar a la próxima cosecha para corregir cualquier desvío. El elevado número de muestras indicado para el cobre en vegetal es producto de algunos valores extremos que deberían ser objeto de un estudio más detallado puesto que su eliminación daría un patrón con muy escasa variación. En todos los casos, con excepción del cinc en el suelo del potrero, el número de muestras requerido para la medición del micronutrimiento con un determinado nivel de confianza es menor en suelo que en planta.

REFERENCIAS

- Bahri A, Berndtsson R, Jinno K. 1993. Spatial dependence of geochemical elements in a semiarid agricultural field: I. Scale properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:1316-1322
- Bruce R R, Snyder W M, White W, Thomas A W, Langdale. 1990. Soil variables and interactions affecting prediction of crop yield pattern. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:494-501
- Cameron D R, Nyborg M, Toogood J A, Laverty D H. 1971. Accuracy of field sampling for soil tests. *Canadian Journal of Soil Sci.* 51:165-175
- Di Pietro L B, Marbán de Ravera L, Richter de Kleber V. 1986. Variabilidad espacial de parámetros físicos y químicos en un suelo de Pergamino. *Ciencia del Suelo*. 2:99-106
- Dobermann A, George T. 1994. Field-scale soil fertility variability in acid tropical soils. XV World Congress of Soil Sci. Vol 5a. Comm. IV. Symposia Transactions, Acapulco, México. pp 610-627
- Giuffrè de López Camelo L, Sierra J, Fumagalli C, Ratto de Míguez S. 1994. Variabilidad espacial de fósforo en suelo y planta en un Argiudol típico bajo cultivo de maíz. *Rev. Facultad de Agronomía UBA* 14:1-8
- James D W, Wells K L. 1990. Soil sample collection and handling: technique based on source and degree of field variability. En *Soil testing and plant analysis*. 3rd ed. Westerman-SSSA Book Series, no. 3. pp 25-44
- Khan M A, Nortcliff S. 1982. Variability of selected soil micronutrients in a single soil series in Berkshire, England. *J. Soil Sci.* 33:763-770
- Leo Micah H W. 1963. Heterogeneity of soil agricultural land in relation to soil sampling. *J. Agr. Food Chem.* 11:432-434
- Lindsay W L, Norvell W A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:421-428
- Ratto de Míguez S. 1989. Micronutrientes en suelos y plantas de maíz en el norte de la Prov. de Buenos Aires y sur de Santa Fe. Tesis de Ms Ciencias del Suelo. FAUBA-INTA. 244pp
- Singh J P, Karamanos R E, Kachanoski R G. 1985. Spatial variation of extractable micronutrients in a cultivated and a native prairie soil. *Can. J. Soil Sci.* 65:149-156
- Wilding L P, Dress L R. 1983. Spatial variability and pedology. En *Pedogenesis and soil taxonomy. I. Concepts and interactions* ed. Wilding L P, Smeck N E, Hall G F. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York pp 83-116
- Wopereis M C, Gascuel-Oudoux C, Bourrie G, Soignet G. 1988. Spatial variability of heavy metals in soil on a one-hectare scale. *Soil Sci.* 146:113-118