

AZUFRE, BORO Y ZINC: MAPAS DE DISPONIBILIDAD y REPOSICION EN SUELOS DE LA REGIÓN PAMPEANA

Rivero, Emilia ; Cruzate, Gustavo A. (1) y Turati, Raul (2)

(1) Instituto de Suelos- CRN- INTA (2) Consultor Privado. erivero@cnia.inta.gov.ar

Publicado en las Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. I Reunión de Suelos de la Región Andina. Salta-Jujuy, Rep. Argentina. Set/2006

Introducción

Los nutrientes esenciales S (azufre), B (boro) y Zn (zinc) son requeridos en medianas y pequeñas cantidades para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esas cantidades pueden ser deficientes en el suelo y limitar las funciones metabólicas de las plantas (Sillanpaa, 1982). La agricultura moderna de alta producción incrementa la tasa de extracción de nutrientes (Cruzate y Casas, 2003) y las pérdidas de nutrientes debidos a los grandes volúmenes de grano y carne que se exportan y que no se reponen a los suelos constituye una de las causas del deterioro de los mismos. Los contenidos de los nutrientes han disminuido en el suelo, en muchos casos hasta niveles limitantes para la producción (Montoya et al., 2003). Considerando sólo los cultivos extensivos, cerca de 11,9 millones de hectáreas estarían afectadas por deficiencias de B, Zn y Cu (Melgar, 2004)

El objetivo de este trabajo fue elaborar mapas tentativos de la disponibilidad de azufre, boro y zinc en el suelo y necesidades de reposición por exportación en granos en distintos cultivos de la región pampeana.

Materiales y métodos

Los mapas tentativos fueron generados con datos de muestras compuestas de suelo colectadas a 0- 20 cm de profundidad (Rivero, 1995; Rivero et al., 2001) y la información disponible de bibliografía correspondiente a 71 localidades de las provincias de La Pampa, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y Buenos Aires.

El análisis de laboratorio fue realizado sobre muestras secas al aire y tamizadas por 2mm. La disponibilidad de los elementos en el suelo fue evaluada con las siguientes metodologías: S (turbidimetría); B (azometina- H) y para la extracción de Zn se utilizó una solución de DTPA, ajustada a pH 7.3 (Lindsay y Norwell, 1978) con lectura por espectrofotometría de absorción atómica.

El criterio utilizado para definir el área de estudio fue crear un buffer de 50 km de radio (metodología SIG) de cada lugar donde se obtuvo una muestra y luego se delimitó el área comprendida por estos círculos.

Los mapas de disponibilidad se realizaron por interpolación de las medianas de los datos para cada localidad por el método Inverso de la Distancia Elevada a una Potencia (IDW) y para clasificar los resultados se usaron los estándares para los suelos de la Región Pampeana (Tabla 1)

Los mapas de extracción de nutrientes fueron generados por interpolación (IDW) a partir de la información del Censo Nacional Agropecuario 2002 con datos de producción de los cultivos de soja, girasol, maíz y trigo por departamento y contenido de los elementos en los granos. (Tabla 2)

Tabla 1. Estándares usados para suelos de la región pampeana.

Estandar	Sulfatos *mg kg⁻¹	Boro *mg kg⁻¹	Zinc *mg kg⁻¹
Alto	> 24	> 1	> 1
Moderado	12 -24	0,5 - 1	0,5 - 1
Bajo	< 12	< 0,5	< 0,5

INTA, 2000

Tabla 2. Extracción en grano de nutrientes

	Azufre (kg tn⁻¹)	Boro (g tn⁻¹)	Zinc (g tn⁻¹)
Maíz	1,8	7,8	26,5
Trigo	1,1	2,0	22,9
Soja	4,7	7,8	42,0
Girasol	1,9	36,3	47,5

Fertilizar.com.ar, 2006

Los mapas tentativos de necesidad de reposición están referidos a la probabilidad de respuesta a la fertilización y fueron generados por superposición de la disponibilidad de los elementos en el suelo y la extracción en grano. Clasificando como zonas de alta respuesta donde coinciden la mayor extracción con baja disponibilidad y viceversa.

Resultados y discusión

La región estudiada abarca una superficie de 41.045.000 hectáreas. La disponibilidad promedio ponderado por la superficie de los elementos en el suelo se muestran en Tabla 3

Tabla 3. Disponibilidad promedio ponderado en la región del estudio.

	S-SO₄ (mg kg⁻¹)	B(mg kg⁻¹)	Zn(mg kg⁻¹)
Disponibile	14,81	0,69	2,15

Azufre

En la mayoría de los suelos cultivados más del 90% del azufre se encuentra en la materia orgánica, a medida que esta es descompuesta por los microorganismos del suelo, los sulfatos son liberados, se estima que 5-6% está bajo la forma de sulfato que es la forma asimilable para las plantas. La disponibilidad promedio ponderado en la región estudiada es considerada moderada (14,81 mgkg⁻¹) según Tabla 1.

Se observa una zona que abarca del SE al NO de Buenos Aires y E de La Pampa con valores de disponibilidad baja (Figura 1). Estos datos están de acuerdo con los señalados por Romero et al. (1974) y San Martín et al. (1990) que han reportado deficiencias en la zona semiárida pampeana

Las zonas con alta probabilidad de respuesta se sitúan al N de Buenos Aires, S y centro de Santa Fe y E de Córdoba. En concordancia con trabajos de AAPRESID – INTA-INPOFOS (2001) que han observado respuestas a la fertilización en numerosos cultivos en el NO de Bs. As., E de La Pampa y centro- sur de Santa Fe. En el oeste, la respuesta de S se relaciona con bajos niveles de MO (<2- 2.5%) y finalmente en la zona N están relacionados con suelos degradados por muchos años de agricultura continua (AAPRESID – INTA-INPOFOS 2001)

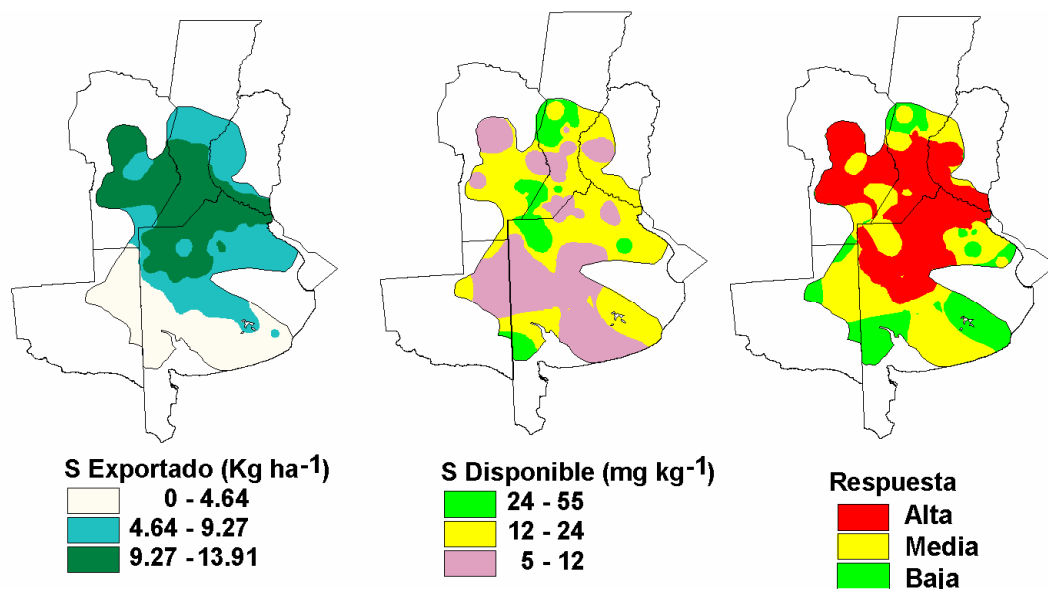


Figura 1. Azufre exportado en granos, disponible en los suelos y respuesta probable a la fertilización

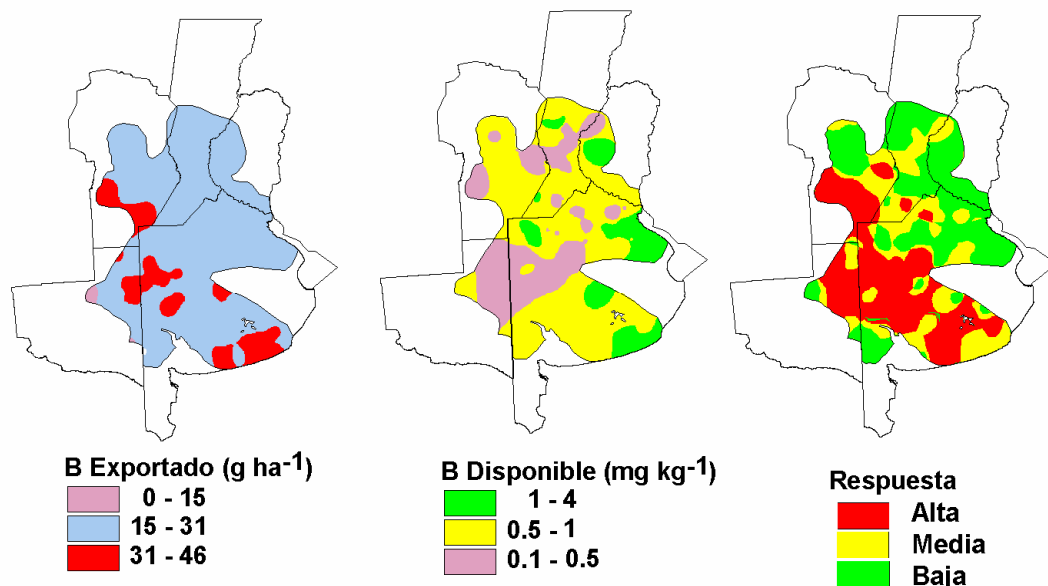


Figura 2. Boro exportado en granos, disponible en los suelos y respuesta probable del cultivo a la fertilización

Boro

La fracción disponible (soluble en agua caliente) varía entre 0.4 a 5 mgkg⁻¹ (Mengel and Kirkby, 2000). El B está presente principalmente en una forma no ionizada en la solución del suelo, esta puede ser la principal razón porque el B puede lixiviar tan fácilmente. La disponibilidad de boro promedio ponderado en la región es de 0,69 mgkg⁻¹ y es considerada moderada (Figura 2). Se observa un área de aproximadamente 9 millones de hectáreas.

(NO de Buenos Aires, E de La Pampa y centro de Santa Fe) de disponibilidad baja, siendo esta superficie mayor a la informada por Melgar (2004) de 6.5 millones de hectáreas.

Las zonas con alta probabilidad de respuesta se sitúan en una franja del SE de Buenos Aires, al E de La Pampa y centro de Córdoba. Estos datos están de acuerdo con el trabajo de Ratto y Diggs (1990) que diferencian dos zonas: a) con deficiencia de menor contenido en el NO de Bs. As. y La Pampa; S de Santa Fe y SE de Córdoba; b) con niveles mayores en el SE.

Zinc

La disponibilidad de zinc promedio en los suelos de la región es alta ($2,15 \text{ mg kg}^{-1}$).

Se observa una zona en el centro de Córdoba, Sur de Santa Fe, N de Bs. As. y oeste de Entre Ríos con probabilidad media de respuesta a la fertilización con Zn, y dentro de esta, áreas con mayor respuesta (Figura 3). Estos datos, se corresponden parcialmente con los trabajos de Melgar y Díaz Zorita (2000) y Berardo (2004) que indican que existen deficiencias de zinc pero serían inducidas por la alta fertilización con P y no a la baja disponibilidad del elemento en el suelo.

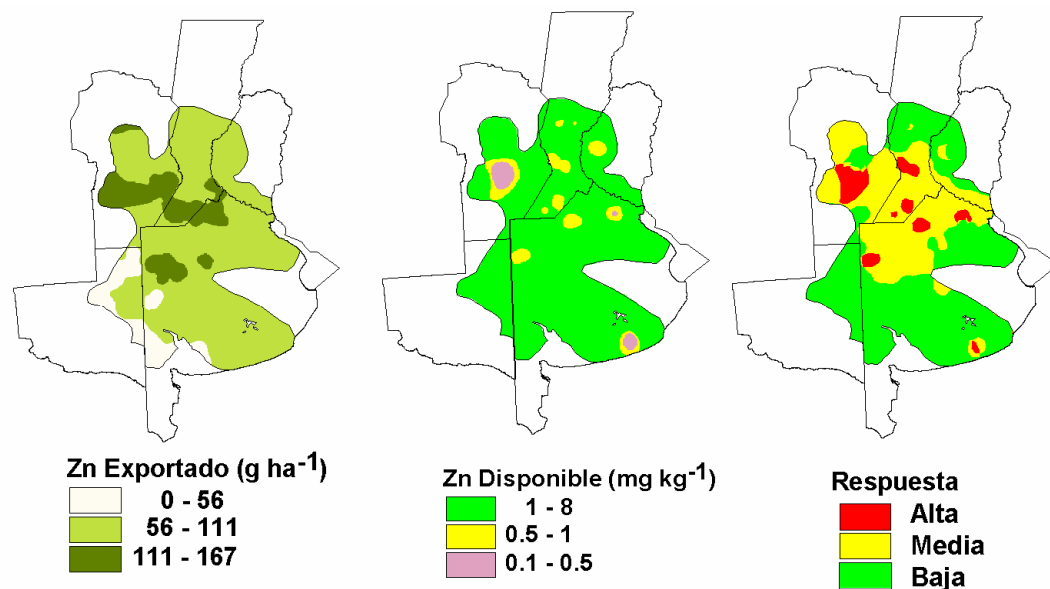


Figura 3 Zinc exportado en granos, disponible en los suelos y respuesta probable del cultivo a la fertilización

Conclusiones Generales

En base a los mapas generados con los datos disponibles se mencionan algunas consideraciones generales:

- La disponibilidad según el promedio ponderado en suelos de la región pampeana estudiada fue considerada moderada ($14,81 \text{ mgkg}^{-1}$) para S; moderada ($0,69 \text{ mgkg}^{-1}$) para B y alta ($2,15 \text{ mgkg}^{-1}$) para Zn.
- La cantidad de muestras impide realizar conclusiones definitivas y sugerir niveles críticos con valor de diagnóstico para realizar recomendaciones de fertilización
- Estos primeros mapas que presenta datos de avance de distintos nutrientes son generales, a una pequeña escala y seguramente varían por sistema de labranza, aplicación de fertilizantes, requerimientos nutricionales, riego, etc.
- Es necesario continuar la investigación sobre evaluación de la disponibilidad y pérdida por extracción en grano de los nutrientes para ampliar y mejorar los mapas de la región pampeana.

Bibliografía

- AAPRESID _ INTA INPOFOS. 2001. Explorando deficiencias nutricionales en la región pampeana. Jornada de Actualización Técnica para profesionales. Fertilidad 2001. pág. 13
- Berardo, A. 2004 Manejo de la fertilización en una agricultura sustentable. Informaciones Agronómicas Nro23 Agosto 2004
- Cruzate, G. y R. Casas. 2003. Balance de nutrientes. Fertilizar. Año 8. Número especial "Sostenibilidad" Diciembre 2003. pp 7-13
Fertilizar.com.ar, 2006
- INTA- EEA- Marcos Juárez. 2000. Evaluación de la fertilización con S, B y Zn en el cultivo de trigo implantado en labranza mínima y siembra directa. Hoja Informativa N°338.
- Lindsay, W. L. and Norwell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and cooper. J. Soil. Sci. Soc. Am., 42: 421-428.
- Melgar, R.J.; J. Lavandera; Torres Duggan, M.; L. Ventimiglia. 2001. Respuesta a la fertilización con boro y zinc en sistemas intensivos de producción de maíz. Ciencia del Suelos 19 (2).
- Melgar, R. y M. Díaz Zorita. 2000. La fertilización de Cultivos y Pasturas. Editorial Hemisferio Sur- INTA
- Melgar, R. 2004. Uso de micronutrientes en cultivos de Gruesa. Artículo publicado en www.Fertilizando.com
- Mengel, K. Y E. A. Kirkby. 2000. Principios de nutrición vegetal. Instituto Internacional de la Potasa. Basilea, Suiza.
- Montoya, J. C.; Bono, A. A.; Barraco, M. y M. Díaz Zorita. 2003. Boro, un nutriente que crea incertidumbre: experiencias de fertilización en la región pampeana. EEA ANGUIA - INTA
- Rivero, E. 1995. Disponibilidad de elementos menores en diferentes suelos. Inédito
- Rivero, E.; R. Michelena y M. Rorig. 2001. Distribución de micronutrientes en el perfil del suelo. Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Cuba.
- Romero, N.; C. Bariggi; G. Schenkel. 1974. Resultados preliminares de exploración de deficiencias nutritivas para suelos pampeanos en macetas con alfalfa. Proyecto Alfalfa. FAO- INTA. 71/584. 12 p.
- Ratto, S. y C. Diggs. 1990. Niveles de boro en suelo de la pradera pampeana. Ciencia del Suelo. Vol.8 N°2.