

NIVELES DE BORO EN SUELOS DE LA PRADERA PAMPEANA. APLICACION AL CULTIVO DE GIRASOL

Silvia Ratto de Miguez y Carlos A Diggs

Cátedra de Edafología. Facultad de Agronomía. UBA.
Avda. San Martín 4453. 1417 Buenos Aires.

RESUMEN

Sobre lotes de producción ubicados en el noroeste, centro y sudeste de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe, sudeste de Córdoba y noreste de La Pampa se tomaron muestras de suelo y de plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.). Las muestras de suelo se tomaron a los 30 días de implantado el cultivo y en floración a dos profundidades: 0-20 y 20-40 cm. Las muestras vegetales se tomaron a los 30 días de emergencia (plántula entera) y en estado de floración (las dos hojas superiores con inclusión del pecíolo).

De acuerdo con el contenido de boro encontrado se separaron los suelos de la región girasolera considerada en dos zonas: Zona 1: norte de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe, sudeste de Córdoba y noreste de La Pampa, con tres subzonas: A, B y C con niveles que oscilan entre 0,3 y 0,8 $\mu\text{g g}^{-1}$ y Zona 2: sudeste de la provincia de Buenos Aires con niveles de 0,8-1,2 $\mu\text{g g}^{-1}$. La escasa diferencia en el contenido de boro entre la capa superficial y subsuperficial permite evaluar la disponibilidad de boro en el perfil con la obtención de una muestra superficial solamente. No se encontró una tendencia definida de variabilidad estacional entre la primer y segunda toma de muestra (se insinuó en la zona 2), pudiendo atribuirse las variaciones halladas a factores exógenos.

La concentración de boro en plantas de girasol superó los valores críticos mencionados en la bibliografía y el valor determinado en la primer toma de muestra no fue representativo de la absorción en floración. Se determinaron niveles de concentración de boro en plantas de girasol para las zonas 1A, 1B, 1C y 2 para dos estados fenológicos.

El contenido de boro en suelo debe ser evaluado conjuntamente con otras variables edafoclimáticas para constituirse en un estimador confiable de la disponibilidad del elemento para las plantas, tal cual surge de los resultados obtenidos.

Palabras clave: boro en suelo, boro en planta, girasol, pradera pampeana.

BORON LEVELS IN ARGENTINE PRAIRIE SOILS ITS APPLICATION TO SUNFLOWER CROP

ABSTRACT

Plant and soil analyses were made on samples taken from sunflower field trials located in the provinces of Buenos Aires (NW, center and SE), Santa Fe (S), Córdoba (SE) and La Pampa (NE). Soil samples were taken twice; 30 days from seeding date and at flowering at two depths, 0-20 and 20-40 cm. Plant samples were also taken 30 days from seeding date (the whole plant) and at flowering (the two upper leaves including their petioles).

According with soil boron levels, two different areas were established: 1) north of Buenos Aires, south of Santa Fe, southeast of Córdoba and northeast of La Pampa, with three subareas A, B, and C (0,3-0,8 $\mu\text{g g}^{-1}$) and 2) southeast of

Buenos Aires province ($0,8-1,2 \mu\text{g g}^{-1}$). Almost the same boron content was found in the upper soil layer and the one underneath. So it is suggested that boron can be evaluated taking samples from the upper soil layer only. No seasonal variation was found between the two sampling dates: only a slight trend was found in area 2.

Boron concentration in plant was always higher than critical values mentioned in the literature. No relationship was found between plant boron content early in the growing season and at anthesis. Average boron concentration values were established for areas 1A, 1B, 1C and area 2 at two growing stages.

It was concluded that soil boron content must be considered with other soil and climate parameters to give a good estimate of available boron for the sunflower crop.

Key words: available boron, boron in sunflower plants, Argentine soils.

INTRODUCCION

El estudio de la mayoría de los micronutrientes ha estado postergado en nuestro medio y el boro es un fiel exponente de ello, debido posiblemente a las dificultades que tradicionalmente ha presentado su determinación. Mizuno et al. (1976), trabajando con suelos de Pergamino, General Pinto, Villegas (provincia de Buenos Aires), Anguil, General Pico (provincia de La Pampa), Los Ralos (provincia de Tucumán) y Aimogasta (provincia de La Rioja), detectaron buenos niveles de boro disponible para la mayoría de los cultivos. En la zona de influencia del Río Bermejo en la Pcia. de La Rioja (Nijensohn, 1960; Pizarro y Braun, 1963; Ratto de Miguez et al., 1984) y en la zona de influencia del Río Dulce en Tucumán y Jáchal en San Juan, existen problemas de exceso de boro soluble en suelo que actúa como condicionante de la producción por su toxicidad. En esos lugares el problema se centra en la calidad del agua usada para el riego que contiene elevadas cantidades de boratos.

Con referencia a las deficiencias del elemento, se han hecho estudios en Colonia Benítez (Chaco) en relación al cultivo de algodón y según las experiencias realizadas, aplicaciones de 5 kg ha^{-1} de bórax provocaron aumentos de hasta 18,7 % en la producción (Ríos, comunicación personal). Se han detectado síntomas de deficiencia en hoja de plantaciones de olivo en Aimogasta y Catamarca (Diggs, 1971) y en plantaciones de citrus en Concordia (Schatz, 1967; Schatz y Drescher, 1968). En la zona del valle de Río Negro se estudió el contenido de boro en aguas de riego y en hojas de manzano.

En el año 1971 Diggs inició una serie de ensayos de campo que se prolongaron por tres años para evaluar la respuesta de la alfalfa a la fertilización con boro. Las respuestas oscilaron entre 0 y 40 % de aumento en peso seco. En estos casos no fue posible indicar una sintomatología de deficiencia clara.

En los últimos años ha cobrado importancia

en nuestro país el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.). Ello obedece a una serie de razones entre las que se cuentan la adaptación del cultivo a diferentes suelos, el notable avance genético en la producción de híbridos y las posibilidades de colocación del producto en los mercados externos. Todo esto ha llevado a ajustar los mecanismos que aseguren una mayor producción. Cuando se contempla el aspecto fertilidad del suelo, surge que el girasol, además de los clásicos requerimientos de nitrógeno y fósforo, es particularmente exigente en boro, siendo este elemento con frecuencia causante de importantes mermas en la producción (Blamey, 1976).

Apoyados en esta urgencia del medio y conscientes de la necesidad de contar con una información básica que permitiese conocer los niveles del elemento disponible en suelo se programó este trabajo. El objetivo del mismo es, fundamentalmente, conocer el nivel de boro disponible en los suelos pampeanos, tratando de identificar y delimitar áreas con diferentes niveles de boro disponible. Este conocimiento permitirá hacer un diagnóstico más preciso de las necesidades de fertilización.

MATERIALES Y METODOS

Durante las campañas 1985-86, 1986-87, 1987-88 y 1988-89 se trabajó sobre lotes de producción de girasol ubicados en el noroeste, centro y sudeste de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe, sudeste de Córdoba y noreste de La Pampa. Dentro de los lotes, cuyas superficies oscilaron entre 30 y 120 hectáreas, se escogió una superficie representativa del mismo que oscilase entre el 15 y 20 % de la superficie y sobre esa parcela se establecieron las estaciones de toma de muestra a razón de 1,3 por hectárea. A partir de esa estación de muestreo se tomaron muestras compuestas de 10 submuestras, tanto de suelos como de vegetales.

Suelos: las muestras se extrajeron en dos oportunidades a lo largo del ciclo del cultivo, a los 30

días de la siembra y en floración y a dos profundidades, 0-20 y 20-40 cm. Todos los suelos muestreados pertenecen al orden Molisoles, principalmente Argiúdoles y Haplúdoles, con la excepción de un lote de la campaña 1988-89 correspondiente al orden Entisol. En total se procesaron 711 muestras de suelo por triplicado.

Vegetales: Las muestras se tomaron en las mismas estaciones y oportunidades citadas para suelos. En la primera oportunidad se tomaron plántulas de hasta 30 días de emergencia con corte a nivel de suelo y en la segunda, en plena floración (R5-1 R5-9) se tomaron las dos hojas superiores con inclusión del pecíolo. Se procesaron por triplicado 400 muestras vegetales.

Análisis químicos: El boro en suelo se extra-

jo con CaCl_2 0,02 M a ebullición y la determinación colorimétrica se efectuó con Azometina-H. En vegetales se efectuó una digestión con HNO_3 a 90°C (Havlin y Soltanpour, 1981) y la colorimetría se desarrolló con Azometina-H (Ratto de Miguez et al., 1985).

En suelo se hicieron determinaciones de pH en suspensión acuosa, relación suelo-agua 1:2.5 (pH actual) mediante potenciómetro; carbono total por el método Walkley y Black; nitrógeno total por el método Kjeldahl modificado por Conti et al. (1976); fósforo asimilable según el método de Bray 1 (Bray Kurtz, 1945) y calcio de cambio siguiendo la técnica del acetato de amonio 1N pH 7 (modificaciones de Richter et al., 1982). Los datos obtenidos figuran en la Tabla 1.

Tabla 1. Intervalos del contenido de carbono total (Ct), pH, calcio de cambio (Ca), nitrógeno total (Nt) y fósforo disponible (P) para los suelos estudiados.

Ct (%)		pH		Ca ($\text{mmol}_c \text{ kg}^{-1}$)		Nt (%)	P ($\mu\text{g g}^{-1}$)
0-30 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	0-20 cm
0,65-3,25	0,52-2,28	5,5-6,35	5,9-7,19	5,22-15,6	6,44-15,5	0,11-0,37	21,0-100,3

Análisis estadístico: Se efectuaron análisis de la variancia para separar, dentro de cada campaña, los suelos que presentaran contenido diferente de boro. Idéntico tratamiento recibieron las muestras vegetales. En los casos de diferencias significativas entre medias se aplicó la prueba de Scheffé (Steel y Torrie, 1985). Para las comparaciones en el nivel de boro entre la primera y segunda toma de muestra y entre las dos profundidades consideradas se aplicó el análisis de la variancia.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 figuran los contenidos promedio de boro en suelo para las dos tomas de muestra y las cuatro campañas. Entre paréntesis están los coeficientes de variación porcentual correspondientes. Los valores de la capa superficial (0-20 cm) oscilaron entre 0,39 y $1,25 \mu\text{g g}^{-1}$. En su mayoría superaron el valor crítico sugerido de $0,5 \mu\text{g g}^{-1}$ (Bradford, 1966). Para la profundidad 20-40 cm los valores estuvieron entre 0,33 y $1,28 \mu\text{g g}^{-1}$, sin que se presentasen diferencias estadísticamente significativas entre las dos profundidades, salvo algún caso aislado en el que la diferencia se resolvió a favor del horizonte superficial (Salto, Piedritas, Miramar y Diego de Alvear para una de las tomas de muestra de la campaña 1986-87 y Diego de Alvear para una toma de

muestra de la campaña 1987-88). En general se observó una ligera disminución de los valores en la capa 20-40 cm que no alcanzó a ser estadísticamente significativa.

Tabla 2. Contenidos promedio de boro en suelo ($\mu\text{g g}^{-1}$) para las dos tomas de muestra y las cuatro campañas.

Años	Primera toma		Segunda toma	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
1985-86	—	—	0,58-1,23 (12,2-26,9)	0,43-1,28 (9,4-42)
1986-87	0,47-0,93 (9,5-36,5)	0,40-0,85 (8,1-70,0)	0,39-1,25 (13,6-32,8)	0,33-1,23 (12,0-47,0)
1987-88	0,54-1,22 (5,08-39,1)	0,35-1,0 (14,5-33)	0,46-0,98 (7,5-32)	0,30-0,88 (6,1-33,5)
1988-89	0,46-0,57 (28,1-45,5)	0,43-0,61 (15,3-32,0)	0,40-0,77 (9,13-19,7)	

Entre paréntesis coeficientes de variación porcentual mínimos y máximos de las áreas muestreadas.

Con referencia a la variación en los valores de boro entre la primera y segunda toma de muestra, sólo a nivel superficial y para suelos de la zona sudeste (Balcarce y Miramar) se encontraron

diferencias que resultaron estadísticamente significativas. Estas diferencias se tradujeron en un aumento de boro en la segunda toma de muestra, que puede ser atribuido a una mayor mineralización de la materia orgánica, estimulada por la temperatura de los meses estivales. En Gral. Pinto, en la campaña 1986-87, se observó una disminución en el valor de boro extractable en la segunda toma con respecto a la primera que tuvo significancia estadística. Esto puede relacionarse con un lavado de boro soluble ya que en la campaña analizada se produjeron lluvias excepcionales en los meses de verano que, en los ensayos controlados, oscilaron en el mes de febrero entre 398 y 454 mm, totalizando de noviembre a febrero de 712 a 719 mm.

Se aplicó el análisis de la variancia para detectar diferencias entre valores de boro en la capa superficial de las áreas muestreadas en cada una de las campañas. El mismo procedimiento se siguió con los datos correspondientes a la capa subsuperficial. Las diferencias halladas se individualizaron mediante el test de Scheffé. Se evidenciaron así distintos contenidos de boro entre los suelos de la zona sudeste de la provincia de Buenos Aires y los del noroeste de la misma. Para la capa subsuperficial las tendencias fueron las mismas. Los valores más elevados de boro se hallaron en el sudeste de la provincia de Buenos Aires mientras que los más bajos se orientaron hacia el norte y noroeste de la misma. En base a este primer análisis se separaron los suelos con valores más bajos en la Zona 1 y los de valores más elevados en la Zona 2 (Fig. 1 y 2).

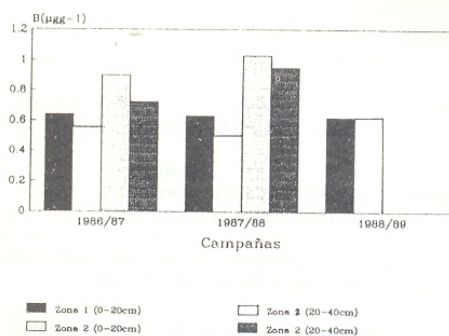


Fig. 1. Boro en suelos. Primera toma de muestra.

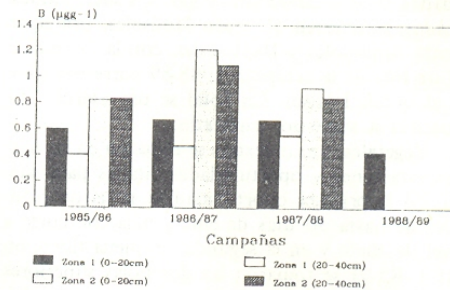
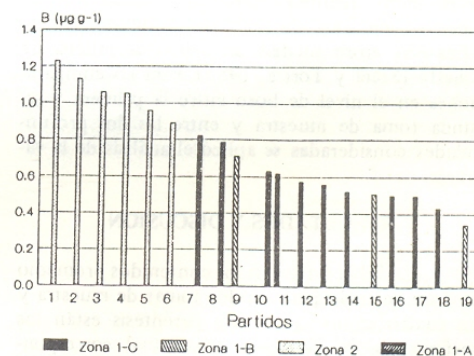


Fig. 2. Boro en suelos. Segunda toma de muestra.

A los promedios de los datos de boro disponible obtenidos en las cuatro campañas se sumaron datos no publicados de contenidos de boro en suelo en los partidos de Rojas, Necochea, Tres Arroyos y los de un trabajo que utiliza idéntica metodología (Ratto de Miguez, 1989) que incluye datos de los partidos de Chacabuco, Bragado, Rojas, Colón y Salto y el departamento de Gral. López. Los promedios obtenidos, ordenados por partido, se presentan en la Fig. 3.



Referencias
1-Lobería
2-Necochea
3-Azul

Referencias

1- Lobería. 2- Necochea. 3- Azul. 4- General Alvarado. 5- Balcarce. 6- Coronel Suárez. 7- Colón. 8- Marcos Juárez. 9- Salto. 10- General López. 11- Villegas. 12- General Roca. 13- 25 de Mayo. 14- Lincoln. 15- Rojas. 16- Bragado. 17- General Pinto. 18- General Pico. 19- Chacabuco.

Fig. 3. Contenidos promedio de boro en suelos.

Los valores de boro de Lobería, Miramar y Balcarce se asemejaron a los de Coronel Suárez (Huanguelén). Son los más elevados y se ubicaron en el intervalo de $0,8$ a $1,2 \mu\text{g g}^{-1}$. Los valores de Azul, poco numerosos en este trabajo, se asimilaron a este grupo por considerarse conjuntamente con datos no publicados que se hallaron en el intervalo de $1,0$ - $1,5 \mu\text{g g}^{-1}$. Los suelos de Necochea y Tres Arroyos también se incluyeron en este grupo por la proximidad geográfica y por los resultados obtenidos que se dan a continuación: Necochea, $n = 9$; promedio de boro disponible $1,22 \mu\text{g g}^{-1}$, coeficiente de variación $11,16 \%$; Tres Arroyos, $n = 9$ promedio de boro disponible $0,77 \mu\text{g g}^{-1}$, coeficiente de variación $13,86$. Quedó así delimitada la aquí llamada zona 2 que abarca el sudeste de la provincia de Buenos Aires, con valores de boro de medios a altos. Abarca los partidos de Necochea, Lobería, Balcarce, Gral. Alvarado, Tres Arroyos, Azul y Coronel Suárez (Fig. 3 y 4).

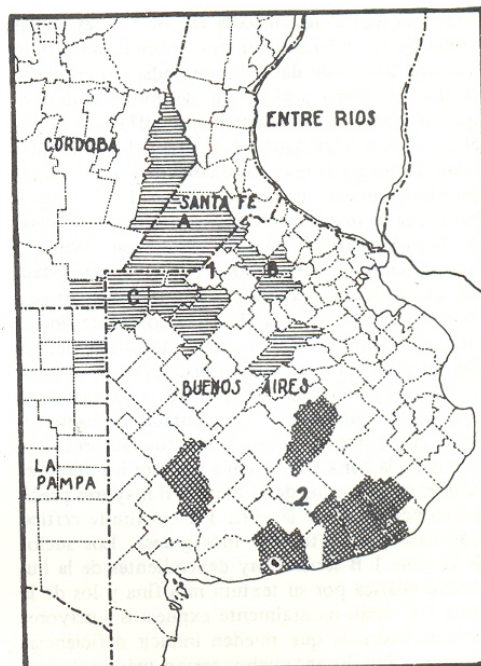
En el centro, norte y noroeste de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe, sudeste de Córdoba y noreste de La Pampa el panorama es más complejo. Los valores promedio no difieren estadísticamente entre sí por la dispersión o coeficiente de variación dentro de cada área. A pesar de ello, pueden separarse los promedios si se descartan los valores extremos. Los suelos de Gral. López (Santa Fe), Colón (Buenos Aires) y Marcos Juárez (Córdoba) presentaron valores que oscilaron entre $0,6$ y $0,8 \mu\text{g g}^{-1}$. Al norte de la provincia de Buenos Aires, en Salto, Rojas y Chacabuco se detectó la coexistencia de valores medios a altos ($0,6$ - $0,8 \mu\text{g g}^{-1}$) con valores muy bajos ($0,29$ y $0,38 \mu\text{g g}^{-1}$) que convirtieron a esta zona en menos predecible por oscilar entre la suficiencia e insuficiencia de acuerdo al valor crítico de $0,5 \mu\text{g g}^{-1}$ (Bradford, 1966). Hacia el oeste, en los partidos de Lincoln, Gral. Pinto, Bragado, 25 de Mayo, Gral. Villegas (Buenos Aires), Gral. Roca (Córdoba) y Gral. Pico (La Pampa) se encontraron los valores más bajos de boro disponible, entre $0,4$ y $0,6 \mu\text{g g}^{-1}$.

Se reconocieron dentro de la zona norte tres áreas diferentes:

Zona 1 A: Abarca los departamentos de Gral. López (Santa Fe) y Marcos Juárez (Córdoba) y el partido de Colón (Buenos Aires) con valores medios de boro disponible ($0,6$ - $0,8 \mu\text{g g}^{-1}$).

Zona 1 B: Abarca los partidos de Rojas, Salto, Chacabuco (Buenos Aires) con valores bajos y medios de boro disponible ($0,3$ - $0,8 \mu\text{g g}^{-1}$).

Zona 1 C: Abarca los partidos de Lincoln, Gral. Pinto, Villegas, Bragado y 25 de Mayo (Buenos Aires), y los departamentos de Gral. Roca



Zona 1

- Subzona 1A: Partidos de Marcos Juárez (Córdoba), Gral. López (Santa Fe) y Colón (Buenos Aires).
- Subzona 1B: Partidos de Rojas, Salto y Chacabuco (Buenos Aires).
- Subzona 1C: Partidos de 25 de Mayo, Lincoln, Gral. Villegas, Bragado (Buenos Aires), Gral. Roca (Córdoba) y Gral. Pico (La Pampa).

Zona 2

- Partidos de Gral. Alvarado, Balcarce, Necochea, Tres Arroyos, Azul, Lobería y Coronel Suárez (Buenos Aires).

Fig. 4. Agrupación de los suelos estudiados por contenido de boro disponible.

(Córdoba) y Gral. Pico (La Pampa). Los valores oscilaron alrededor del nivel crítico ($0,4$ - $0,6 \mu\text{g g}^{-1}$ de boro disponible).

Para comprender mejor el significado de esta separación por zonas en la que se tuvieron en cuenta tanto los contenidos de boro como la proximidad geográfica, es necesario hacer algunas consideraciones. La absorción de boro por la planta depende del tenor de boro disponible y de otros factores edáficos y ambientales que influyen poderosamente. El boro está presente habitualmente en el suelo, en los intervalos de pH más frecuentes

como molécula no ionizada (H_3BO_3) y es el más móvil de los micronutrientes, siendo adsorbido con una fuerza de débil a intermedia por arcillas y óxidos de hierro y aluminio, de donde se deduce que su dinámica está fuertemente influenciada por el movimiento de agua en el perfil. La disponibilidad de agua y la textura se constituyen, de acuerdo a lo enunciado, en factores claves. Está comprobado que la textura más gruesa disminuye el nivel de "límite crítico" (Wear y Patterson, 1966) y que el tenor de agua influye por su oportunidad. En las épocas de máximos requerimientos del cultivo se necesita de una fluída y constante liberación del elemento a la solución del suelo, dependiendo esto del contenido hídrico. Por lo expuesto, las diferencias de boro entre las zonas 1 A, 1 B y 1 C pueden verse aumentadas o disminuidas según como se conjuguen estos factores. Los suelos de la zona 1 A tienen a su favor los mayores valores de boro, los de la zona 1 B mayores precipitaciones y los de la zona 1 C un límite crítico más bajo por la textura más gruesa. Los suelos de la zona 1 B serían muy dependientes de la humedad edáfica por su textura más fina y los de la zona 1 C están naturalmente expuestos a mayores déficits hídricos que pueden inducir deficiencias de boro. Por lo antedicho, serían más probables o frecuentes los casos de deficiencias de boro en los suelos de las zonas 1 B y 1 C.

Los resultados de los valores de boro obtenidos en planta figuran en la Tabla 3. En la primer toma de muestra (plántula) oscilaron entre 20,8 y 72,5 $\mu g\ g^{-1}$. Las diferencias entre ensayos para las campañas 1986/87 y 1988/89 fueron apenas significativas ($P \leq 10\%$) y los valores más elevados correspondieron a Balcarce (Zona 2).

Tabla 3. Contenidos promedio de boro en vegetal ($\mu g\ g^{-1}$) para las dos tomas de muestra y las cuatro campañas.

Años	Primera toma	Segunda toma
1985-86	--	26-173 (25-60)
1986-87	20,8-35,6 (3,2-26,5)	67,4-153,6 (9,79-43,7)
1987-88	37,5-72,5 (5,11-43,3)	106-178,5 (7,17-27,4)
1988-89	39,0-42,3 (11,3-23,04)	109,3-147,7 (14,2-23,5)

Entre paréntesis coeficientes de variación porcentual mínimos y máximos de las áreas muestreadas.

En la segunda toma de muestra y para las cuatro campañas evaluadas los valores de concentración más bajos se dieron en Balcarce, Miramar y 25 de Mayo, mientras que los mayores estuvieron en Salto y Diego de Alvear ($P \leq 5\%$).

Para la primer toma de muestra la zona 1 presenta menor contenido de boro en planta que la zona 2. Dentro de la zona 1, los valores correspondientes a 1 A y 1 C son casi idénticos y ligeramente mayores a los de la zona 1 B, considerando los valores promedio de todas las campañas evaluadas. En la segunda toma de muestra efectuada en floración, estado fenológico más representativo de la absorción de boro por la planta, los menores valores correspondieron a los girasoles de la zona sudeste. La época de toma de muestra tuvo influencia decisiva sobre el tenor de boro en planta, ya que en la primer toma de muestra la concentración de boro fue mayor en las plántulas de la zona 2 y en la segunda toma de muestra en la zona 1. Las zonas 1 A y 1 C coincidieron en sus valores de concentración de boro en planta para ambas tomas de muestra, a pesar de las diferencias de boro en suelo. De acuerdo con los valores hallados se establecieron intervalos de concentración de boro en planta para floración superiores en todos los casos a los valores estimados críticos por la bibliografía (Shorrocks, 1984).

	Boro en suelo	Boro en floración ($\mu g\ g^{-1}$) Intervalo
Zona 1	Subzona 1A y 1C	110-120
	Subzona 1B	120-150
Zona 2		70-110

Estos niveles de boro en planta dados para cada zona conllevan cierta dispersión evaluada a través del coeficiente de variación, atribuible a diversos factores. Por un lado existen variaciones importantes en la concentración de boro entre pecíolo, nervadura y borde de la hoja (Oertli, 1960), variando también con el estado fenológico, la situación hídrica del cultivo y el híbrido considerado. A este respecto Blamey et al. (1979 y 1980) consideran que se debe establecer un nivel crítico para cada cultivar no extrapolable a otros. En este trabajo no se discriminó entre híbridos ya que se intentó una caracterización más general y se utilizó, a lo largo de las cuatro campañas, material genético diverso.

En este estudio, los mayores valores de boro en suelo, determinados en la zona 2, se tradujeron en los menores valores de boro en planta en floración, indicando un grado de aprovechamiento diferente. Esto confirma la importancia del conoci-

miento del ambiente agro-edafo-climático al efectuar la interpretación de los datos analíticos y la necesidad de avanzar en la calibración regional para cultivos y elementos. Esto permitirá una mejor identificación y cuantificación de las variables que condicionan la posibilidad de satisfacer en grado óptimo las necesidades de las plantas.

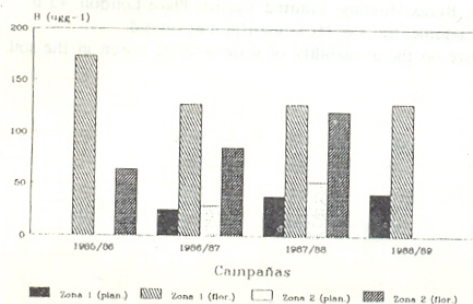


Fig. 5. Boro en vegetal. Primera y segunda toma de muestra.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el contenido de boro en-

contrado se pueden separar los suelos de la región girasolera considerada en dos zonas: Zona 1 (norte de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe, sudeste de Córdoba y noreste de La Pampa, con tres subzonas: A, B y C) y Zona 2 (sudeste de la provincia de Buenos Aires).

La escasa diferencia en el contenido de boro entre la capa superficial y subsuperficial permite evaluar la disponibilidad de boro en el perfil con una muestra superficial solamente.

No se encontró tendencia definida de variabilidad estacional entre la primera y segunda toma de muestra, pudiendo atribuirse las variaciones halladas a factores exógenos.

La concentración de boro en plantas de girasol superó los valores críticos mencionados en la bibliografía y el valor determinado en la primera toma de muestra no fue representativo de la absorción en floración.

Se determinaron niveles de concentración de boro en plantas de girasol para dos estados fenológicos y para las zonas 1A, 1B 1 C y 2.

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis de la necesidad de evaluar el contenido de boro en suelo conjuntamente con otras variables edafoclimáticas para que se constituya en un estimador confiable de la disponibilidad del elemento para las plantas.

REFERENCIAS

- Blamey, F. P. C., 1976. Boron nutrition of sunflowers (*Helianthus annuus* L.) on an Avalon medium sandy loam. *Agrochimica* 8: 5-10.
- Blamey, F. P. C.; D. Mould y J. Chapman, 1979. Critical boron concentrations in plant tissues of two sunflower cultivars. *Agron. J.* 71: 243-247.
- Blamey, F. P. C.; W. J. Vermeulen y J. Chapman, 1980. Variations within sunflower cultivars and inbred lines in leaf composition. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* 11: 1067-1075.
- Bradford, G. R., 1966. Boron. En: Chapman H. D. (Ed.). *Diagnostic criteria for plants and soil*. Univ. Calif. Riverside. Pág. 33-61.
- Bray, R. H. y L. T. Kurtz, 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Conti, M.; M. Richter y L. Giuffré, 1976. Método de determinación rápida de nitrógeno en el suelo. IDIA. Julio-Diciembre: 119-122.
- Diggs, C. A., 1971. Informe técnico elevado a Boroquímica SAMICAF. 10 p.
- Havlin, J. L. y P. N. Soltanpour, 1980. A nitric acid plant tissue digest method for use with inductively coupled plasma spectrometry. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 11: 969-980.
- Mizuno, I.; A. Núñez y S. Ratto, 1976. Boro en algunos suelos argentinos. IDIA. Supl. N° 33. VII Reunión de Suelos. AACS. Pág. 124-128.
- Nijensohn, L., 1960. Intoxicación de vides por cloruros. *Bolet. Técnico* N° 2. Instituto Provincial Agropecuario. Mendoza.
- Oertli, J. J., 1960. The distribution of normal and toxic amounts of boron in leaves of Rough Lemmon. *Agron. J.* 52: 530-532.
- Pizarro, O. C. y R. H. Braun, 1963. Intoxicación bórica en vides de La Rioja, IDIA Pág. 13-19.
- Ratto de Miguez, S.; Z. M. de Sesé; H. Canelo e I. Mizuno, 1984. Estudio del contenido de boro en suelos y aguas de la provincia de La Rioja mediante el uso de azometina-H. *Ciencia del Suelo* 2: 37-43.

- Ratto de Miguez, Z. M. de Sesé e I. Mizuno, 1985. Boro: determinación de su contenido en suelo y en plantas utilizando azometina-H. *Rev. Fac. de Agronomía. UBA* 6: 189-197.
- Ratto de Miguez, S., 1989. Micronutrientes en suelos y en plantas de maíz en el norte de la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fe. Tesis de Master en Ciencias del Suelo. Escuela para Graduados. FAUBA-INTA. 244 p.
- Richter, M.; M. Conti y G. Maccarini, 1982. Mejoras en la determinación de cationes intercambiables, acidez intercambiable y capacidad de intercambio catiónico en suelos. *Rev. Fac. de Agronomía*, 3: 145-155.
- Schatz, A., 1967. Estudio edafológico de la zona cítrica de Yuquerí, Concordia, Entre Ríos. INTA. Serie Técnica 15.
- Schatz, A. y R. Drescher, 1968. Reconocimiento del estado de nutrición de las plantas cítricas de la zona Concordia mediante el análisis foliar. INTA. Serie técnica 2.
- Shorrocks, V. M., 1984. Boron deficiency, its prevention and cure. Borax Holdings Limited. Carlisle Place London. 43 p.
- Steel, R. G. D. y H. Torrie, 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Ed. Mc Graw-Hill. Capítulo 8.
- Wear, J. L. y R. M. Patterson, 1962. Effect of soil pH and texture on the availability of water-soluble boron in the soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 26: 344-346.