

T1988PRO55

DEFICIENCIAS DE BORO EN GIRASOL,
ESTUDIOS EN CULTIVOS A CAMPO EN LA PRADERA PAMPEANA.

C.A. Diggs(1), M.S. Ratto de Miguez(2), V.M. Shorrocks(3)

RESUMEN

Con el objetivo de estudiar el efecto del boro en los rendimientos y correlacionar el contenido de boro en suelos, hojas y respuestas, se realizaron durante 1985 y 1986, 20 experiencias a campo sobre girasol (Helianthus annuus L.) en cuatro regiones de la pradera pampeana Argentina.

Los trabajos se concretaron en distintos tipos de suelos (arenosos, franco arenosos y franco arcillosos), representativos de la mayor parte de los suelos destinados a este cultivo en dicha área. Las determinaciones de boro se realizaron colorimetricamente mediante el método de la Azometina-H, utilizado por primera vez en Argentina para estudiar las deficiencias del elemento. Fueron evaluadas respuestas a aplicaciones foliares en altas y bajas concentraciones, en aplicaciones aéreas (bajo volumen) y terrestres (alto volumen) y en dos épocas vegetativas de desarrollo (30 días postemergencia y botón floral-R3). Se reconocieron síntomas leves, moderados y severos de deficiencias de boro, en líneas padres y en híbridos comerciales. Los síntomas que con mayor frecuencia se observaron a campo en las experiencias que dieron respuesta, son las siguientes: Hojas jóvenes amarillentas, pequeñas y a veces deformadas y rugosas, encrespamiento internerval, deformación de hojas, acortamiento de entrenudos, necrosis medular en la parte superior del tallo debajo del capítulo, ruptura de tallo (knife cut), deformación de capítulos. Se verificó que la deficiencia de boro en girasol ocurre en Argentina y que buenas respuestas (del orden del 20%), pueden obtenerse mediante aplicaciones foliares del nutriente.

BORON DEFICIENCY IN SUNFLOWER,
STUDIES ON FIELDS CROPS IN THE PAMPAS OF ARGENTINA.

ABSTRACT

During 1985 and 1986, 20 field experiments were carried out on sunflower (Helianthus annuus L.), in four regions in the Pampas of Argentina, with the objectives of studying the effect of boron on the yield and of correlating soil and plant boron levels with yield.

Trials were done on different types of soils (sand, sandy loams and clay loams), representing the major sunflower growing soils of the Pampas. Boron was determined colorimetrically using Azometine-H by a modified method used the first time in Argentina to study boron deficiencies. Responses to foliar boron applied either at high concentration (low volume from aircraft) or at low concentration (high volume from ground equipment) and at two vegetative stages (30 days after emergence and flower button-R3) were evaluated. Slight, moderate and severe boron deficiency symptoms were recognised in different lines and commercial hybrids. The most commonly observed symptoms found in fields where responses were obtained were: small, yellow young leaves sometimes deformed and crinkled; interveinal crinkling, malformed leaves, internode restriction, pith necrosis in the upper stem below the capitulum, breaking of the stem (knife-cut), malformed flowers and heads. It was confirmed that boron deficiency occurs on sunflower in Argentina and that good responses (of up to 20%) can be obtained from foliar treatment with boron.

-
- 1) Consultant Agronomist. Le Breton 5076 2°B (1431) Buenos Aires-Argentina
 - 2) Soil Dpt. Agronomy Faculty. Av. San Martín 4453(1417) Buenos Aires-Argentina
 - 3) Micronutrient Bureau. Cons. Agr. Borax Hold. Ltd. Carlisle Place, London SW1P 1HT

INTRODUCCION

Aproximadamente 2,4 millones de hectáreas de girasol, se siembran anualmente en Argentina, de las cuales el 90% se cultivan en la denominada pradera pampeana. La producción anual oscila en 2,6 millones de toneladas con un rendimiento medio de 1,300 kg/ha cosechada.

La tecnología actual del cultivo se basa en la utilización de híbridos de alto potencial de rendimiento y técnicas de cultivo en cuyo conjunto de variables se incluye herbicidas e insecticidas. Los cultivos desarrollan con la fertilidad natural y actual de los campos sin utilización de fertilizantes.

La importancia del boro en el girasol, surge del hecho que es el microelemento que con mayor frecuencia limita la producción en este cultivo.

Probablemente haya sido Blamey(2) quién identificó y describió por primera vez la sintomatología de la deficiencia de boro en girasol, en condiciones de campo.

En Argentina no existen antecedentes que ilustren sobre el nivel nutricional actual, ni reconocimiento sintomatológico alguno, excepto en áreas y particularmente en líneas genéticas que evidencian un problema serio o grave. En consecuencia se supone existe un nivel nutricional aceptable, en términos generales.

El presente trabajo tuvo como objetivo fundamental, la realización del reconocimiento sintomatológico en algunos híbridos comerciales y líneas genéticas tratando de encontrar relaciones entre los contenidos de boro en suelos y tejidos vegetales, con las modificaciones de rendimientos obtenidas mediante aplicaciones foliares del nutriente.

Las fertilizaciones se realizaron en cuatro zonas de la pradera pampeana: Centro de Bs.As. sobre suelos francos a franco arcillosos, Noroeste de Bs.As. Sud de Sta.Fe y Sud de Cba. sobre suelos franco arenosos, Oeste de Bs.As. sobre suelos arenosos y Sudeste de Bs.As. sobre suelos francos con alto contenido de materia orgánica.

MATERIALES Y METODOS

Sobre lotes sembrados con girasol (30-120 has), se marcó una franja donde se realizarían los futuros tratamientos foliares, de forma tal que la superficie delimitada no fuera menor al 10% de la superficie del lote elegido.

La elección de los lotes se basó exclusivamente en el stand de plantas logradas al momento de la observación y la correspondiente uniformidad de distribución.

Los muestreos se realizaron en dos épocas diferentes:

- a) Con plántulas de hasta 30 días de emergencia, con muestreo de la totalidad de la plántula con corte a nivel de suelo, y en los mismos sectores, muestras de suelo en los niveles 0-20 y 20-40cm.
- b) En plena floración (R5,1-R5,9), con muestreo de las dos hojas superiores incluyendo pecíolos y muestras de suelos en los niveles 0-20 y 20-40cm.

En ambas épocas se hizo el reconocimiento sintomatológico.

Se trabajó con dos aplicaciones foliares por ciclo. La primera con cultivos de 40-50cm de altura y la segunda a partir de la separación máxima del botón floral (R3-R4). Para las aplicaciones se utilizaron indistintamente equipos aéros y/o terrestres.

Como fuente de boro, se utilizó un borato de sodio con una pureza del 99,9% y concentración de 14%B sobre producto seco. Las dosis finalmente aplicadas por ciclo fueron 1,1 y 1,4kgB/ha.

Cada sector tratado fue cosechado despreciando borduras y considerando testigos a áreas vecinas separadas en no menos de 50mts. del sector tratado.

Las muestras obtenidas fueron analizadas por duplicado, en la Cátedra de suelos de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires y en los laboratorios de

Boroquímica SA.

La determinación de boro en suelos se efectuó por extracción con CaCl_2 0,02M a ebullición y posterior colorimetría con azometina-H, según la metodología propuesta por Ratto de Miguez et.al.1985(10). En tejidos vegetales, las determinaciones se hicieron de acuerdo con la técnica de Havlin et.al.1980(8), por digestión ácida a temperatura máxima de 90°C y posterior colorimetría con azometina-H.

20 experiencias se realizaron durante 1985 y 1986 con el sistema de trabajo explicado anteriormente, sobre una superficie total de lotes de 1220has., realizándose tratamientos en 155has.(13%), con 119 estaciones de muestreo establecidas de las que se obtuvieron 656 muestras para análisis (422 muestras de suelo y 234 muestras vegetales). Intervinieron en los ensayos, 7 híbridos comerciales y 4 líneas padres.

RESULTADOS Y DISCUSION

SINTOMAS: En cada una de las estaciones establecidas y en cada época de muestreo, se efectuó el relevamiento de síntomas de deficiencias agrupando las observaciones según la frecuencia de aparición de síntomas en cada grupo de 10 plantas muestreadas. Así se clasificaron los síntomas como de Alta frecuencia cuando el 50% o más de las plantas muestreadas tenían un síntoma determinado, Mediana con 30 y 40% , Baja con 10 y 20%.

El 85% de las experiencias mostró síntomas evidentes de deficiencias de boro. (cuadro 1).

En plántulas de hasta 30 días de emergencia, clorosis apical y fundamentalmente encrespamiento internerval fueron los dominantes. Las mayores respuestas se originaron en cultivos que tenían estos síntomas.

En plantas adultas (floración), la sintomatología observada fue la siguiente:

Hojas: el encrespamiento internerval es el síntoma de mayor difusión. No evoluciona hacia un bronceado o necrosis centripeta internerval, como se cita en la bibliografía disponible. La deformación o malformación de hojas es común pudiendo presentarse conjuntamente o no con el síntoma anterior. Con menor frecuencia se observa la clorosis de hojas vecinas al capítulo.

Tallo y pecíolos: con frecuencia se observó acortamiento de entrenudos que puede evolucionar hacia un aspecto totalmente irregular en el desarrollo del tallo (crecimiento en zig-zag). Cuando se analizaron las hojas de este tipo de plantas, se obtuvieron los valores más bajos absolutos del muestreo de todo el lote. Con cierta frecuencia un manchado longitudinal del tallo con áreas longitudinales necróticas. En casos graves y que coinciden generalmente con caída de capítulos, el daño se extiende a pecíolos de hojas.

El ahuecamiento de tallo, se presenta en el tercio superior de la planta, en el sector vecino al capítulo. La lesión se diluye en la base del capítulo y hacia el suelo. En cualesquiera de los dos extremos, comienza con una decoloración húmeda de la médula que se necrosa y finalmente en la zona media de ambos extremos se ahueca.

Capítulo: la ruptura del tallo (knife cut) y la consecuente caída de capítulos, en algunas líneas ocurre con alta frecuencia, antes que se formen las semillas. Pero también se ha observado que el debilitamiento de la base del capítulo como consecuencia del ahuecamiento del tallo, puede no terminar en caída de capítulo y también pueden caer capítulos granados. Sin dudas es el peso de la inflorescencia o del capítulo granado y su relación con la gravedad o intensidad de la lesión en el tallo, la que determina el momento fisiológico de la caída del capítulo. Malformación y deformación de inflorescencias con involución de brácteas y flores perimetrales. La desuniformidad de floración aparece con alta frecuencia. Simultáneamente pueden encontrarse ejemplares en la fase R5,1 en áreas con predominio de ejemplares en la fase R5,8. En las estaciones de los sectores tratados y con respuesta, la floración es uniforme. El quemado de bráctea es una sintomatología observada con cierta frecuencia, no observada en los sectores tratados y con respuesta.

Cuando aparece este síntoma, también aparece un daño en el receptáculo del capítulo exactamente en correspondencia con la bráctea necrosada. A veces es un exudado gomoso, a veces un área pequeña necrosada húmeda. El capítulo presenta una o dos brácteas parcial o totalmente necrosadas, ubicadas en cualquier parte de la inflorescencia.

RESPUESTAS: del total de experiencias que mostraron síntomas de deficiencias de boro, se obtuvieron respuestas positivas en el 60% de los casos. La falta de respuesta en el 40% restante, se atribuye fallas en la segunda aplicación foliar debido a la ocurrencia de precipitaciones dentro de las 24hs posteriores a dicha aplicación.

La magnitud de las respuestas obtenidas, medidas en términos de producción de granos por hectárea, promedian el 20% de aumento con relación al testigo, con extremos de 9,8 y 45%. Estos incrementos se lograron sobre testigos con rindes considerados normales a altos, por lo que el rendimiento de lotes no debe considerarse como premisa para suponer respuestas positivas a las aplicaciones de boro(3).

No se ha encontrado correlación entre las variables aumento relativo de producción versus contenido de boro en suelos, en plántulas y en hojas de plantas adultas testigo. Esto resulta lógico por cuanto el presente trabajo engloba variables específicas que por sí solas resultan en influencias decisivas. En el caso del tipo de suelos, los que tienen alto contenido de materia orgánica ($\geq 5\%$), cuentan con los valores más altos de boro en suelos en los ensayos realizados (1,20ppm). No obstante ello, el valor mínimo absoluto encontrado en las 224 muestras foliares analizadas, corresponde a este tipo de suelos (16 ppm en hojas de plantas adultas). En cuanto a los híbridos y líneas padres, cada uno tiene su propia eficiencia para absorber boro y su propia demanda(3)(4). Curiosamente hay cierta relación entre rendimientos y el contenido medio de boro en hojas tratadas. La tendencia indica que respuestas superiores al 20% se logran con un contenido de boro en hojas tratadas superior a 110ppm. En términos generales, el 70% de las respuestas se lograron con valores medios de boro en suelos en el nivel 0-20, menores a 0,53ppm. El 90% con valores medios en el nivel 20-40 menores a 0,50ppm.

Con relación al contenido medio de boro en hojas testigo, el 70% de las respuestas positivas se obtuvieron con valores menores a 93ppm.

CONCENTRACION DE SOLUCIONES: en el cuadro 2 figuran las formas de aplicación utilizadas y las concentraciones de boro en agua. Tanto las aplicaciones aéreas como las terrestre fueron efectivas en los tratamientos. Fueron utilizadas concentraciones considerablemente superiores a las recomendadas en la bibliografía ($0,3\%B_2O_3$) (11), siendo los valores extremos 0,9 y $8,2\%B_2O_3$ (0,28 y 2,5%B) en agua y expresado en peso. Ningún síntoma de toxicidad fue observado, aún en las experiencias que no mostraron sintomatología de deficiencias. No tiene influencia el volumen de solución aplicado por hectárea (22 a 200lts/ha), aunque al respecto debe considerarse riesgosa aplicaciones con menos de 30lts/ha por las dificultades de la disolución del borato y porque aumentan las posibilidades de no impactar en todas las hojas de la parte superior de la planta.

CONCLUSIONES

Se confirma la presencia de síntomas de deficiencias de boro en diferentes áreas de la pradera pampeana y sobre diferentes híbridos comerciales y líneas padres. Se identificaron clorosis y encrespamiento internerval en plántulas de hasta 30 días de emergencia. En hojas jóvenes de plantas adultas, clorosis tamaño reducido y a veces deformación. Encrespamiento internerval y deformación en hojas adultas. En tallos, acortamiento de entrenudos, necrosis longitudinal, ahucamiento y necrosis medular en el extremo superior del tallo debajo del capítulo, ruptura de tallo (knife cut). En capítulos, malformación y deformación de inflorescencias con y sin involución de brácteas, quemado de

bráctea, desuniformidad de floración.

El 85% de las experiencias realizadas mostraron síntomas de deficiencias de boro. De ellas, el 60% dió respuesta a las aplicaciones foliares del nutriente, en un promedio del 20% (9,8 a 45%) de aumento de producción con relación a testigos cuyos rendimientos fueron normales a altos.

El 40% restante se considera que no dió respuesta, debido a precipitaciones producidas en las 24hs. posteriores a la segunda aplicación foliar.

Resultaron igualmente eficientes las aplicaciones aéreas y terrestres. En el primer caso se prefiere trabajar con volúmenes no menores a 30lts/ha. No influye el volumen de solución por hectárea, en los rangos utilizados (22 a 200lts/ha). Tampoco se encontró influencia en la concentración de las soluciones (0,28 a 2,5% B p/p en agua).

Dada la información disponible actualmente en el país, el reconocimiento sintomatológico, los análisis de suelos y foliares, deben ser tomados en cuenta en conjunto a efecto de poder prever respuestas posibles a aplicaciones foliares de boro. El estudio parcializado de la información recogida y resumida en el presente trabajo, y nuevas investigaciones sobre nuestros suelos, áreas, híbridos y líneas genéticas, son necesarios para acotar los valores básicos analíticos a tener en cuenta en las recomendaciones de prácticas de fertilización boratada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresamente agradecer a las empresas y establecimientos agropecuarios y particularmente a sus respectivos personal de campo, técnicos y colegas, que posibilitaron la concreción de este trabajo básico: Boroquímica SA, Cargill SA., Comega, Cía. Continental SA., Cosufi, Estanar, FABA, Meriel Semillas SA., Santa Teresa.

REFERENCIAS

- 1) W. BERGMANN 1986. Forbatlas-Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, visuelle und analytische diagnose-VEB Gustav Fischer Verlag.
- 2) F.P.C. BLAMEY 1976. Boron nutrition of sunflowers (*Helianthus annuus* L.) on an Avalon medium sandy loam.-*Agrochemophysica* 8, 5-10
- 3) F.P.C. BLAMEY, J. CHAPMAN, D. MOULD 1978. Variation between sunflower cultivars in uptake of native and applied boron on a Doveton soil.-*Crop Production* Vol. VII 79-83.
- 4) F.P.C. BLAMEY, D. MOULD, J. CHAPMAN 1979. Critical boron concentration in plant tissues of two sunflowers cultivars.-*Agronomy Journal* V71 243-247
- 5) F.P.C. BLAMEY, J. CHAPMAN 1979. Differential response of two sunflowers cultivars to boron fertilization.-92-94
- 6) B. CARTWRIGHT, K.G. TILLER, B.A. ZARCINAS, L.R. POUNCER 1983. The chemical assessment of the boron status of soils.-*Australian Journal of Soil Research*, 21, 321-332
- 7) P. GONZALEZ FERNANDEZ, GARCIA BOUDIN 1985. La deficiencia de boro en el girasol cultivado en España.-XI International Sunflower Conf. VI 243-248
- 8) J.L. HAVLIN, P.N. SOLTAMPOUR 1980. A nitric acid plant tissue digest method for use with inductively coupled plasma spectrometry.-*Commun. in Soil and Plant Analysis* 11(10):969-980
- 9) A. MERRIEN, ARJAURE, C. MAISONNEUVE 1986. Nutrient requirements of sunflower under French conditions.-*CETIOM Inf. Tec.* N°95 8-19
- 10) S. RATTO de MIGUEZ, Z.M. de SESE, I. MIZUNO 1985. Boro, determinación de su contenido en suelo y en plantas, utilizando azometina-H.-*Revista Facultad de Agronomía UBA* 6(3):189-197
- 11) V.M. SHORROCKS 1984. Boron deficiency its prevention and cure.-*Borax Holdings Ltd. Carlisle Place London*

Cuadro 1 DESCRIPCION DE ENSAYOS Y RENDIMIENTOS

	LOCALIDAD	(1)	RENDIMIENTO (Kg/ha)		(2)	(3)	FREC. SINTOMA				
			Línea	Híbrido			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A.-CULTIVOS CON SINTOMAS Y CON RESPUESTAS.	1	25 de Mayo	S405	1906-2331	22,3	10,4	A	H	A	A	FA
	2	Pasteur	G1700	2148-2548	18,6	8,5	ND	A	B	A	A
	3	Balcarce	G100	2574-3044	18,3	11,0	A	H	M	A	HO
	4	25 de Mayo	SB254	1314-1496	13,9	9,0	ND	H	M	B	FA
	5	G.Pinto	HE °	717-1040	45,0	9,5	A	A	B	A	A
	6	D.de Alvear	CA °	390-500	28,2	7,0	H	M	-	M	A
	7	Lincoln	HE °	901-1107	22,9	9,5	A	A	-	M	A
	8	D.de Alvear	CA °	491-600	22,2	7,0	H.	H	B	H	A
	9	Arias	CA5 °	380-447	17,6	9,9	B	M	B	A	A
	10	G.Pinto	HE °	1189-1305	9,8	9,0	B	M	B	A	F
B.-CULTIVOS CON SINTOMAS Y SIN RESPUESTAS	11	Hiramar	G1600	2689-2822	5,3	9,8	B	A	A	B	HO
	12	Huanguelén	G1600	1320-1370	3,8	10,0	A	M	M	M	FAR
	13	Balcarce	SG380	1819-1853	1,9	9,7	ND	H	A	A	HO
	14	Piedritas	CA7 °	950-965	1,6	7,0	B	A	-	A	A
	15	Pasteur	G1600	2641-2590	-0,6	9,5	A	A	-	H	FA
	16	Hiramar	G1600	2660-2590	-2,6	10,7	ND	B	B	M	HO
	17	Arias	CA °	224-207	-7,6	12,4	ND	H	A	M	A
C.-CULTIVOS SIN SINTOMAS	18	Gaham	CA °	919-963	4,8	11,8	B	-	-	B	FAR
	19	Huanguelén	G1600	2240-2290	2,2	9,5	B	-	-	-	FAR
	20	Loberfa	SB254	2460-2300	-6,5	10,5	-	-	-	-	HO

(1) Híbrido o Línea (2) Aumentos de producción% (3) Humedad de cosecha (4) En plántulas
 (5) En hojas (6) En tallo (7) En capítulo (8) Tipo de suelo: A=arenoso FA=franco arenoso
 FAR=franco arcilloso HO=franco con alto contenido de materia orgánica

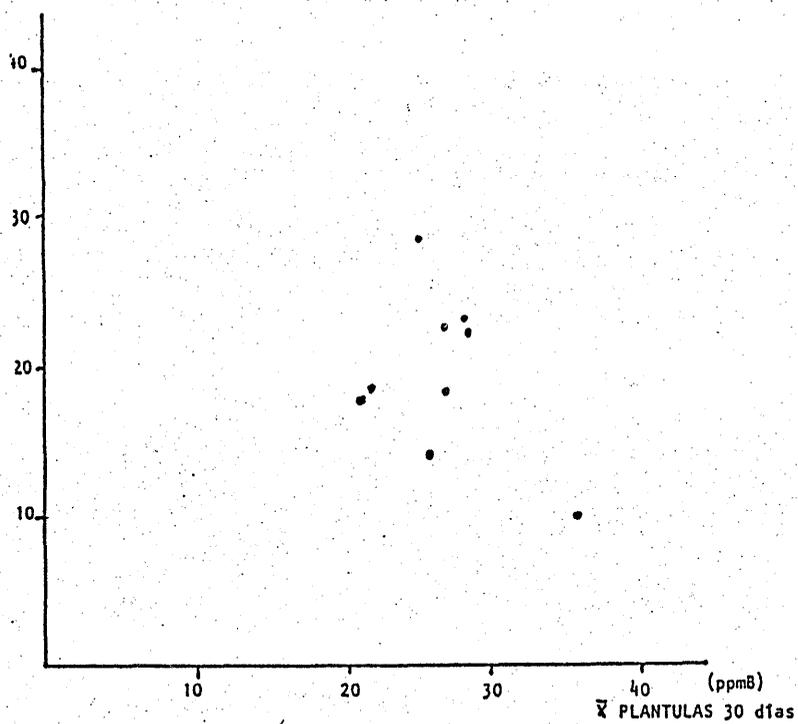
A = Alta, B = Baja, M = Mediana, ND = No Disponible

Cuadro 2 DOSIS DE B, CONCENTRACIONES

	1a. Aplicación		2a. Aplicación		DOSIS		CONCENTR. en Agua	
	Tipo	Vol. (lts/ha)	Tipo	Vol. (lts/ha)	Kg. B/ha/ciclo	%B ₂ O ₃	%B	
1	A	30	A	30	1,1	6,0-6,0	1,83	
2	A	40	A	40	1,1	4,5-4,5	1,38	
3	T	200	T	200	1,4	1,1-1,1	0,35	
4	A	30	A	30	1,1	6,0-6,0	1,83	
5	A	30	A	30	1,1	6,0-6,0	1,83	
6	T	100	T	100	1,1	1,8-1,8	0,55	
7	A	30	A	30	1,1	6,0-6,0	1,83	
8	T	100	T	100	1,4	2,3-2,3	0,70	
9	T	100	T	100	1,1	1,8-1,8	0,55	
10	A	30	A	30	1,1	6,0-6,0	1,83	
11	T	150	A	30	1,4	1,5-7,5	0.47-2.30	
12	A	40	A	40	1,4	5,6-5,6	1,75	
13	T	200	T	200	1,1	0,9-0,9	0,28	
14	T	200	T	200	1,1	0,9-0,9	0,28	
15	A	40	A	40	1,1	4,5-4,5	1,38	
16	A	22	A	22	1,1	8,2-8,2	2,50	
17	T	100	T	100	1,4	2,3-2,3	0,70	
18	T	150	-T	150	1,4	1,5-1,5	0,47	
19	A	42	A	42	1,1	4,3-4,3	1,31	
20	A	40	A	40	1,1	4,5-4,5	1,38	

A=aéreo T=terrestre

(2) AUMENTO RELATIVO DE PRODUCCION



(%) AUMENTO RELATIVO DE PRODUCCION

