



TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION CON ZINC Y BORO MEDIANTE LA IMPREGNACION DE FUENTES NITROGENADAS EN GIRASOL

ZINC AND BORON IMPREGNATIONS ON NITROGEN FERTILIZERS IN SUNFLOWER

Gustavo N. Ferraris¹, Matías Domínguez¹ y Julio González¹

Palabras clave: Girasol, nitrógeno, micronutrientes, nutrición balanceada, tecnología de fertilización.

El Girasol es un cultivo en el cual existen aun muchos interrogantes sobre sus limitantes a la productividad. Algunas de ellas pasan por aspectos nutricionales. La fertilización con Zinc (Zn) y Boro (B) se encuentran en plena expansión y adopción en cultivos como maíz y soja. Este trabajo innova en estudiarlo en el cultivo –el girasol- y la vía de aporte – la impregnación de una fuente nitrogenada. Se determinaron respuestas importantísimas en magnitud. Los resultados generan un nuevo camino de búsqueda con el objetivo de aumentar los rendimientos: Optimizar la fertilización y las relaciones entre nutrientes.

INTRODUCCION

En Argentina, el cultivo de girasol (*Heliantus annuus L.*), ha perdido terreno en superficie sembrada debido a la competencia directa con el cultivo de soja. Sin embargo, en los últimos años ha expresado cierta recuperación llegando en 2016/17 a los 1,8 millones de ha y la producción fue de 3,5 millones de toneladas (Ministerio de Agroindustria, 2017). En parte, se debe a que algunas regiones como el centro-norte de Santa Fe o el NEA presentaron graves problemas de anegamiento, en particular a la cosecha de soja. Frente a dicho escenario, muchos productores prefirieron el de girasol con el objetivo de escapar a los anegamientos otoñales.

En la región pampeana, el nitrógeno (N) es el principal nutriente que limita el rendimiento de los cultivos. Los suelos han perdido, en promedio, el 40% de su contenido original de materia orgánica (MO), fuente primaria de la provisión de este elemento por fertilización. No obstante, producto de la intensificación agrícola y bajos contenidos de MO, en variados suelos de la región pampeana se han determinado deficiencias de micronutrientes en cultivos agrícolas. Entre ellos, el Boro (B) cobra importancia en el cultivo de girasol, dado que

dicho cultivo es muy sensible a la deficiencia de dicho nutriente (Neves *et al.*, 2019; Shehzad *et al.*, 2018; Torum *et al.*, 2018). Un relevamiento en la región pampeana determinó que el contenido promedio de B extractable en suelos agrícolas es de 0,8 mg kg⁻¹, siendo dicho valor el 50% del contenido de B extractable original de los suelos. Esto sucede porque existe una relación directa entre el contenido de B extractable y el contenido de MO de los suelos. Para diferentes ambientes de la región pampeana, se han determinado incrementos medios de rendimiento entre el 20% y hasta el 33% por el agregado de B mediante fertilizaciones foliares (Diosalvi *et al.*, 2018). Además, se ha determinado que las respuestas a la fertilización con Boro son mayores en años en los cuales se presentan deficiencias hídricas (Diosalvi *et al.*, Neves *et al.*, 2019; 2018; Schultz *et al.*, 2018). La fertilización no solo modifica el rendimiento, sino que podría hacerlo con la composición de los granos (Mehmood *et al.*, 2018).

El Zinc (Zn) es tal vez el más conocido y difundido de los micronutrientes utilizados en cultivos extensivos. El Zn presenta una dinámica diferente al B en los suelos. Es un catión metálico bivalente que tiende a ser adsorbido por los coloides del suelo. En estos, es escasamente móvil y lo hace

1- INTA EEA Pergamino Av Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino

* ferraris.gustavo@inta.gob.ar

por difusión, siendo la respuesta una función de la concentración de Zn extractable. Numerosos trabajos realizados en Argentina y otras regiones del mundo mencionan un umbral crítico debajo del cual se esperan respuestas positivas a su agregado de 1 mg kg, medido a través del método de DTPA.

No hay reportes recientes que evalúen el agregado de B en girasol en la región Núcleo Pampeana, y muy pocos han evaluado la respuesta a Zn en este cultivo en nuestro país, por lo tanto una investigación en este sentido resulta relevante. A la vez, la impregnación de fuentes tradicionales con microelementos es una forma novedosa de incorporar nuevos nutrientes, sin modificar la logística ni requerir de tareas adicionales por parte del productor fuera de la fertilización convencional, lo que torna a la práctica de fácil adopción.

El objetivo de este experimento es: 1. Evaluar la respuesta a la fertilización nitrogenada en girasol, y 2. Cuantificar el efecto de impregnaciones con Zn y B, comparando formulaciones y dosis de aplicación. Hipotetizamos que 1. El cultivo de girasol responde positivamente a la fertilización, mejorando su crecimiento, contenido foliar de nitrógeno y rendimiento de grano y 2. Existe respuesta a io-

nes acompañantes que son ingresados al suelo por medio de la impregnación de fuentes tradicionales, siendo posible seleccionar fuentes, formas físicas y dosis de mayor eficacia agronómica.

MATERIALES Y METODOS

Durante la campaña 2018/19, se realizó un experimento de campo en girasol, destinado a evaluar el impacto de diferentes tecnologías de fertilización con N, Zn y B sobre la productividad del cultivo. El experimento se implantó en la EEA INTA Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico, familia mixta, franca, térmica, Clase I-2, IP=85 (Figura 1). La siembra se realizó el día 8 de noviembre, con el cultivar Syngenta 4070 CL, en hileras espaciadas a 0,52 m. Durante el ciclo se aplicaron fitosanitarios para mantener el cultivo libre de malezas, plagas y enfermedades. Una vista del experimento se presenta en la Figura 1, mientras que el detalle de tratamientos en la Tabla 1.

El diseño del ensayo correspondió a bloques completos al azar con tres repeticiones y diez tratamientos. Los detalles de los tratamientos evaluados se describen en la Tabla 1. Por su parte, el análisis de suelo del sitio se presenta en la Tabla 2.



Figura 1. Vista del sitio experimental, en la EEA INTA Pergamino. Campaña 2018/19



Tabla 1. Tratamientos de fertilización con nitrógeno, zinc y boro en girasol. Pergamino, Campaña 2018/19.

	Alternativa de aplicación	Dosis	Estado de aplicación
T1	Control		
T2	UREA	200 kg.	<i>Pre-reproductivo</i>
T3	UREA tratado con oxisulfato de zinc granulado 20%	200 kg. + 5 kg.	<i>Pre-reproductivo</i>
T4	UREA tratado con oxisulfato de zinc granulado 20%	200 kg. + 10 kg.	<i>Pre-reproductivo</i>
T5	UREA tratado con oxisulfato de zinc polvo 50%	200 kg. + 2 kg.	<i>Pre-reproductivo</i>
T6	UREA tratado con oxisulfato de zinc polvo 50%	200 kg. + 4 kg.	<i>Pre-reproductivo</i>
T7	Urea tratado con ulexita granulada 10%	200 kg. + 4 kg.	<i>Pre-reproductivo</i>
T8	Urea tratado con ulexita granulada 10%	200 kg. + 8 kg.	<i>Pre-reproductivo</i>
T9	UREA tratada con ulexita polvo 15%	200 kg. + 2,66 kg.	<i>Pre-reproductivo</i>
T10	UREA tratada con ulexita polvo 15%	200 kg. + 5,33 kg.	<i>Pre-reproductivo</i>

Tabla 2. Análisis de suelo al momento de la siembra, promedio de tres repeticiones. Fertilización con nitrógeno, zinc y boro en girasol.

Prof	pH	MO	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-60 cm)	B - CaCl (0-20 cm)	Zn - DTPA (0-20 cm)
0-20 cm	agua 1:2,5	%		mg kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
Pergamino	5,9	3,41	0,170	31,4	59,9	0,58	1,31

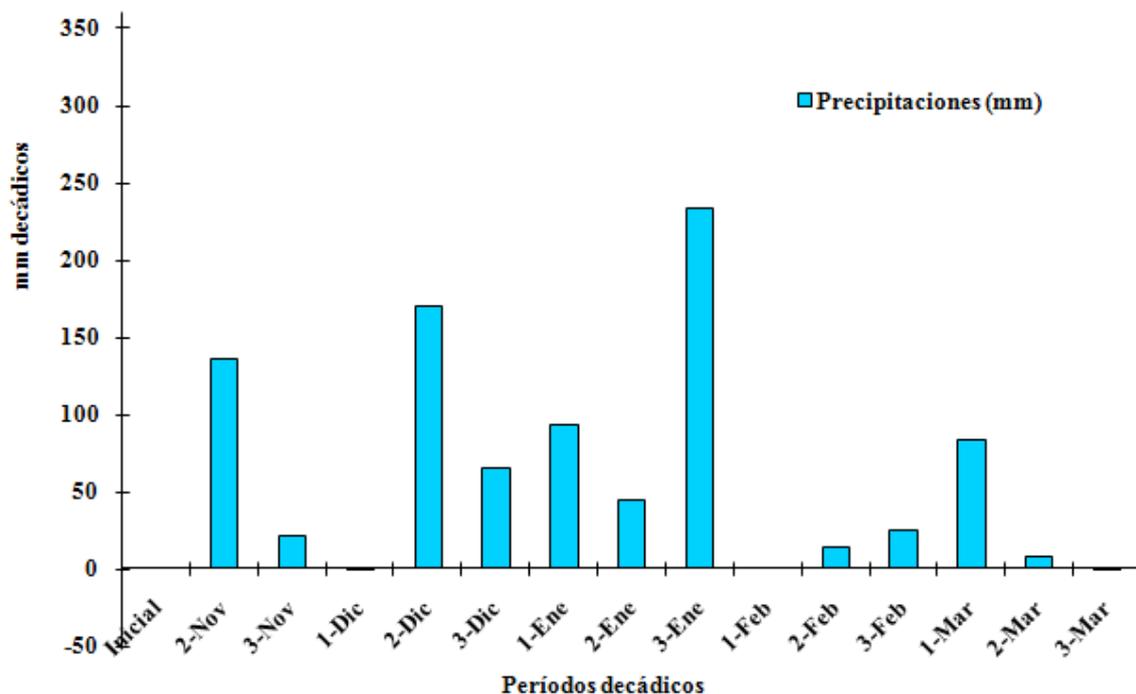


Figura 2. Precipitaciones acumuladas por década. INTA EEA Pergamino, campaña 2018/19. Precipitaciones totales noviembre-marzo: 987mm. AU inicial (150 cm) 178mm.

Se estimó el contenido de N mediante el medidor de clorofila Minolta Spad 502, 20 días después de aplicación. La recolección se realizó en forma manual, tomando 10 capítulos de plantas sembradas a igual distancia por parcela, y realizando trilla estacionaria. Los resultados fueron analizados por partición de la varianza y comparaciones de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 2 se presentan las precipitaciones decádicas determinadas en la EEA Pergamino. La campaña 2018/19 presentó un clima amigable para el cultivo, con lluvias copiosas durante diciembre – enero, y un período de pausa caracterizado por altas temperaturas y falta de lluvias en las dos primeras décadas de febrero, que favore-

Tabla 3. NDVI determinado por Green Seeker, contenido foliar de N estimado por Spad y rendimiento de grano. Impregnación de fuentes nitrogenadas con Zn y B en girasol. Pergamino, campaña 2018/19.

Trat.	Green Seeker R4	Unidades Spad	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Control absoluto	0,44	40,1	808,9
Urea	0,49	45,8	1180,3
Urea - OxZnG 200 + 5	0,51	50,1	1120,3
Urea - OxZnG 200 + 10	0,5	48,9	1205,0
Urea - OxZnP 200 + 2	0,52	49,5	1330,1
Urea - OxZnP 200 + 4	0,52	51,2	1510,9
Urea – Ulex B G 200 + 4	0,55	49,9	1475,9
Urea – Ulex B G 200 + 8	0,51	48,5	1329,3
Urea – Ulex B P 200 + 2,66	0,55	53,2	1860,3
Urea – Ulex B P 200 + 5,33	0,53	48,7	1575,3
R ² vs rend	0,81	0,69	
P=			0,18
CV (%)			24,1

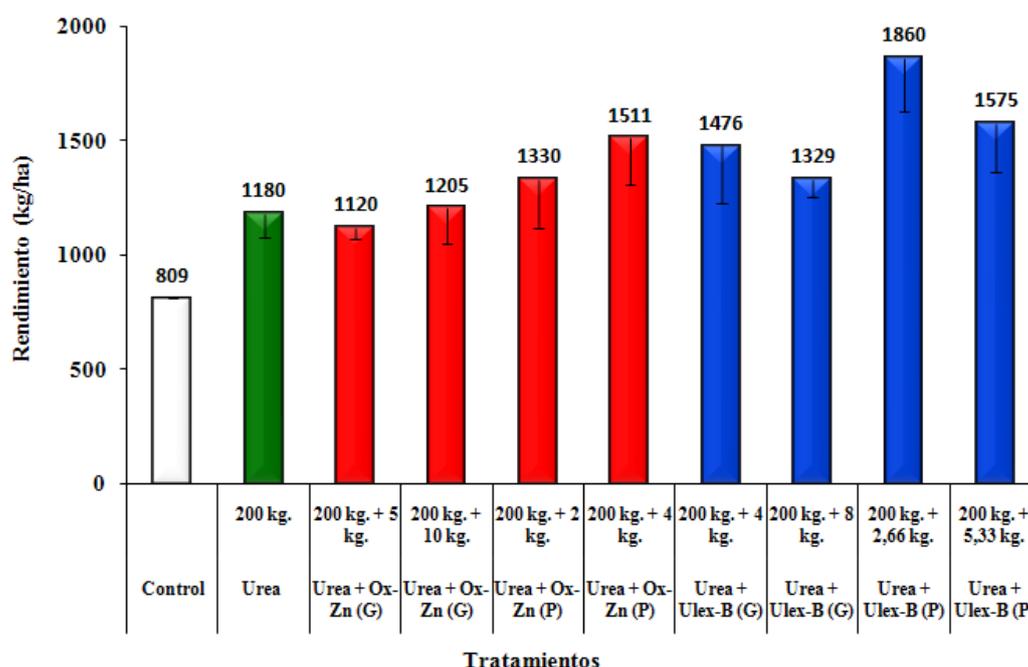


Figura 3. Rendimiento de grano según tratamientos de fertilización con nitrógeno, zinc y boro en girasol. Las barras de error indican la desviación standard de la media. INTA EEA Pergamino, campaña 2018/19.



ció la sanidad del cultivo y facilitaría la cosecha.

En la Tabla 3 se presentan los valores de contenido de NDVI medido por Green seeker y contenido foliar de N estimado por Spad, rendimientos y respuesta del cultivo. Los rendimientos con sus desvíos se visualizan en la Figura 3.

La campaña 2018/19 fue aceptable, con lluvias copiosas especialmente en diciembre y enero, lo que permitió un buen desempeño de los cultivos, aun aquellos de siembra tardía. El rendimiento medio del experimento fue de 1339,6 kg ha⁻¹ (Figura 3 y Tabla 3). Los mejores tratamientos duplicaron la producción del Control. Las impregnaciones con B significaron los mayores rendimientos (Figura 3). A estos le siguieron aquellos impregnados con Zn, luego el nitrogenado puro y finalmente el control. Considerando las impregnaciones, los tratamientos en polvo superaron a las mezclas físicas granuladas.

Tanto la medición de NDVI por Green seeker como la lectura de N por Spad reflejaron el efecto de tratamiento y lograron estimar correctamente los rendimientos, presentando una alta correlación ($r^2=0,81$ y $0,69$, respectivamente).

CONCLUSIONES

Los presentes resultados permiten confirmar las hipótesis propuestas, evidenciando incrementos notables por fertilización con diferentes elementos. Es evidente que la nutrición es una de las limitantes a la productividad que aún subsisten en el cultivo. Hasta el momento, la vía foliar ha sido la forma clásica de aportar microelementos. Las impregnaciones sobre fertilizantes es una alternativa muy práctica y promisoría para completar la nutrición del cultivo, sin limitaciones de dosis y con la posibilidad de dejar residualidad hacia los cultivos subsiguientes.

LITERATURA CONSULTADA

Diovisalvi, N., Calvo, N. R., Izquierdo, N., Echeverría, H., Divito, G. A., & García, F. (2018). Effects of Genotype and Nitrogen Availability on Grain Yield and Quality in Sunflower. *Agronomy Journal*, 110(4), 1532-1543.

Mehmood, A., Saleem, M. F., Tahir, M., Sarwar, M. A., Abbas, T., Zohaib, A., & Abbas, H. T. (2018). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, yield and oil quality response to combined application of nitrogen and boron. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 31(1).

Neves, J. M., Aquino, L. A. D., Berger, P. G., Neves, J. C., Rocha, G. C., & Barbosa, E. A. (2019). Silicon and boron mitigate the effects of water deficit on sunflower. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 23(3), 175-182.

Schultz, E., DeSutter, T., Sharma, L., Endres, G., Ashley, R., Bu, H., ...&Franzen, D. (2018). Response of sunflower to nitrogen and phosphorus in North Dakota. *Agronomy Journal*, 110(2), 685-695.

Shehzad, M. A., Maqsood, M., Nawaz, F., Abbas, T., & Yasin, S. (2018). Boron-induced improvement in physiological, biochemical and growth attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to terminal drought stress. *Journal of plant nutrition*, 41(8), 943-955.

Torun, A., Duymuş, E., Erdem, H., Tolay, İ., Cenkseven, Ş., Gülüt, K. Y., & Torun, B. (2018). Determination of the Effect of Boron Applications on Salt Damage in Sunflower. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(12), 1781-1788. <<



↓ **DESCARGAR ARTÍCULO**