

Bioestimulantes en soja: impacto en rendimiento y calidad de semillas

Ing. Agr. Mileva Acosta - INTA AER Tostado, Ing. Agr. (M.Sc.) Facundo Colombo - INTA AER Ceres
Ing. Agr. Valentina Cano - Alltec Bio

La aplicación foliar de boro, potasio y bioestimulantes mejoró el rendimiento y el vigor de semillas de soja ante condiciones de altas temperaturas, consolidándose como una herramienta estratégica para mitigar el estrés térmico y asegurar la calidad productiva.

Introducción

La soja (*Glycine max* L. Merr.) constituye uno de los cultivos de mayor relevancia en el sistema agrícola argentino por su significativa contribución económica y productiva. Durante las últimas campañas, las elevadas temperaturas registradas en etapas fenológicas críticas han generado efectos negativos sobre el rendimiento y la calidad fisiológica de las semillas, comprometiendo su desempeño productivo y su potencial de implantación.

En este contexto, la fertilización foliar con potasio (K) y boro (B) representa una alternativa para cubrir requerimientos nutricionales específicos durante períodos de alta demanda fisiológica. El potasio participa en la regulación del balance hídrico y en el transporte de fotoasimilados, mientras que el boro interviene en procesos reproductivos vinculados con la fecundación y la formación de semillas. Asimismo, los bioestimulantes pueden contribuir a mejorar la tolerancia de las plantas frente a condiciones de estrés ambiental.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de aplicaciones foliares de bioestimulantes, potasio y boro sobre el rendimiento y la calidad fisiológica de semillas de soja bajo condiciones de altas temperaturas.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó durante la campaña 2024/2025 en un lote de producción ubicado en la localidad de Villa Minetti, provincia de Santa Fe, sobre un suelo clasificado como Haplustol ácuico.

La siembra se efectuó el 10 de diciembre de 2024 utilizando la variedad DM 60i62 bajo sistema de siembra directa sobre rastrojo de trigo, con una densidad de 28 plantas/m^{-2}. El manejo sanitario del cultivo permitió mantener el ensayo libre de malezas, insectos y enfermedades.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo compuesta por cuatro surcos de 10 metros de largo distanciados a 0,52 metros.

Las aplicaciones foliares se realizaron con mochila de dióxido de carbono (CO_2) utilizando pastillas abanico plano 80-02. En la Tabla 1 se detalla los tratamientos realizados, la dosis utilizada y en qué momento aplicación con relación al estado fenológico del cultivo de soja.

Tabla 1. Productos utilizados, dosis aplicadas y estado fenológico del cultivo de soja al momento de la aplicación.

Tratamiento	Producto	Dosis	Momento de aplicación
1	Testigo	-	-
2	Healthy growth + Boro	0,4 lts.ha^{-1} + 1 lt.ha^{-1}	R1
	Plus K	2 lt.ha^{-1}	R4
3	Plus K	2 lt.ha^{-1}	R4

Para determinar el rendimiento se cosecharon cinco metros lineales de los dos surcos centrales de cada parcela. Los resultados fueron expresados en kg/ha^{-1} ajustados a 13,5% de humedad.

Adicionalmente, se efectuó en laboratorio la prueba de tetrazolio para determinar la viabilidad, el vigor y la incidencia de daños ambientales en las semillas.

Análisis de condiciones climáticas actualizadas

Las precipitaciones mensuales durante el crecimiento y desarrollo del cultivo de soja sólo en los meses de noviembre, diciembre y marzo se encontraron por encima de los promedios del periodo 2013-2023.

Durante la etapa del desarrollo del cultivo de soja, la temperatura media mensual registró valores superiores a los datos históricos durante los meses de enero y febrero.



Figura 1. Comparación temperatura media, máxima y mínima 2024/25 y media historica

Tabla 2. Registros pluviométricos según la oficina técnica de INTA Villa Minetti.

Períodos	sept-24	oct-24	nov-24	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	Total
Precipitación mensual	0	43	327	93	138	70	107	8	0	786
Promedio 2013-2023	28	75	117	147	143	93	102	73	35	813
Diferencia	**-28**	**-32**	**210**	**54**	**-5**	**-23**	**5**	**-65**	**-35**	**-27**

Análisis de suelo

El suelo presenta adecuado contenido de Materia Orgánica (M.O.) y de Nitrógeno Total (N. Total). Presenta contenido levemente elevado de salinidad, esto indicado por valor de Conductividad Eléctrica (C.E.). El pH es levemente ácido, adecuado. Respecto a la fertilidad actual, el fósforo disponible (P. disp.) es adecuado. El nitrógeno disponible en forma de Nitratos (NO^3) es bajo, mientras que Amonio (NH^4) presenta nivel adecuado. El contenido intercambiable de calcio (Ca^{+2}) es adecuado, en relación con la capacidad de intercambio catiónico (CIC), supera el 60% de saturación. Magnesio intercambiable (Mg^{+2}) presenta valores adecuados, como también el potasio intercambiable (K^+). Sodio intercambiable (Na^+) presenta contenidos bajos que no suponen limitantes para el crecimiento de cultivos tradicionales.

Tabla 3. Características químicas del suelo determinadas mediante un análisis realizado en el laboratorio de suelos del INTA EEA Reconquista. Campaña agrícola 2024/2025

MUESTRA	Cox %	M.O. %	N Total %	pH	C.E. dS.m	P disp. mg.kg^{-1}	NH_4 mg.kg^{-1}	NO_3 mg.kg^{-1}	CIC meq-100gr^{-1}	Ca^{+2} meq-100gr^{-1}	Mg^{+2} meq-100gr^{-1}	K^+ meq-100gr^{-1}	Na^+ meq-100gr^{-1}
Tostado 1	1,49	2,58	0,13	6,39	0,13	58,3	13,1	59	36,4	25,9	8,6	3,3	0,5

Rendimiento

El cultivo de soja tuvo su mayor rendimiento en el tratamiento Healthy growth + Boro en R1 y Plus K (4354 kg/ha^{-1}), pero no hubo diferencias significativas con el tratamiento Plus K (4251 kg/ha^{-1}). Sin embargo, ambos tratamientos fueron significativamente mayores que el testigo (3150 kg/ha^{-1}).

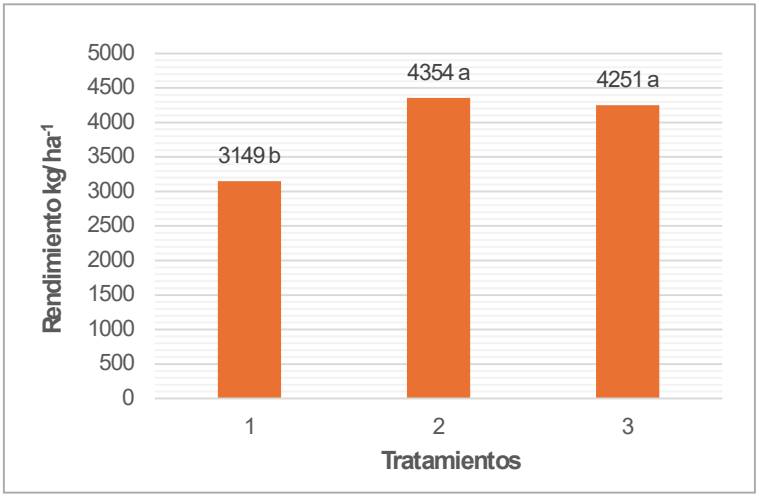


Figura 2. Rendimiento para los tratamientos realizados. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05). Test de LSD Fisher (DMS 594 kg/ha^{-1}).

Análisis de Tetrazolio

El análisis de tetrazolio indicó que el porcentaje de viabilidad de las semillas no presentó diferencias significativas entre el tratamiento testigo y los tratamientos evaluados. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en el vigor de las semillas. El tratamiento correspondiente a la aplicación de Healthy Growth + Boro + Plus K registró el mayor valor de vigor, lo cual podría estar asociado a una menor incidencia de daños provocados por factores abióticos (Tabla 4)

Tabla 4. Porcentaje de viabilidad, vigor y efecto ambiental en la semilla.

Tratamiento	Viabilidad (%)		Vigor (%)		Daño ambiental (%)	
Testigo	89	a	83	a	24	a
Healthy growth + Boro + Plus K	90	a	86	b	20	b
DMS	3		3		2	
CV	0,9		0,2		3,2	

Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que las aplicaciones foliares de nutrientes y bioestimulantes contribuyeron a mejorar la respuesta fisiológica del cultivo frente a condiciones de estrés térmico.

El incremento en el vigor de las semillas podría relacionarse con una mejor tolerancia al estrés ambiental y una mayor eficiencia en los procesos fisiológicos asociados al llenado de granos.

Además, la combinación de boro, potasio y bioestimulantes mostró mejores respuestas que la aplicación aislada de potasio, destacando la importancia de estrategias nutricionales integradas.



Figura 3. Test de tetrazolio en las muestras cosechadasLSD Fisher (DMS 594 kg/ha^{-1}).

Conclusiones

La aplicación foliar de bioestimulantes junto con boro y potasio permitió mejorar el rendimiento y la calidad fisiológica de semillas de soja bajo condiciones de altas temperaturas.

Estas herramientas representan una alternativa de manejo para incrementar la resiliencia del cultivo frente a escenarios climáticos adversos y contribuir a una producción más estable y sustentable.