



TRATAMIENTOS DE ESTIMULACION FISIOLÓGICA CON EXTRACTOS NATURALES DE ORIGEN VEGETAL EN SOJA

Gustavo Ferraris¹, Carlos Michiels², Agustina Alejandre², Gustavo Moreno^{3*}

Palabras clave: Soja, taninos, promoción de crecimiento, fertilización complementaria, semilla vs foliar.

El uso de insumos destinados a promover el crecimiento vegetal recorre un camino intermedio entre fisiología y nutrición. Se condujo una red de experimentos destinados a estudiar los efectos sobre el cultivo de soja, por medio de tratamientos de semilla y/o foliar. Los primeros resultaron de mayor impacto y estabilidad. Buenos ambientes y suelos de calidad favorecieron la expresión de respuesta, demostrando complementariedad entre el manejo tradicional y estas novedosas herramientas

INTRODUCCION

El uso de activadores fisiológicos de origen orgánico es una práctica común en la producción de frutales, hortalizas y flores, pero poco difundida en cultivos extensivos de grano. Comúnmente se los reúne bajo términos generales como “bioestimulantes” o “bioactivadores”, aunque abarca sustancias de origen, composición y funciones muy diferentes, como hormonas de crecimiento, aminoácidos, fosfitos, complejos enzimáticos o extractos vegetales (Nardi et al., 2016). La caracterización funcional no es menos diversa (Alerding et al., 2018), atribuyendo efectos como tolerancia a estrés abiótico i.e. sequía, promoción del crecimiento vegetal, aporte de diferentes nutrientes, supresión de patógenos y activación de mecanismos secundarios de defensa.

Diversos experimentos conducidos bajo condiciones controladas acreditan los efectos antes mencionados, sin embargo resta comprobar que estos son de una magnitud suficiente como para incrementar los rendimientos bajo condiciones extensivas, y con la variabilidad natural presente en el ambiente productivo pampeano (Rotundo y Borrás, 2013; Orłowski et al., 2016). Un desafío superior constituye la identificación de la forma apropiada de suministrarlo al cultivo, y bajo que dosis hacerlo (Ferraris et al, 2014). La bibliografía menciona de modo general dos momentos específicos: 1. A la siembra, como tratamiento de semilla o 2. Asperjado por vía foliar en un momento oportuno, por lo general previo al período crítico donde se define el número de granos por m²

(NG), el cual suele coincidir con etapas de altas tasas de crecimiento y absorción de nutrientes.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar una red de nueve experimentos en los que se evaluó el efecto de un activador fisiológico como tratamiento de semilla y/o foliar sobre el cultivo de soja

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron nueve experimentos de campo en tres campañas agrícolas. Los experimentos fueron conducidos con la tecnología del productor – variedad, fertilización química, fecha de siembra y maquinaria de escala comercial-, pero se aseguraron condiciones de alta productividad mediante fertilización química, inoculación, monitoreo y, en caso de ser necesario, control químico de malezas, insectos y enfermedades. Los experimentos fueron conducidos con un diseño en bloques completos al azar, con 3 o 4 repeticiones, según el sitio considerado. Se evaluó el fertilizante y activador fisiológico Bern®, formulado a partir de extractos naturales de origen vegetal, sobre el crecimiento y productividad del cultivo de soja de primera en siembra directa. Una descripción somera de los experimentos se presenta en la Tabla 1, mientras que los tratamientos evaluados en la Tabla 2.

Se determinaron parámetros de nutrición, sanidad y crecimiento como severidad de *Septoria glycines* y *Cercospora kikucci*, Nódulos en raíz principal (NRP), Número de nudos y vainas por planta, altura, intercepción de radiación, NDVI por Green seeker, Vigor, Contenido de N estimado

1- Manejo de Cultivos INTA EEA Pergamino, 2- Asesor Privado, 3- Agrocube S.A,

* ferraris.gustavo@inta.gob.ar

Tabla 1. Características de sitio de los experimentos.

Nº	Sitio	Partido	Año	Serie de Suelo	Tipo de Suelo	Perfil hídrico	Rendimiento medio (kg/ha)
1	Rojas	Rojas	2014/15	Rojas	Argiudol típico	húmedo	3159
2	Fontezuela 1	Pergamino	2014/15	Urquiza	Argiudol típico	húmedo	2381
3	Pergamino	Pergamino	2014/15	Pergamino (fase erosión)	Argiudol típico	húmedo	3881
4	Ferré	General Arenales	2014/15	Rojas	Argiudol típico	húmedo	4705
5	Fontezuela 2	Pergamino	2015/16	Urquiza	Argiudol típico	muy húmedo	5086
6	Pergamino INTA 1	Pergamino	2015/16	Pergamino (fase erosión)	Argiudol típico	muy húmedo	3881
7	Wheelwright	General López	2015/16	Hughes	Argiudol típico	muy húmedo	4966
8	Fontezuela 3	Pergamino	2016/17	Urquiza	Argiudol típico	muy húmedo	4665
9	Pergamino INTA 2	Pergamino	2016/17	Pergamino (fase erosión)	Argiudol típico	muy húmedo	5229

Tabla 2. Tratamientos evaluados en los experimentos.

T	Tratamiento	Dosis	Momento aplicación
T1	Control		
T2	Tratamiento semilla (TS)	5 ml kg ⁻¹	siembra
T3	Tratamiento foliar (TF)	2000 ml ha ⁻¹	R2 a R4
T4	TS + TF	5 ml kg ⁻¹ + 2000 ml ha ⁻¹	siembra + R2 a R4

por Spad, Número de granos m-2 (NG) y peso de los granos (PG). El rendimiento se determinó con cosechadora normal o experimental, según el tamaño de parcelas. Los rendimientos se ajustaron a 13 % de humedad. Los resultados fueron analizados por ANOVA, comparaciones de medias y análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSION

La productividad media de la red fue de 4217 kg ha⁻¹, oscilando entre 2381 (sitio 2) y 5229 (sitio 9) (Tabla 1). Un análisis global de los experimentos permite identificar un efecto de sitio ($P < 0,0001$) y tratamiento ($P < 0,0001$), pero no así de interacción sitio x tratamiento ($P = 0,31$). Analizando las fuentes de variación, casi la totalidad de la misma es explicada por efecto de tratamiento de fertilización (50,1%) y sitio (48,7%), siendo muy pequeños los correspondientes a la interacción tratamiento x sitio y el error experimental (Figura 1). Esto significa que la respuesta a los tratamientos fue relativamente constante a través de las localidades evaluadas.

En la Figura 2 se presentan los rendimientos de grano por tratamiento. Se destaca el tratamiento completo (T4), superando significativamente a las aplicaciones sobre semilla (T2) y foliares (T3), y estos a su vez al control (T1). Sin diferencias estadísticas, los tratamientos sobre semilla alcanzaron un rendimiento levemente superior sobre los foliares.

La variedad de situaciones exploradas permite

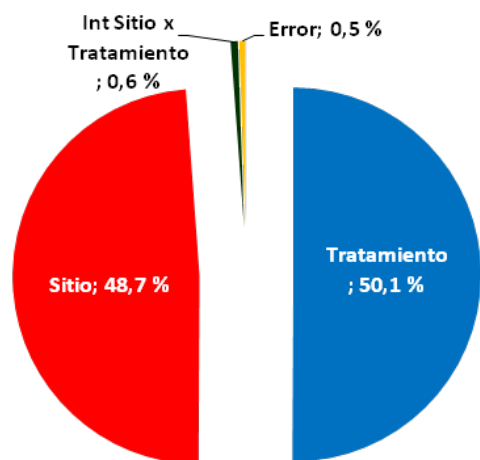


Figura 1. Participación de los efectos de sitio, tratamiento y su interacción para rendimiento. Tratamientos de estimulación fisiológica en soja.

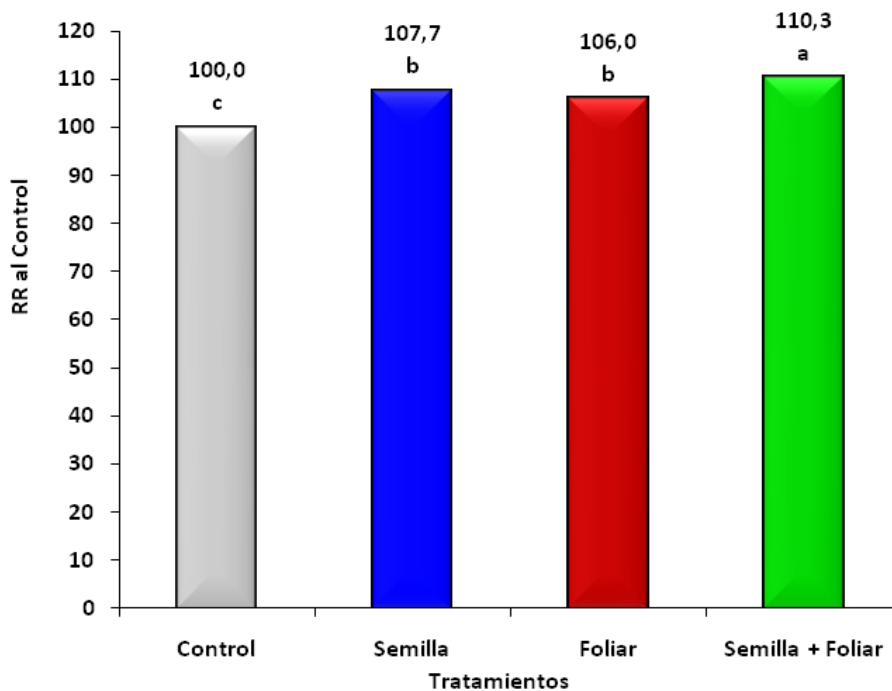


Figura 2. Rendimiento relativo al control de grano según tratamientos de nutrición – estimulación fisiológica sobre semilla y por vía foliar, media de 9 sitios de experimentación. Letras distintas sobre las columnas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (LSD $\alpha=0,05$). Las barras de error indican la desviación standard de la media. EEA INTA Pergamino.

analizar la respuesta de acuerdo a condiciones de sitio y manejo (Tabla 3). La respuesta fue similar en aplicaciones individuales o conjuntas con fungicidas y herbicidas, no mostrando interacción entre estos compuestos. Por el contrario, se determinaron incrementos de mayor magnitud en suelos francos respecto de franco-arcillosos, y en ambientes de altos rendimientos (RA) respecto de aquellos con restricciones y bajos rendimientos medios (Tabla 3).

En cuatro de los experimentos realizados se cuantificaron diversas variables de cultivo y componentes de rendimiento (Tabla 4). Algunos tratamientos permitieron mejoras sustantivas en el comportamiento de estas variables. Los cambios de mayor magnitud se observaron en la disminución en la severidad de *Cercospora kikucci*

(-18,8%), aumento de vigor (+14,5%), aumento en número de vainas (13 5), NG (12,1%) y número de nudos (11,4%), y reducción de la altura de plantas con síntomas de *Septoria glycines* (-10%). Varios de estos factores, a excepción de los sanitarios, son también mencionados en experimentos de soja conducidos por Van Roekel et al., (2015).

CONCLUSIONES

Los resultados muestran un destacado efecto de los tratamientos aplicados, priorizando la doble aplicación (semilla + foliar) secundados por aplicaciones sobre semilla, y foliares de manera individual. Los tratamientos sobre semilla evidenciaron mayor independencia de las condiciones ambientales y de aplicación, demostrando mayor estabilidad. A la vez brindarían una promoción de

Tabla 3. Rendimiento de soja segmentado según la mezcla para aplicación foliar junto a fungicida, herbicida Fomesafen + Benazolin, textura de suelo y nivel de rendimiento.

	Sin fungicida	Junto a fungicida	Sin herbicida	Junto a herbicida	Franco arcilloso	Franco	BR (< 4500)	RA (> 4500)
T1	2976	3251	4681	4588	3948	3867	3258	4632
T2			4918		4898	5228	4388	5100
T3	3061	3271		4726	4048	4294	3317	4890
T4					5067	5110	4385	5326,9
Resp kg/ha	85	20	237	138	99	427	59	257

Tabla 4. Variables medidas en el cultivo. Cuantificación absoluta y mejora porcentual relativa del mejor tratamiento para cada variable con relación al testigo. Septoria APS (Severidad de *Septoria glycines*, expresado como Altura de Planta con Síntomas), C. kikucci (Severidad de *Cercospora kikucci*), NRP (N° Nódulos en raíz principal), Nudos (Número de nudos planta⁻¹), Vainas (Número de vainas planta⁻¹), Altura plantas (cm), Intercepción (Intercepción de radiación, como % radiación total incidente), NDVI - GS (NDVI, medido por Green Seeker), Spad (contenido foliar de N estimado por Spad), NG (Número de granos m⁻²) y PG x 1000 (peso de los granos x 1000).

	Septoria APS R5	C. kikucci Sev R5	NRP	Nudos	Vainas	Altura plantas
T1	30,0	16,0	24,7	15,4	76,9	96,0
T2	27,0	12,8	19,0	17,1	84,0	101,8
T3	24,0	13,0	18,0	17,0	85,3	97,3
T4	19,5	12,0	23,7	16,5	86,9	98,0
Variación (%)	-10,0	-18,8	-4,1	11,4	13,0	6,0
	Intercepción	NDVI - GS	Vigor	Spad	NG	PG x 1000
T1	91,1	0,84	3,7	41,7	2756,5	169,3
T2	95,6	0,85	3,9	43,2	3023,6	170,5
T3	94,7	0,86	4,1	44,1	3076,9	167,2
T4	94,0	0,85	4,2	43,1	3091,1	169,8
Variación (%)	4,9	1,5	14,5	5,8	12,1	0,7

crecimiento desde la instalación del cultivo. Suelos francos y ambientes de alto rendimiento favorecieron la expresión de respuesta. La aplicación conjunta con insumos para la protección del cultivo no modificaría su comportamiento. El efecto positivo sobre N° de nudos y vainas indicaría que el componente favorecido es el número de granos, más que su peso.

Se comprueba que existen herramientas de nutrición alternativas a la fertilización tradicional, capaces de incrementar los rendimientos utilizando un camino intermedio entre la fisiología y nutrición vegetal.

BIBLIOGRAFIA

Alerding, A. B., Waalkes, M. R., Hill, E. S., Rowe, R. A., & Parsons, G. (2018). Stem growth during seed production in soybean: Implications for pod yield. *Journal of Crop Improvement*, 32(2), 156-174.

Ferraris, G., Couretot, L., García, L., Navarro, M. 2014. La nutrición como herramienta para alcanzar los rendimientos potenciales en soja. Comisión III. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustan-

cias Húmicas" Producción sustentable en ambientes frágiles. Bahía Blanca, 5 al 9 de mayo de 2014.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., & Ertani, A. (2016). Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*, 73(1), 18-23.

Orlowski, J. M., Haverkamp, B. J., Laurenz, R. G., Marburger, D., Wilson, E. W., Casteel, S. N., ... & Ross, W. J. 2016. High-input management systems effect on soybean seed yield, yield components, and economic break-even probabilities. *Crop Science*, 56(4), 1988-2004.

Rotundo, J., Borrás, L. 2013. ¿Cómo podemos aumentar los rendimientos de soja? La visión eco-fisiológica. pp 36 – 37. Simposio Fertilidad 2013 "Nutrición de Cultivos para la Intensificación Productiva Sustentable". Rosario, 22 y 23 de Mayo de 2013.

Van Roekel, R. J., Purcell, L. C., & Salmerón, M. (2015). Physiological and management factors contributing to soybean potential yield. *Field Crops Research*, 182, 86-97. <<

