

Evaluación de productos fitoestimulantes en soja Spraytec – Agroinnova

Campaña 2024-2025

Informe de resultados

Introducción

Se llevó a cabo un ensayo en el Campo experimental de América Agroinnova – América, Buenos Aires. El objetivo fue evaluar el impacto de diferentes estrategias de aplicación de productos fitoestimulantes comercializados por Spraytec sobre la captura de radiación y los componentes numéricos (nudos por planta, vainas por nudo, granos por vaina, peso y número de granos por unidad de superficie) del rendimiento de soja en América. Un objetivo adicional fue educar a estudiantes de grado y posgrado residentes en Agroinnova en la manera de llevar a cabo un experimento a campo en una colaboración entre investigadores de universidades, productores agropecuarios y representantes de empresas desarrolladoras de insumos para el agro.

Materiales y Métodos

- Descripción general:

El ensayo se sembró en un lote franco arenoso, profundo, con 65% de arena y 2,5% de materia orgánica en el horizonte superficial. La fecha de siembra fue el 30 de octubre de 2024 y la siembra se realizó con una sembradora experimental con 8 surcos por parcela distanciados a 35 cm. Cada parcela tuvo 8 metros de largo. Todos los tratamientos se sembraron con la variedad DM 47E23 con una densidad objetivo de aproximadamente 35 sem/m². Con el objetivo de evaluar el efecto directo del aporte de nutrientes de los diferentes tratamientos fitoestimulantes, el ensayo no se fertilizó. Previo a la siembra, se realizó un barbecho corto un mes pre-siembra aplicando Saflufenacil 70 g/ha + Glifosato 2 l/ha + aceite vegetal 1% v/v y un tratamiento 7 días pre-siembra aplicando Halauxifen metil 120 ml/ha + Glifosato 2,5 l/ha + aceite vegetal 1% v/v. Durante el cultivo, en etapa vegetativa temprana se realizó una aplicación de glifosato 2 l/ha + 2,4-D sal colina 2 l/ha + aceite vegetal 1% v/v, debido a detectar presión de yuyo colorado. Además, aproximadamente en el estadio de R2 se aplicó Isocycloseram 75 ml/ha, debido a detectar presión de arañuela en estratos inferiores del canopeo. Todas las aplicaciones se realizaron con mochila manual. Se realizaron repasos manuales para remover individuos de especies maleza en etapas avanzadas del cultivo.

- Tratamientos y diseño experimental:

El diseño experimental se acordó luego de intercambios entre el equipo director de América Agroinnova, el Dr. Martín Díaz-Zorita (UNLPam) y el equipo de desarrollo comercial de Spraytec (Fulltec Argentina). Los seis tratamientos realizados consistieron en diferente combinación de productos fitoestimulantes de aplicación en semilla, foliar temprana y/o foliar tardía para generar grandes estrategias de estimulación sobre el cultivo de soja. Los productos fitoestimulantes

ensayados fueron TopSeed (presentación líquida, tratamiento de semilla), TopZinc (presentación líquida, tratamiento foliar), CuBo presentación líquida, (tratamiento foliar) y TractusKit (presentación sólida, tratamiento foliar) e incluyen diferentes combinaciones de micronutrientes, fitoestimulantes y coadyuvantes en el caso de los de aplicación foliar. El diseño fue en bloques completos con los tratamientos aleatorizados dentro de cada bloque con 3 repeticiones. En la Tabla 1 se detallan los tratamientos realizados.

Tabla 1. Tratamientos evaluados incluyendo el momento de aplicación (en semilla, etapa vegetativa – V5, aplicado el 10 de diciembre – e inicio de fructificación – R3, aplicado el 25 de enero -), productos y dosis.

Tratamiento	Nombre Tratamiento	Tratamiento de semilla	Foliar V5	Foliar R3
T1	Testigo	NO	NO	NO
T2	TopSeed	TopSeed (300 ml/100 kg semilla)	NO	NO
T3	TopZinc	NO	TopZinc (300 ml/ha)	NO
T4	TopSeed + TopZinc	TopSeed (300 ml/100 kg semilla)	TopZinc (300 ml/ha)	NO
T5	CuBo + TractusKit	NO	NO	CuBo (300 ml/ha) + TractusKit (2 kg/ha)
T6	TopSeed + CuBo + TractusKit	TopSeed (300 ml/100 kg semilla)	NO	CuBo (300 ml/ha) + TractusKit (2 kg/ha)

- Mediciones y estimaciones:

Se registró la fenología en visitas semanales desde la emergencia del cultivo. A partir de etapas vegetativas tempranas y hasta el fin del llenado de los granos se estimó cada quince días la interceptación de radiación de cada parcela utilizando un GreenSeeker que integra en el área del cultivo el valor de índice verde normalizado (NDVI).

Luego de la madurez fisiológica, se cosecharon todas las plantas de 2 metros lineales de los 3 surcos centrales de cada parcela (2,1 m²). Cada muestra se trilló en trilladora estacionaria, se pesó y se cuantificó la humedad para estimar el rendimiento. De cada muestra se tomó una alícuota de 200 granos y se pesó para estimar el peso medio del grano. El número de granos por metro cuadrado (NG/m²) se estimó dividiendo el rendimiento por el peso medio del grano. Adicionalmente, se realizaron recuentos del número de nudos por planta y el número de vainas por nudo a partir de una muestra aleatoria de 6 plantas por parcela, considerando todos los nudos potencialmente reproductivos del tallo principal y de las ramas.

- Análisis de datos:

Para evaluar el impacto de los tratamientos sobre la captura de radiación se comparó el área bajo la curva (integral) del NDVI a lo largo de todo el ciclo considerando los valores medidos en función del día de la emergencia. Se realizó un análisis de la varianza para el número de nudos/planta, el número de vainas/nudo, el número de vainas/planta, el NG/m², el peso unitario del grano y el rendimiento mediante modelos mixtos, considerando como factor fijo al tratamiento y como factor aleatorio al bloque. Las medias se compararon mediante el método LSD Fisher (alfa = 0,05).

Resultados

El ensayo emergió el 15 de noviembre de 2024, sin diferencias entre tratamientos. Las condiciones ambientales se caracterizaron por abundantes precipitaciones en noviembre (154 mm) e inicios de diciembre (76 mm del 1 al 10 de diciembre), seguidas por un mes y diez días prácticamente sin precipitaciones y numerosos días con temperaturas máximas mayores a los 35 grados. Así, las etapas vegetativas tardías y reproductivas tempranas (R1 y R2) ocurrieron bajo importantes condiciones de estrés para el crecimiento del cultivo. Con el comienzo de la fructificación (R3) se restablecieron las lluvias, con 61 mm de precipitaciones la última semana de enero. Febrero y marzo, coincidentes con las etapas de fructificación plena y el llenado de los granos, fueron extremadamente húmedos, con lluvias abundantes y recurrentes (precipitaciones de 276 mm en febrero y 156 mm en marzo). Los cultivos llegaron al estadio de R7 aproximadamente el 20 de marzo.

Así, se puede considerar que la aplicación de TopZinc en V5 en aquellos tratamientos que lo incluyeron precedió un período prolongado y extenso de sequía y calor, mientras que la aplicación de CuBo + TractusKit se realizó justo luego de la reanudación de las precipitaciones hacia fin de enero, coincidente con el estadio R3.

i) Estimación y comparación de la eficiencia de interceptación de la radiación

El área bajo la curva del NDVI a lo largo del ciclo (variable sin unidades) fue similar entre todos los tratamientos (Figura 1), con una tendencia a un valor levemente mayor para los tratamientos T2 (Nutrición Temprana con TopSeed) y T3 (Nutrición Temprana con TopSeed + aplicación de TopZinc en etapas vegetativas tempranas) (Figura 1). Un aspecto importante para destacar fue la fuerte caída del NDVI en la etapa de floración plena (60 días desde la emergencia) que se distingue en la Figura 1; en ese momento ocurrió una caída importante del NDVI (indicativo de una menor capacidad de soportar el estrés hídrico – térmico) en el testigo y algunos tratamientos (T4 y T5), mientras que T2 y T3 se destacaron por presentar valores de NDVI superiores al resto de los tratamientos ($p < 0,05$). En promedio, el valor de NDVI para esa fecha de los tratamientos que no habían recibido aplicación de ningún producto (Testigo y T5) fue de 0,52, mientras que para los tratamientos que habían recibido aplicación únicamente de TopSeed (T2 y T6) fue de 0,67, del tratamiento con aplicación únicamente de TopZinc (T3) fue de 0,67 y del tratamiento con aplicación de TopSeed + TopZinc (T4) fue de 0,47. Luego de la reanudación de lluvias todos los tratamientos volvieron a presentar valores de NDVI muy similares y en torno a 0,72. También vale la pena destacar que durante el período más crítico para la determinación del rendimiento (R4 a R6) el cultivo presentó en todos los casos cobertura prácticamente plena (valores de NDVI superiores a 0,85).

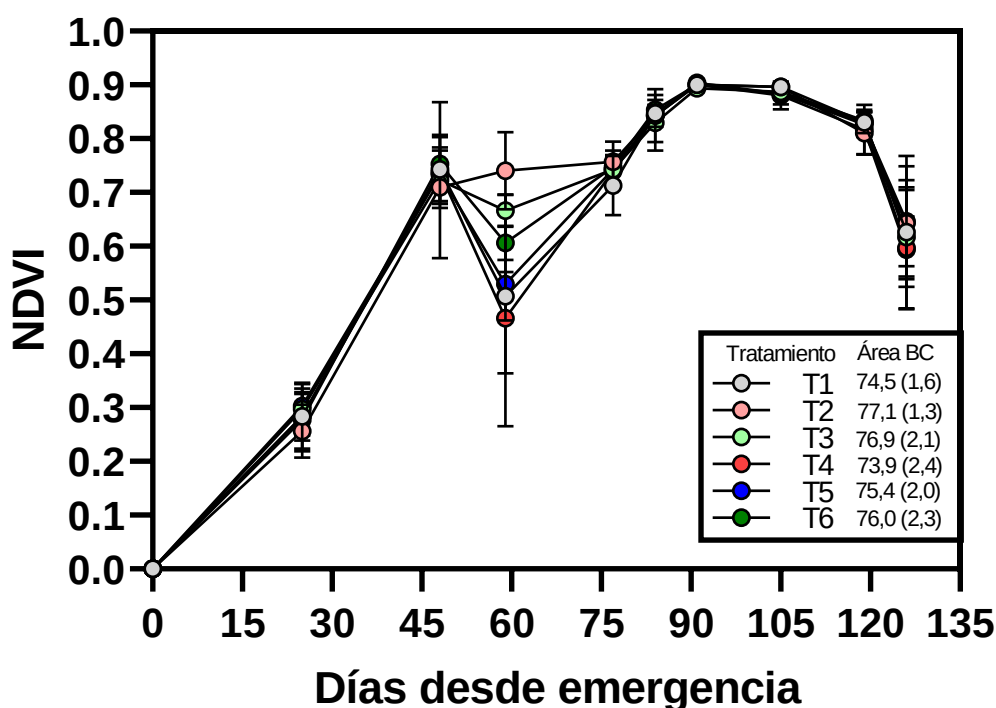


Figura 1. Evolución del índice verde normalizado (NDVI) a lo largo del ciclo del cultivo de soja para los tratamientos T1 a T6 en América, Buenos Aires, en la campaña 2024-2025. El Área BC es la integral del NDVI a lo largo del ciclo y se indica el valor promedio y el error estándar de 3 repeticiones. Para la combinación de producto y momento de aplicación de cada tratamiento ver la Tabla 1.

ii) Componentes del rendimiento

No existieron diferencias en el logro de plantas del cultivo, con una media de 26,3 plantas/m². Producto de la combinación de etapas vegetativas tardías y reproductivas tempranas secas con etapas de fructificación y llenado de granos muy húmedas, el rendimiento promedio del ensayo fue en torno al promedio de los últimos diez años para un ambiente similar al del ensayo en la zona (4091 kg/ha). El rendimiento no difirió entre tratamientos (Tabla 2). De manera similar, ninguna variable registrada dentro de los componentes del rendimiento difirió entre los tratamientos evaluados (Tabla 2), aunque los tratamientos T2 y T4 que incluyeron TopSeed tendieron a presentar mayores valores promedio de nudos por planta y vainas por planta (i.e. un 10% más), que el testigo, lo que luego fue compensado por un menor PG en las condiciones exploradas (buenas condiciones de llenado de granos). En el tratamiento T6, también con TopSeed, no se observó el mismo comportamiento.

Tabla 2. Análisis de la varianza y comparación de medias (LSD Fisher; alfa = 0,05) del efecto de los tratamientos (T1 a T6) para el número de nudos por planta, el número de vainas por planta, el número de vainas por nudo, el número de granos por metro cuadrado (NG/m²), el peso promedio del grano al 13,5% HR (PG) y el rendimiento al 13,5% HR. Se indica el p-valor del análisis de la varianza. Letras diferentes indican diferencias significativas. Para la combinación de producto y momento de aplicación de cada tratamiento ver la Tabla 1.

Tratamiento	Nombre Tratamiento	Nudos/pl	Vainas/pl	Vainas/nudo	PG (mg)	NG/m ²	Rendimiento (kg/ha)
T1	Testigo	42 A	77 A	1.83 A	176 A	2557 A	4496 A
T2	TopSeed	47 A	87 A	1.78 A	169 A	2375 A	3990 A
T3	TopZinc	39 A	71 A	1.81 A	179 A	2297 A	4100 A
T4	TopSeed+TopZinc	47 A	83 A	1.79 A	171 A	2260 A	3862 A
T5	CuBo+TractusKit	34 A	59 A	1.71 A	183 A	1943 A	3530 A
T6	TopSeed+CuBo+TractusKit	43 A	74 A	1.76 A	172 A	2658 A	4567 A
p-valor		0,16	0,29	0,96	0,21	0,43	0,42