

Evaluación de productos fitoestimulantes en soja Spraytec – Agroinnova

Campaña 2025-2026

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 (número y peso 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 el Campo Experimental de América Agroinnova, América, Buenos aires (35°25'45"S, 62°59'64"O), sobre un suelo franco arenoso (Hapludol típico), en posición de media loma baja, con capacidad de uso IIes, cuyo horizonte superficial (0-20 cm) contaba con 60% de arena, un pH de 6,5, 2,5% de materia orgánica y 20 ppm de fósforo extractable (P-Bray) y con un nivel de cobertura alto (antecesor Maíz).

La fecha de siembra fue el 10 de noviembre del 2025. Se llevó a cabo con una sembradora experimental, con 8 surcos por parcelas distanciados a 35cm. Cada parcela contaba con 10 metros de largo. Todos los tratamientos fueron sembrados con la variedad DM 46e25, con una densidad objetivo de 35 sem/m². No se realizaron aplicación de nutrientes más allá de las provistas por los tratamientos.

Previo a la siembra, se reseteo el lote con 2 l/ha de glifosato y 1.5 l/ha de 2.4D enlist, con el objetivo de dejar libre de malezas el sitio experimental. Durante el cultivo, en etapa vegetativa temprana y tardía, se realizaron 2 aplicación de glifosato y 2.4d con el objetivo de eliminar la competencia de las malezas presentes (principalmente yuyo colorado). A su vez, se realizó una aplicación de Haloxyfop con el objetivo de controlar el maíz voluntario. En estadios reproductivos tardíos (R4) se realizó una ampliación de Virantra para controlar chinches. No se detectaron problemas del complejo de isocas por encima del umbral de aplicación. Todas las aplicaciones se realizaron con mochila manual. Se realizaron repasos manuales para remover individuos de especies maleza en etapas avanzadas del cultivo.

- Tratamiento y diseño experimental:

El diseño experimental se acordó luego de intercambios entre el equipo América agroinnova y el equipo de desarrollo comercial de Spraytec. Se realizaron 8 tratamientos más un testigo, los cuales consistieron en diferente combinación de productos fitoestimulantes de aplicación foliar temprana y/o reproductiva temprana. Los productos fitoestimulantes ensayados fueron TopZinc, Impulse, Tractus Kit, Cubo. La combinación entre ellos y entre fechas de aplicación conformaron los 8 tratamientos ensayados (Tabla 1). La Fecha de aplicación vegetativa temprana se realizó el 18/12, mientras que la aplicación en reproductiva temprana fue el 7/1. El diseño fue en bloques, con los tratamientos aleatorizados dentro de cada bloque con 4 repeticiones.

Tabla 1. Tratamientos evaluados, incluyendo momento de aplicación, productos y dosis.

Tratamiento	Nombre del tratamiento	Foliar V4	Foliar R2
T0	Testigo	-	-
T1	TopZinc	Top Zinc (300ml/Ha)	-
T2	Impulse	Impulse (2l/Ha)	-
T3	TopZinc + Tractus Kit	Top Zinc (300ml/Ha)	Tractus Kit (2kg/Ha)
T4	TopZinc + Cubo	Top Zinc (300ml/Ha)	Cubo (400ml/Ha)
T5	TopZinc + Cubo + Tractus Kit	Top Zinc (300ml/Ha)	Cubo (400ml/Ha) + Tractus Kit (2kg/Ha)
T6	Cubo	-	Cubo (400ml/Ha)
T7	Tractus Kit	-	Tractus Kit (2kg/Ha)
T8	Cubo + Tractus Kit	-	Cubo (400ml/Ha) + Tractus Kit (2kg/Ha)

-Mediciones y estimaciones:

Se registro la fenología del cultivo en visitas semanales desde su emergencia. A partir de etapas vegetativas tempranas y hasta el fin del llenado de los granos se midió la intercepción de la radiación en cada parcela utilizando el 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 de 1000 granos (PMG). El número de granos por metro cuadrado (NG/m²) se estimó dividiendo el rendimiento por el peso medio del grano. Todas las muestras se estandarizaron a humedad comercial de 13.5% para su análisis.

- 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 área bajo la curva (AUC), el NG/m², PMG 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 ($\alpha = 0,05$).

Resultados

El ensayo emergió el 28 de noviembre de 2025, sin registrarse diferencias entre tratamientos. Las condiciones ambientales se caracterizaron por un inicio de primavera con precipitaciones inferiores al promedio histórico, con 106 mm acumulados entre septiembre y octubre. En noviembre, las precipitaciones totalizaron 107 mm, valor considerado típico para la región, mientras que en diciembre volvieron a ubicarse por debajo de la media, con 45 mm. Durante enero, cuando se inició la fructificación del cultivo (R3), se registraron 74 mm de precipitación y temperaturas superiores a 35 °C, es decir, eventos de golpe de calor. Aun así, las condiciones de ese mes se mantuvieron dentro del rango habitual para la región, con una mayor concentración de las precipitaciones en la segunda quincena. En febrero y marzo, períodos correspondientes a la fructificación y al llenado de granos, las precipitaciones también fueron inferiores a la media, con 53 mm y 96 mm, respectivamente. Se registro el estadio de R7 el 16 de marzo de 2026.

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

El AUC de del NDVI (variables sin unidades) fue similar entre todos los tratamientos a lo largo del ciclo del cultivo (Figura 1), sin detectarse diferencias significativas ($p=0.918$). Se observó una leve tendencia a mayor AUC en los tratamientos testigo (T0), con TopZinc (T1) y con impulse (T2), en la etapa vegetativa temprana, atenuándose dicha diferencia al inicio de la floración. Al inicio de la fructificación del cultivo (R3) los tratamientos presentaron leves diferencias en el NDVI, diferencias que se terminaron de cerrar en estadios de R4, donde todos los tratamientos presentaban máxima intercepción de la radiación. Esta condición se mantuvo hasta el final del período de llenado de granos (R6), presentando así plena cobertura durante los estadios más críticos para la definición del rendimiento (R4 a R6).

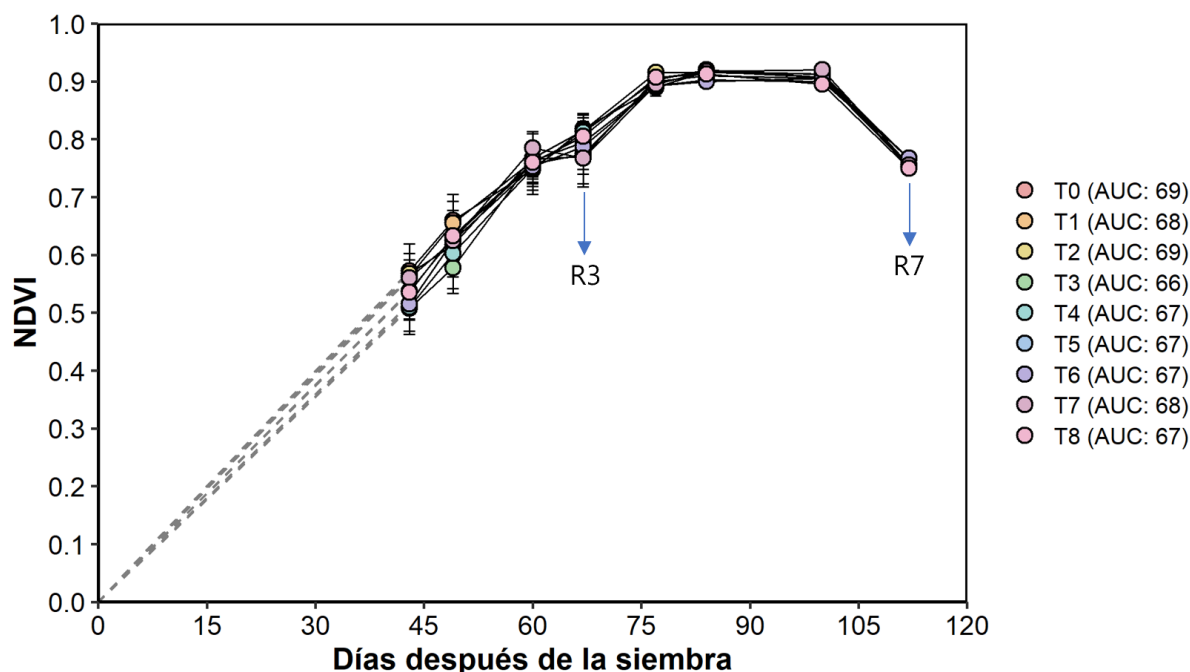


Figura 1. Evolución del índice verde normalizado (NDVI) a lo largo del ciclo del cultivo de soja para los tratamientos T0 a T8 en América, Buenos Aires, en la campaña 2025-2026. Se indica el valor promedio y el error estándar de 4 repeticiones. El AUC es la integral del NDVI a lo largo del ciclo.

ii) Componentes del rendimiento

El rendimiento promedio del ensayo fue de 5477 kg/ha, sin diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,365$) (Tabla 2). Entre los componentes del rendimiento, el NG/m² fue el que mostró la mayor asociación con el rendimiento, con una relación lineal positiva ($R^2 = 0,581$; Figura 2). Sin embargo, este componente no presentó diferencias entre tratamientos ($p = 0,943$) (Tabla 2). Por su parte, PMG tampoco mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,255$). No obstante, se observaron diferencias numéricas entre medias, con el valor más alto en T6 (182 g) y el más bajo en T3 (156 g) (Tabla 2; Figura 3).

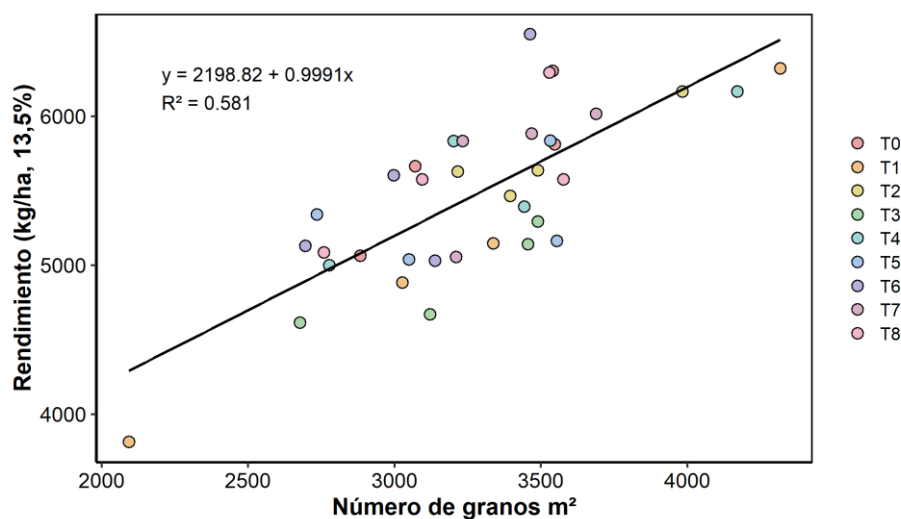


Figura 2. Relación entre el rendimiento de grano y el número de granos por metro cuadrado en los distintos tratamientos evaluados. Cada punto representa una parcela experimental y los colores indican el tratamiento correspondiente. La línea negra muestra la regresión lineal ajustada entre ambas variables.

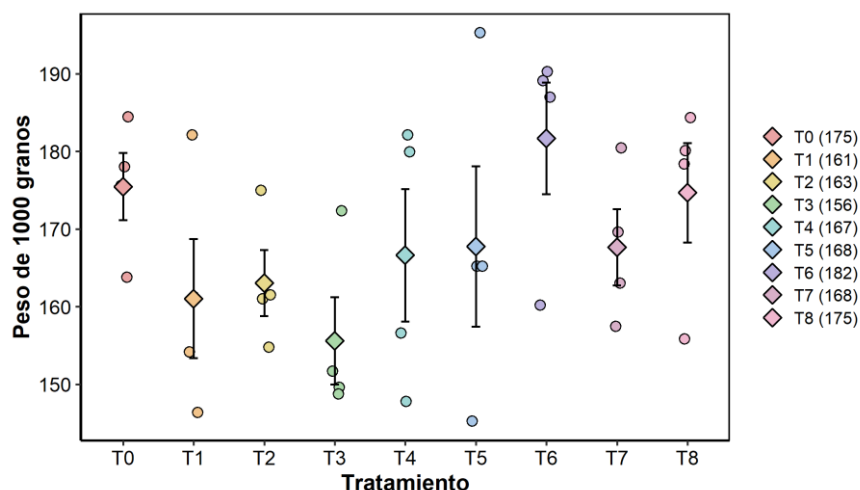


Figura 3. Peso de 1000 granos en los distintos tratamientos evaluados. Los círculos representan los valores observados en cada parcela individual, mientras que los rombos y las barras verticales indican la media y el error estándar de cada tratamiento. Entre paréntesis, en la referencia se muestra el valor medio de cada tratamiento en gramos.

Tabla 2. Análisis de la varianza del efecto de los tratamientos (T0 a T8) para el número de granos por metro cuadrado (NG/m²), el peso de mil granos a 13,5% HR (P1000) y el rendimiento (Rend) a 13,5% HR. Se indica el p-valor del análisis de la varianza. Para la descripción de cada tratamiento ver la Tabla 1.

Tratamiento	Rend_Kg/Ha	P1000 (g)	NG_m ²
T0	5708	176	3261
T1	5040	161	3194
T2	5758	163	3520
T3	4930	156	3186
T4	5598	167	3399
T5	5345	168	3218
T6	5578	182	3074
T7	5698	168	3400
T8	5635	175	3240
p-valor	0,3647	0,2548	0,9428

Conclusiones

El ensayo realizado tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintas estrategias de aplicación de productos fitoestimulantes sobre la dinámica de la intercepción de la radiación y sobre los componentes numéricos del rendimiento del cultivo de soja. En una campaña con

condiciones ambientales típicas para la región, el rendimiento promedio del ensayo fue de 5477 kg/ha.

En conjunto, la ausencia de diferencias entre tratamientos puede interpretarse a partir de la dinámica de la intercepción de la radiación en las etapas determinantes del rendimiento. Aunque en fases tempranas se observaron algunas tendencias, estas no se sostuvieron y, durante el período crítico, todos los tratamientos alcanzaron niveles máximos de intercepción. En ese contexto, la captura de radiación habría permitido sostener tasas de crecimiento elevadas y similares entre tratamientos durante la etapa de determinación del número de granos, lo que contribuye a explicar la ausencia de diferencias en el componente más estrechamente asociado con el rendimiento. Del mismo modo, la elevada intercepción mantenida durante el llenado de granos habría favorecido una oferta de asimilados semejante entre tratamientos, reduciendo la posibilidad de diferencias en el peso de mil granos. En este marco, los tratamientos foliares evaluados, no modificaron de manera apreciable la captura de recursos, dinámica de crecimiento ni los procesos ecofisiológicos asociados a la generación del rendimiento.

La ausencia de respuesta en este ensayo no permite descartar un posible efecto de alguno de los tratamientos en otras condiciones. Estos resultados corresponden a un único ambiente y una única campaña, por lo que será necesario continuar su evaluación en una mayor diversidad ambiental para determinar la consistencia de la respuesta.