



# Efecto de la aplicación de bioestimulantes al suelo en presiembra y de fertilizantes foliares en el cultivo de soja, en Entre Ríos, Argentina

Responsables: Ing. Agr. Analía Michel

Equipo de trabajo: Dr. Ing. Agr. Edgardo Santiago Arévalo  
Dra. Ing. Agr. Natalia Foti  
Ing. Agr. Luciano Ludi Barzante  
Ing. Agr. María Agustina Cazaux  
Alumna Sofía Chajud

Alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA UNER

2024



## OBJETIVO

- Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes previo a la siembra y de foliares en diferentes momentos del ciclo del cultivo, sobre el cultivo de soja.

## METODOLOGÍA

El ensayo fue sembrado en el Campo experimental Ramón Roldán” (latitud 31°51’30’’ S y longitud 60°38’62’’ O) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos (FCA UNER) (Figura 1). El trabajo en gabinete fue realizado en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la FCA UNER.

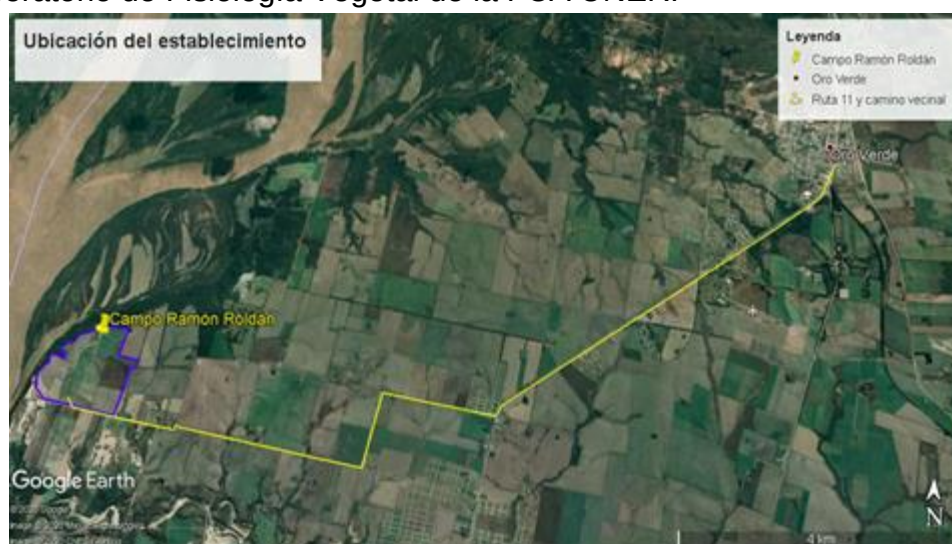


Figura 1. Ubicación del lugar del ensayo de Insuagro. Fuente: Google Earth, 2024.

El trabajo consistió en evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes previo a la siembra y de foliares en diferentes momentos del ciclo del cultivo, sobre el cultivo de soja, donde se ensayaron 6 tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Detalle de los tratamientos ensayados.

| Tratamientos | Descripción         | Dosis (kg-l ha <sup>-1</sup> ) | Momento    | Nomenclatura de Identificación |
|--------------|---------------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|
| 1            | Testigo (Productor) | -                              | -          | Control                        |
| 2            | T1 + Biosalmon      | 3                              | Presiembra | Biosalmon                      |
| 3            | T2 + Starfer        | 2                              | V7         | Starfer                        |
| 4            | T3 + Stress Stop    | 2                              | R3         | Stress Stop                    |
| 5            | T2 + Bioamino Zn    | 1,5                            | R3         | Bioamino Zn                    |
| 6            | T3 + Calcio-Boro    | 2                              | R3         | Starfer Ca-B                   |

La siembra se llevó a cabo el día 2 de enero de 2024 con una sembradora de 9 surcos marca FERCAM 440, utilizando una densidad de semilla de 65 kg ha<sup>-1</sup> de la variedad NS 5421 sobre el antecesor arveja; las semillas fueron tratadas con fungicida terapico fluxapyroxad 33,3 g p.a. a una dosis de 75 cc cada 100 kg. El día de la siembra se



aplicó Biosalmon al suelo, en las parcelas a probar dicho producto (T2 a T6). Las parcelas consistieron en un ancho de 2 m por 8 m de largo, realizando 4 repeticiones de cada uno de los tratamientos evaluados. El día de la siembra se realizó un muestreo de suelo en una profundidad de 0-20 cm, para obtener un análisis químico del mismo y poder caracterizar el sitio donde se llevó a cabo el ensayo.

A los 25 días desde de la siembra (dds), en el estadio V3 del cultivo de soja, se procedió a contabilizar el número de plantas sobre un surco de 2 m lineales, para determinar el stand de plantas logrados. El mismo día se determinó índice de verdor con SPAD 502 en el foliolo central de la última hoja desarrollada en 10 plantas por parcela, para los tratamientos T1 (control) y T2 (Biosalmon).

Las aplicaciones de los tratamientos foliares se aplicó a los 45 dds (T3), coincidiendo con el estadio V7, y a los 70 dds (T4, T5 y T6), en el estadio R3 (inicio de formación de vainas).

A los 120 dds (R8) se procedió a la cosecha manual de las parcelas para cada uno de los tratamientos evaluados, tomando dos muestras: 1 m lineal para determinar las componentes del rendimiento: número de plantas, número de nudos en el tallo principal, número total de chauchas y de granos; y 8 m lineales para la obtención de rendimiento y peso de 1000 granos siguiendo lo establecido en las Normas ISTA (2016), con un contador de granos marca PFEUFFER. Dada las condiciones climáticas de elevada humedad y frecuencia de precipitaciones en esta fecha, la muestra para rendimiento fue secada en estufa a 65°C para luego proceder a la trilla con una cosechadora experimental marca WINTERSTEIGER.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron evaluaciones patométricas semanalmente, no llegando a los umbrales recomendados para la aplicación.

## **Análisis de datos**

Para todas las variables, se realizó un análisis de varianza (ANAVA) entre todos los tratamientos. Cuando el mismo indicó la existencia de diferencia significativa (mediante el p-valor), se utilizó el método de comparación LSD Fisher con un nivel de significación nominal del 0,05, para conocer cuál de los pares de medias difería; utilizando para esto el software estadístico InfoStat. Los resultados del análisis se encuentran anexos en el excel, junto con los datos en crudo obtenidos durante el ensayo.

## **RESULTADOS**

### **Análisis de suelo**

En la Tabla 2 se presentan los resultados del análisis químico realizado en una profundidad de 0 a 20 cm del perfil del suelo sobre el lote donde se llevó adelante el ensayo, para realizar una caracterización química del lugar.



Tabla 2: Análisis químico del suelo.

| Determinación                             | Unidad                    | Resultado |
|-------------------------------------------|---------------------------|-----------|
| pH en agua (1:2,5) - Potenciometría       | -                         | 6,54      |
| Carbono Orgánico (Walkley y Black)        | %                         | 1,77      |
| Materia Orgánica                          | %                         | 3,05      |
| Nitrógeno Total (Kjeldahl)                | %                         | 0,162     |
| Relación Carbono: Nitrógeno               | -                         | 10,9      |
| Nitratos (Harper)                         | mg kg <sup>-1</sup>       | 75,3      |
| Nitrógeno disponible                      | kg ha <sup>-1</sup>       | 56,1      |
| Fósforo disponible (Bray y Kurtz I)       | mg kg <sup>-1</sup>       | 56,7      |
| Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)  | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 28,3      |
| Potasio intercambiable (Fotometría Llama) | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 2,008     |
| Potasio disponible                        | mg kg <sup>-1</sup>       | 785,18    |
| Saturación Potásica                       | %                         | 7,1       |
| Calcio Intercambiable (Fotometría Llama)  | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 20        |
| Calcio disponible                         | mg kg <sup>-1</sup>       | 4008      |
| Saturación Cálrica                        | %                         | 70,6      |
| Magnesio Intercambiable (Complejometría)  | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 3,8       |
| Magnesio disponible                       | mg kg <sup>-1</sup>       | 462,1     |
| Saturación Magnésica                      | %                         | 13,4      |
| Sodio Intercambiable (Fotometría Llama)   | cmol (+) kg <sup>-1</sup> | 0,355     |
| Saturación Sódica (PSI)                   | %                         | 1,3       |
| Saturación básica                         | %                         | 92,4      |
| Relación K/Mg                             | -                         | 0,5       |
| Relación Ca/Mg                            | -                         | 5,26      |
| Conductividad eléctrica                   | dS/m                      | 0,646     |
| Zn                                        | mg kg <sup>-1</sup>       | 0,71      |

## Condiciones meteorológicas

Durante el ciclo del cultivo de la soja, se evidenciaron intervalos de escasas precipitaciones, sumando un total de 293 mm en la estación de crecimiento que duró el ensayo. Las temperaturas mínimas promedio oscilaron entre 10 y 27 °C, mientras que las temperaturas máximas promedio se mantuvieron en un rango de 15 a 41 °C (Figura 2).

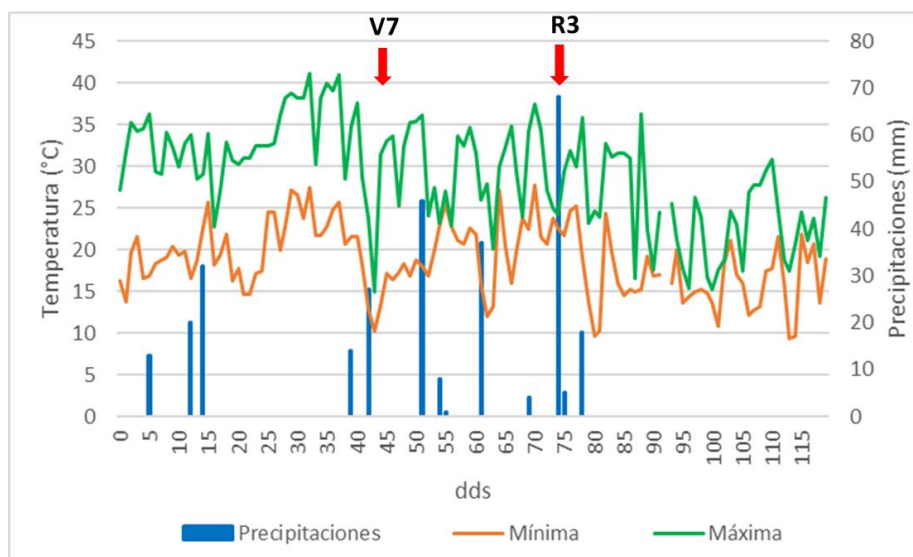


Figura 2. Condiciones climáticas predisponentes durante el ciclo del cultivo.

## Determinaciones

- **Stand de plantas**

El número de plantas logrado a los 25 días desde la siembra (dds) se presenta en la Figura 3, donde se puede observar una adecuada uniformidad de siembra y posterior emergencia de las semillas, convertidas en plantas para los tratamientos ensayados.

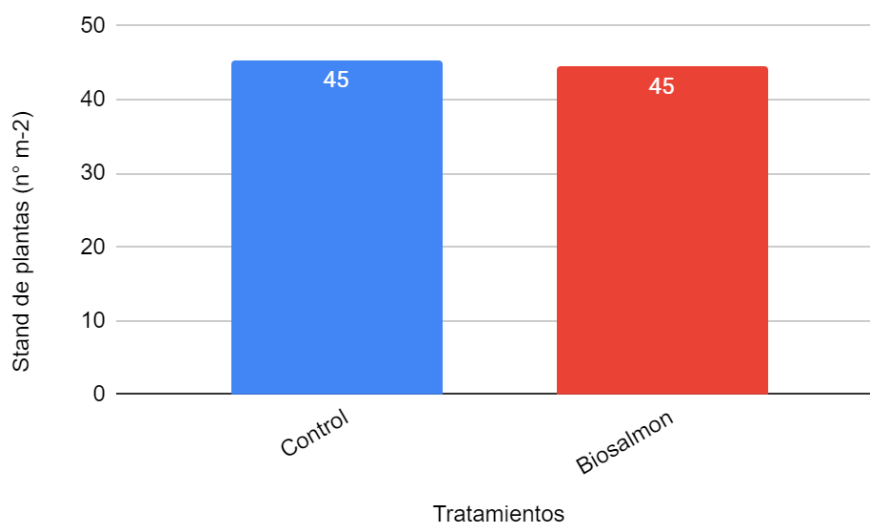


Figura 3. Stand de plantas (n° m<sup>-2</sup>) a los 25 días desde la siembra (dds) en los tratamientos ensayados.



- Índice de verdor

El índice de verdor medido en unidades SPAD determinado a los 25 dds muestra valores muy similares, con un incremento del 2% para el tratamiento con Biosalmon, respecto al control (Figura 4).

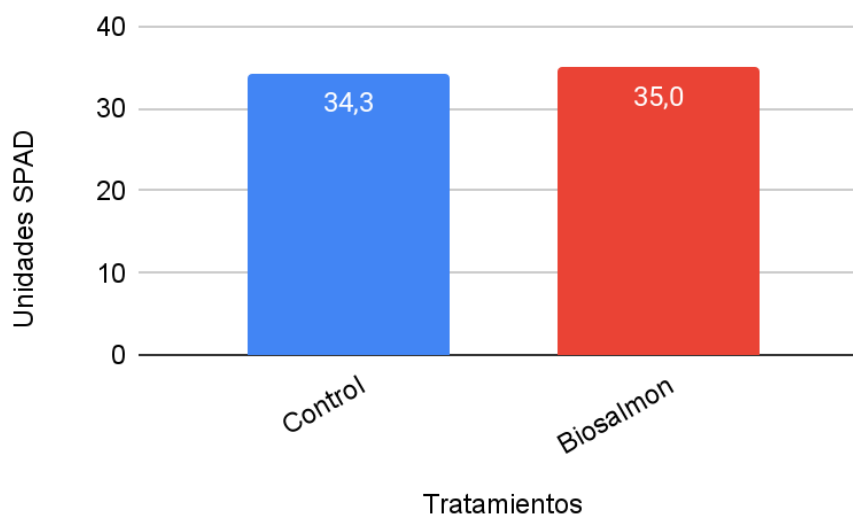


Figura 4. Índice de verdor (Unidades SPAD) a los 25 días desde la siembra (dds) en los tratamientos ensayados.

- Componentes de rendimiento

- Número de plantas

El número de plantas contabilizado a los 120 dds (R8) muestra que todos los tratamientos probados se encuentran por encima del control, con un incremento para esta variable del 26%.

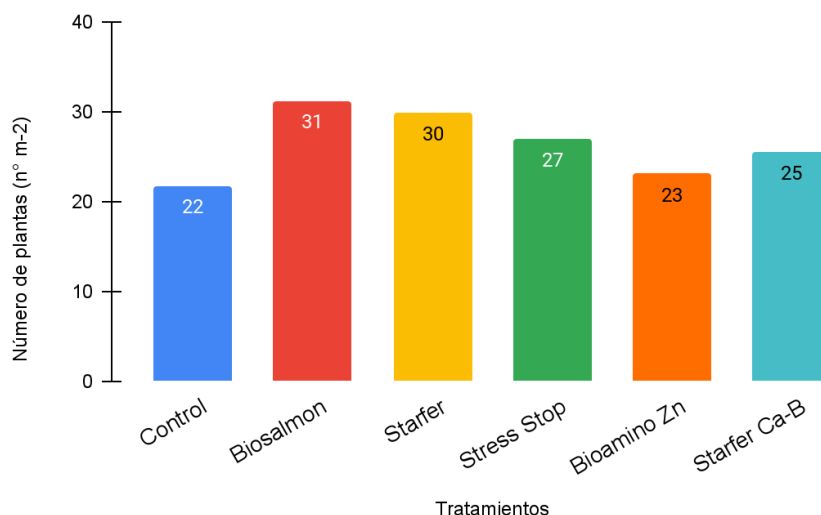


Figura 5. Número de plantas (n° m<sup>-2</sup>) a los 95 días desde la siembra (dds) en los tratamientos ensayados.



## - Número de nudos

El número de nudos encontrados en el tallo principal por planta (Figura 6) muestra que existe una disminución para todos los tratamientos evaluados, con una media de -28%, en comparación con el tratamiento control (testigo comercial).

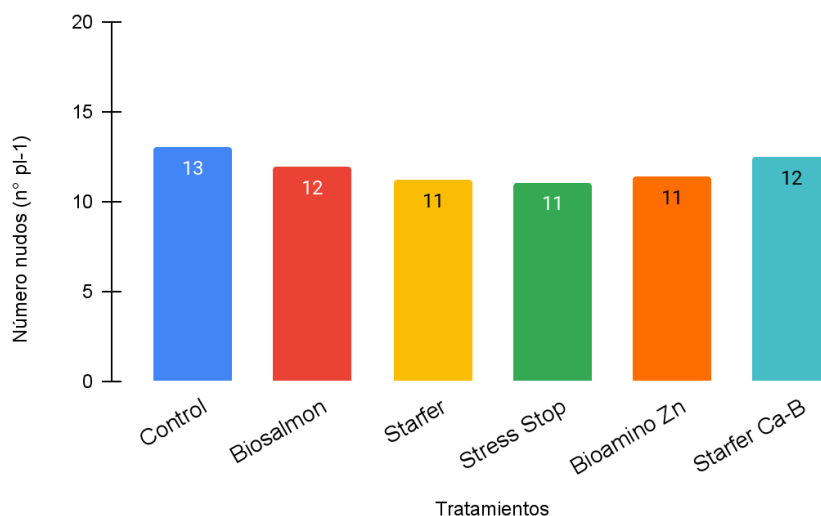


Figura 6. Número de nudos (n° pl<sup>-1</sup>) a los 120 días desde la siembra (dds) en los tratamientos ensayados.

## - Número de chauchas

El número de chauchas totales encontradas por planta (Figura 7) muestra una variabilidad de  $\pm 2\%$  entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos que muestran los valores más altos de chauchas son T5 (T2 + Bioamino Zn) y T6 (T3 + Calcio-Boro).

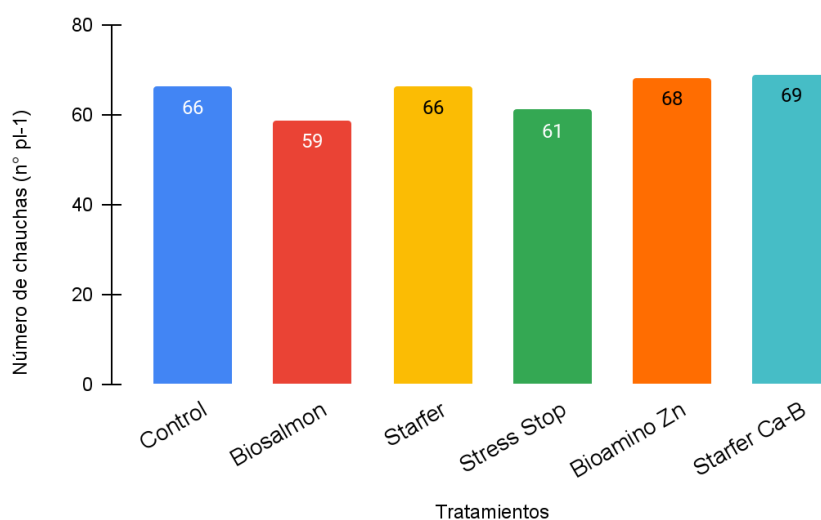


Figura 7. Número de chauchas (n° pl<sup>-1</sup>) a los 120 días desde la siembra (dds) en los tratamientos ensayados.



### - Número de granos

El número de granos totales por planta determinado en los diferentes tratamientos evaluados muestra diferencias entre ellos (Figura 8). Los tratamientos T5 (T2 + Bioamino Zn) y T6 (T3 + Calcio-Boro) presentan los valores más altos para esta variable, con una media de +5% por encima al testigo (Control). Los restantes tratamientos se encuentran por debajo del control, con una disminución en el número de granos totales por planta del 8% en promedio.

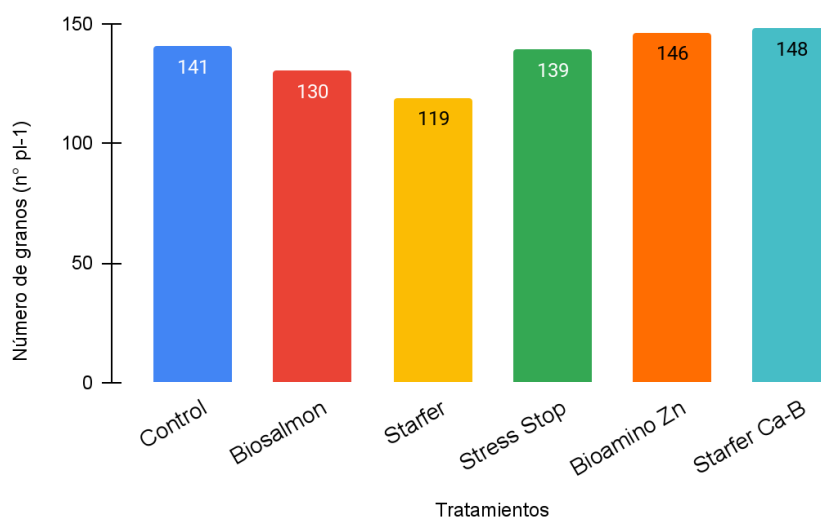


Figura 8. Número de granos (n° pl<sup>-1</sup>) a los 120 días desde la siembra (dds) en los tratamientos ensayados.

### - P1000

El peso de 1000 granos (P1000) muestra una variabilidad de  $\pm 1\%$  entre los diferentes tratamientos evaluados (Figura 9). El tratamiento T6 (T3 + Calcio-Boro) presenta el valor más alto de P1000, con un incremento del 3%, en comparación con el control.



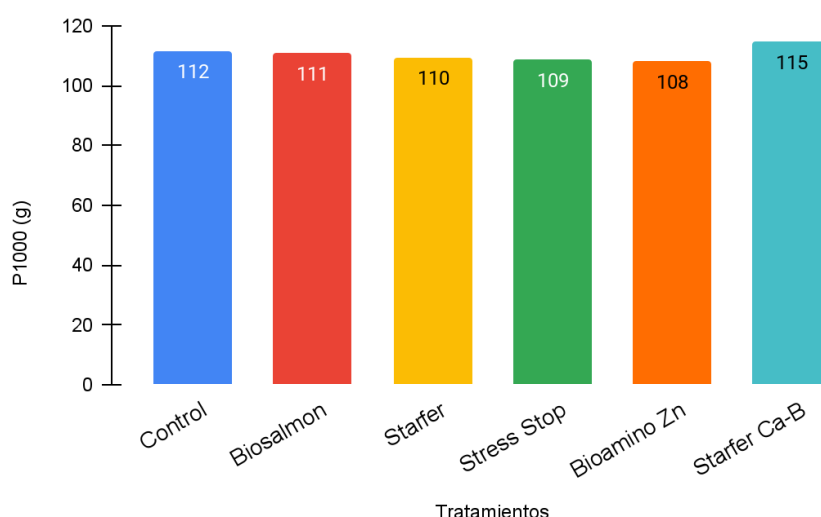


Figura 9. P1000 (g) a los 120 días desde la siembra (dds) en los tratamientos ensayados.

### • Rendimiento a campo

El rendimiento de granos presenta una variabilidad de de  $\pm 6\%$  entre los diferentes tratamientos evaluados (Figura 10). Todos los tratamientos muestran un incremento para esta variable en comparación con el control. Los tratamientos Bioasalmon (T2) y T3+Stress Stop (T4) son los que tienen una mejor respuesta, lo que se traduce en una diferencia de +200 kg de granos, en promedio.

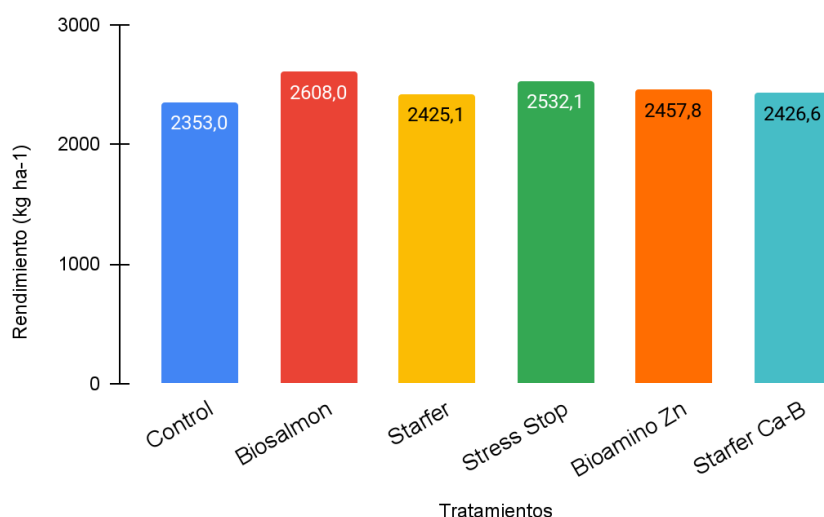


Figura 10. Rendimiento a campo (kg ha<sup>-1</sup>) a los 120 días desde la siembra (dds) en los tratamientos ensayados.



## Resumen de variables

El resumen de los datos de componentes de rendimiento determinados a los 120 (R8) días desde la siembra (dds) se muestra en la Tabla 3. En la tabla, se resaltan con amarillo los valores más altos de cada variable, excluyendo el tratamiento control. Cabe aclarar que el rendimiento calculado se determinó en base a los componentes de rendimiento obtenidos.

Tabla 3. Resumen de componentes de rendimiento determinados a los 120 días desde la siembra (dds) en los tratamientos ensayados.

| n° | Tratamientos        | Número de plantas (n° m <sup>-2</sup> ) | Número de nudos (n° pl <sup>-1</sup> ) | Número de chauchas (n° pl <sup>-1</sup> ) | Número de granos (n° pl <sup>-1</sup> ) | P1000 (g) | Rendimiento a campo (kg ha <sup>-1</sup> ) | Rendimiento calculado (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|----|---------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1  | Testigo (Productor) | 22                                      | 13                                     | 66                                        | 141                                     | 112       | 2353,0                                     | 3474,2                                       |
| 2  | T1 + Biosalmon      | 31                                      | 12                                     | 59                                        | 130                                     | 111       | 2608,0                                     | 4473,3                                       |
| 3  | T2 + Starfer        | 30                                      | 11                                     | 66                                        | 119                                     | 110       | 2425,1                                     | 3927,0                                       |
| 4  | T3 + Stress Stop    | 27                                      | 11                                     | 61                                        | 139                                     | 109       | 2532,1                                     | 4090,8                                       |
| 5  | T2 + Bioamino Zn    | 23                                      | 11                                     | 68                                        | 146                                     | 108       | 2457,8                                     | 3626,6                                       |
| 6  | T3 + Calcio-Boro    | 25                                      | 12                                     | 69                                        | 148                                     | 115       | 2426,6                                     | 4255,0                                       |

## Consideraciones Finales

Las condiciones meteorológicas (escasas precipitaciones) durante el ciclo del cultivo generaron variaciones en las determinaciones realizadas en la duración del ensayo, incluso provocó una disminución en el stand de plantas desde emergencia (Figura 3) al estado reproductivo (Figura 5). Pese a ello, se puede observar que T2 (Biosalmon PS) aplicado previo a la siembra y T3 (Biosalmon PS + Starfer V7) fueron los tratamientos que mostraron un mayor número de plantas a rendimiento (R8).

Hay un efecto marcado del biosalmon aplicado previo a la siembra en los tratamientos evaluados, pero no existe un efecto cuando éste fue combinado con aplicaciones foliares en estadios vegetativo (V7) y reproductivo (R3) para todos los tratamientos ensayados (Tabla 3).

Para los componentes de rendimiento determinados, hubo mejores resultados en los tratamientos T5 (Biosalmon PS + Bioamino Zn R3) y T6 (Biosalmon PS + Starfer V7 + Calcio-Boro R3); sin embargo para la variable rendimiento en grano a campo, los tratamientos T2 (Biosalmon PS) y T4 (Biosalmon PS + Starfer V7 + Stress Stop R3) mostraron la mejor respuesta, con un incremento de +255 y +180 kg respecto a T1 (Testigo). En cambio, al observar el rendimiento calculado a través de sus componentes, los tratamientos T2 (Biosalmon PS) y T6 (Biosalmon PS + Starfer V7 + Calcio-Boro R3) presentaron los mayores incrementos, que se traducen en +999 y +781 kg respecto al testigo.



Analizando las condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo (Figura 2), se puede observar que los primeros 35 días desde la siembra (dds), período de establecimiento de las plantas, hubo escasez de precipitaciones, por lo que la aplicación en presiembra de bioestimulantes potenció la respuesta en el cultivo, mientras que las aplicaciones en V7 (45 dds) y R3 (70 dds) coincidieron con buenos niveles de precipitaciones, no obteniendo respuesta aditiva a la bioestimulación.

Sería importante trabajar sobre los criterios de aplicación de bioestimulantes asociada a las condiciones estresantes del cultivo, para poder obtener un mayor grado de certeza en la respuesta de estos productos. Para nuestros ensayos, la probabilidad de respuesta supera el 80% pero es necesario seguir trabajando para determinar los momentos óptimos de aplicación.



Ing. Agr. Analía Michel  
MP: 1820 COPAER

Links para descarga:

- Bases de datos y estadística

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1inXMOak7RxewmB1UHiQPM2AFCTPI7tHv/edit?usp=sharing&ouid=101098090537697349970&rtpof=true&sd=true>

- Fotos y videos

<https://drive.google.com/drive/folders/1IpCYaBtcm4JhszEvouuaGErjMRXQeOsp?usp=sharing>