

ARTÍCULO ORIGINAL

Eficacia agronómica de los bioestimulantes en cultivos extensivos

Agronomic efficiency using biostimulants in extensive crops

Eficácia agronômica dos biostimulantes em culturas extensivas

Pautasso, Juan Manuel ^{1,2} ; **Díaz, Milagros Daniela** ¹ ; **Zapata, Luciana Daniela** ¹ ;
Giacinti, Simón Alberto ³ 

¹ INTA;

² FCA - UNER;

³ Asesor Privado.

juan.pautasso@uner.edu.ar

DOI: <https://doi.org/10.35305/ago46.e052>

Recibido: Diciembre 2024 **Aceptado:** Octubre 2025

Resumen

En los sistemas productivos, los cultivos están sometidos a situaciones desfavorables. Los bioestimulantes de las plantas (BP) son productos que buscan adaptar el cultivo al ambiente, mejorando su crecimiento, la respuesta al estrés y/o la calidad de los cultivos. Gran parte de la bibliografía informa incrementos entre el 15% y el 20% del rendimiento. El objetivo de este trabajo fue dimensionar la respuesta de los BP en la región de Entre Ríos, a partir de ensayos en los cultivos de trigo (41 ensayos), soja (37 ensayos) y maíz (16 ensayos) en diferentes campañas. Para el conjunto de los datos, se determinó que en los cultivos de soja y trigo los rendimientos se incrementaron significativamente con el agregado de BP: 5% y 3,4%, respectivamente. El incremento y la eficacia agronómica fue mayor en ambientes más desfavorables, donde un solo momento de aplicación durante el ciclo fue más eficiente que aplicaciones múltiples. Para el maíz no hubo ventajas con el uso de estos insumos.

Palabras clave: estrés abiótico; bioestimulante; agricultura sostenible

Abstract

In agricultural production systems, crops are often exposed to suboptimal environmental conditions. Plant biostimulants (PBs) are inputs designed to enhance crop adaptation, growth, stress tolerance, and/or quality. An extensive body of research on this topic reports yield increases between 15% and 20%. The present study aimed to evaluate crop responses to PBs in Entre Ríos region through field trials conducted on wheat (41 trials), soybean (37 trials), and corn (16 trials) across multiple growing seasons. Combined data showed that soybean and wheat yields were significantly increased with PB application—by 5% and 3,4%, respectively. Yield gains and agronomic efficiency were more pronounced in less favorable environments, with single applications proving more effective than multiple ones. In contrast, no yield benefits were observed in corn.

Keywords: abiotic stress; biostimulant; sustainable agriculture

Resumo

Nos sistemas produtivos, as culturas estão sujeitas a situações desfavoráveis. Os bioestimulantes de plantas (BP) são produtos que buscam adaptar a cultura ao ambiente, melhorando seu crescimento, a resposta ao estresse e/ou a qualidade das culturas. Grande parte da bibliografia informa aumentos de rendimento entre 15% e 20%. O objetivo deste trabalho foi dimensionar a resposta dos BP na região de Entre Ríos a partir de ensaios realizados nas culturas de trigo (41 ensaios), soja (37 ensaios) e milho (16 ensaios) em diferentes campanhas. No conjunto de dados, foi determinado que nas culturas de soja e trigo os rendimentos aumentaram significativamente com a adição de BP: 5% e 3,4%, respectivamente. O aumento da eficácia agronômica foi maior em ambientes mais desfavoráveis, onde uma única aplicação durante o ciclo foi mais eficiente do que múltiplas aplicações. Para o milho, não houve vantagens com o uso desses insumos.

Palavras-chave: estresse abiótico; bioestimulante; agricultura sustentável

Introducción

La agricultura actual enfrenta el desafío de acrecentar el rendimiento de los cultivos adaptándose a la variabilidad climática con prácticas sostenibles ([Li et al., 2022](#)).

Frecuentemente los cultivos están sometidos a situaciones desfavorables, lo que limita su rendimiento. A escala global, el estrés abiótico es el principal motivo en la reducción de los rendimientos (más del 50%), donde los factores son temperaturas extremas, menor radiación, anegamiento, sequías temporarias, deficiencia de nutrientes, salinidad del suelo, entre otros ([Koyro et al., 2012](#)). De estos factores, la disponibilidad hídrica en primer lugar y luego la deficiencia de nutrientes, son los que mayormente limitan la producción ([Echeverría y Sainz Rozas, 2015](#); [Maddonni et al., 2021](#)). Estas adversidades pueden atenuarse con manejo y/o agregado de diferentes insumos, tanto de síntesis química como orgánica; modificando el ambiente donde se desarrollan los cultivos o adaptando el cultivo a las condiciones desfavorables ([Amador et al., 2018](#)).

Entre los productos que buscan adaptar el cultivo al ambiente se encuentran los bioestimulantes de plantas (BP), constituyéndose en potenciales herramientas de ajuste, haciendo más eficiente el uso de los insumos de síntesis química ([Li et al., 2022](#)). Estos productos estimulan el crecimiento de las plantas y mejoran una o varias funciones, como la eficiencia de uso de nutrientes y del agua, tolerancia a estrés abióticos, mejora en la calidad de granos, mayor provisión de nutrientes desde la rizosfera, entre otras ([Calvo et al., 2014](#); [Li et al., 2022](#)).

Una de las definiciones de los BP más usada, es de Du Jardin ([2015](#)), define a los mismos como cualquier compuesto o microorganismo que mejoran el crecimiento de las plantas, la respuesta al estrés y/o la calidad de los cultivos. En Du Jardin et al. ([2020](#)) amplían el concepto señalando que son inductores de procesos en las plantas, que mejoran el crecimiento y la eficiencia en el uso de recursos en condiciones de estrés o no.

Existen dos categorías principales de BP: microbianas (BPM) y no microbianas. Las primeras se refieren mayormente a hongos micorrízicos arbusculares y a rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal; por otro lado, entre los BP no microbianos se distinguen diferentes subcategorías: ácidos húmicos y fulvicos (AHF), proteínas hidrolizadas (PH), fosfitos (F) y extractos de algas (EA), entre otras ([Du Jardin 2012](#); [du Jardin 2015](#); [Calvo et al., 2014](#); [Li et al., 2022](#)).

Los BPM incrementan la superficie de contacto con el suelo (por ejemplo, las micorrizas arbusculares), aumentando la eficiencia en captar nutrientes y agua ([Gianinazzi et al., 2010](#)). Algunos hongos endófitos, como *Trichoderma* spp., también pueden colonizar raíces y transferir nutrientes, induciendo la resistencia a enfermedades, mejorando la nutrición y disminuyendo los efectos por estrés bióticos y abióticos ([Behie y Bidochka, 2014](#); [Nicolás et al., 2014](#); [Calvo et al., 2014](#)). En esta categoría, también existen productos con bacterias promotoras de crecimiento ([Berg, 2009](#)).

Las PH confieren una mayor tolerancia de los cultivos a los factores abióticos de estrés a partir de la regulación de las enzimas implicadas en la asimilación del N. Poseen actividad hormonal, ayudan a la adquisición de micronutrientes y otorgan actividad antioxidante ([Du Jardin 2012](#); [Du Jardin 2015](#); [Calvo et al., 2014](#)).

Los AHF generan una mayor elongación y biomasa de raíces, incrementando la capacidad de absorción de nutrientes. Además, poseen efectos hormonales y pueden contener una amplia diversidad de microorganismos, incluyendo rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas ([du Jardín 2012](#); [du Jardín 2015](#); [Olivares et al., 2015](#); [Amador et al., 2018](#); [Calvo et al., 2014](#)).

Los EA favorecen el transporte de micronutrientes desde la raíz a los puntos de crecimiento, proveen hormonas, son fuente de nutrientes y estimulan el sistema antioxidante de las plantas ([Craigie 2011](#); [du Jardín 2012](#); [du Jardín 2015](#); [Calvo et al., 2014](#)).

Los F se incluyen entre los “elementos benéficos” que poseen acción antifúngica o inducen resistencia a enfermedades, a partir de la rustificación de la pared celular. También, influyen en la osmorregulación, reducen la transpiración, mejoran la actividad enzimática, proveen protección antioxidante y promocionan la síntesis de hormonas vegetales ([du Jardín 2015](#); [Carmona y Sautua, 2011](#)).

El efecto en el rendimiento por el uso de estos insumos tiene incrementos importantes entre el 15% y el 20%, con diferencias entre cultivos y condiciones ambientales, pero en la mayoría de los casos sin distinguir la categoría de BP utilizada ([Rose et al., 2014](#); [Schütz et al., 2018](#); [Li et al., 2022](#)). Sin embargo, Li et al. ([2022](#)) plantean un sesgo sobre estos resultados ya que, de ser así, la práctica debería estar ampliamente difundida y adoptada.

Otros trabajos, informan efectos deletéreos cuando se aplican algunos BP, como los F, en cultivos que crecen con deficiencias nutricionales ([Carmona y Sautua, 2011](#)). Prieto et al. ([2017](#)) evaluaron algunos tratamientos con disminuciones del rendimiento al usar BP. Esto puede deberse a que la inducción provocada por los BP requiere un “costo fisiológico” por un gasto energético, y al activarse, en condiciones en la cual su expresión no es necesaria, puede generar un resultado negativo en el rendimiento ([Gómez y Reis, 2011](#); [du Jardín et al. 2025](#)). Otros autores sugieren que los resultados adversos se relacionan con una aplicación, un momento y/o una tasa de concentración incorrectos de bioestimulante ([Izquierdo et al., 2024](#)). El uso de los BP busca estabilizar el rendimiento de los cultivos, complementando y/o potenciando el efecto de fertilizantes y de los productos fitosanitarios; de esta manera, al incrementar la eficiencia de uso de los insumos, se reduciría el impacto ecológico ([Mandal et al., 2023](#)).

Las experimentaciones en campos de productores, repetidas durante diferentes campañas, permiten probar la eficacia de nuevas prácticas, tecnologías o productos en condiciones reales, posibilitando una rápida adopción ([Laurent et al., 2020](#)).

En la región existen muy pocos trabajos sobre la temática, que brinden una síntesis de ensayos realizados en sistemas reales y repetidos en el tiempo, como los de Izquierdo et al. ([2023](#)) e Izquierdo et al. ([2024](#)) quienes informaron incrementos en rendimiento de arroz del 7,4% y en soja del 17% mediante el uso de AHF.

El objetivo de este trabajo es dimensionar, de manera exploratoria, la eficacia agronómica de los BP en Entre Ríos para los cultivos de trigo, soja y maíz.

Materiales y métodos

Durante diferentes campañas se realizaron ensayos en campos de productores probando BP de distintas categorías en los cultivos de trigo, soja y maíz. Los ensayos tuvieron un diseño en bloques completos al azar, con al menos 2 repeticiones. La zona de estudio abarcó los departamentos de Paraná, Diamante, Nogoyá, Victoria y La Paz en la provincia de Entre Ríos. Para el cultivo de trigo se analizaron 41 ensayos distribuidos en 8 campañas (2005, 2009, 2014, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023); para maíz, 16 ensayos en 4 campañas (2015/16, 2019/20, 2020/21, 2022/23) y en soja, 37 ensayos en 7 campañas (2015/16, 2016/17, 2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22, 2022/23).

Se probaron diferentes BP, aplicados junto a la semilla o foliares y en diferentes momentos: a la siembra y en estado vegetativo o reproductivo. Los BP que se probaron fueron BPM, EA, F y PH en los tres cultivos. Los AHF sólo se ensayaron en trigo y soja. Los productos, las dosis y momentos en los que se utilizaron los BP fueron los recomendados por las empresas que los proveen.

Si bien, de hecho, los BP se comercializan mayormente en Argentina como fertilizantes foliares, muchos poseen mezclas de categorías con nutrientes en diferentes concentraciones; por ello [du Jardín et al. \(2025\)](#) afirman “los bioestimulantes no se definen por lo que contienen, sino por lo

que hacen”. De todos modos, al final del trabajo se anexan tablas por cultivo donde se detallan todos los ensayos con los rendimientos logrados, categoría principal de BP declarada por las empresas, marca comercial y dosis.

Análisis estadístico

- i) Con la totalidad de los datos de los ensayos se calculó la respuesta al uso de BP, como la diferencia del rendimiento ‘tratado con BP’ menos el rendimiento del ‘testigo’ de su bloque. Con esta base se estimó la respuesta por cultivo y por categoría de BP. Las respuestas obtenidas se sometieron a una “prueba t”, tomando como parámetro el valor 0 kg ha^{-1} .
- ii) Con la base (i) se hizo una tabla síntesis por ensayo, donde se calculó el rendimiento obtenido con y sin BP. Con esta información se procedió como sigue:
 - a) Se realizó un ANOVA de comparación de medias (con y sin BP) por cultivo, donde las fuentes de variación fueron el uso de BP y los ensayos.
 - b) Se calculó el rendimiento relativo (RR) por ensayo como el cociente entre rendimiento del testigo y del tratado con BP.
 - c) Se calculó el tamaño del efecto del uso de BP, a partir de la técnica estadística denominada “índice del tamaño del efecto: d” ([Cohen 1988](#)), que indica la magnitud de la diferencia entre dos medias en términos de sus desviaciones estándar combinadas. Este análisis se realiza sólo en los casos que se observan diferencias significativas entre grupos.

Se usó la ecuación:

$$d = \frac{\text{rend medio con BP} - \text{rend medio sin BP}}{\sqrt{((DS \text{ con BP}^2 + DS \text{ sin BP}^2)/2)}}$$

El índice “d” expresa las distancias de puntuación en unidades de variabilidad, es decir, cuántas unidades de desvío estándar difieren las medias testeadas. Cohen estableció criterios convencionales para interpretar el tamaño del efecto: “*pequeño*” con valor de “d” menores a 0,2, “*mediano*” si “d” era de alrededor de 0,5 y “*grande*” con valores mayores a 0,8.

- d) Se realizaron regresiones lineales-plato entre RR y “ambiente productivo”. Se define como “ambiente productivo” al rendimiento logrado en cada sitio con el manejo del productor (estimado a partir del promedio de rendimiento de las parcelas no tratadas con BP en cada ensayo).

Se utilizó el paquete estadístico Infostat 2020 ([Di Rienzo et al., 2020](#)).

Resultados y discusión

La información se muestra de manera general y corresponde a un primer análisis exploratorio de los datos. Los principales resultados para el uso de BP se presentan en cuatro ítems, estudiando el impacto según cultivo, ambiente, categoría de BP y momento de aplicación.

Según cultivo:

En trigo y soja el agregado de BP presentó respuesta positiva y efecto significativo en el rendimiento ([Tabla 1](#), [Figura 1](#)).

Tabla 1: Inferencia estadística de la respuesta: prueba t para datos particionados por cultivos. "n" corresponde al número de parcelas tratadas de todos los ensayos donde se calculó la respuesta con respecto al testigo del bloque; LI y LS son los límites inferior y superior de la inferencia del valor medio de la respuesta con un 95% de confianza; t es el valor del estadístico y p el valor de probabilidad de la prueba de hipótesis.

Cultivo	Tratamientos con BP (n)	Respuesta (kg ha ⁻¹)	LI (95)	LS (95)	t	p(Bilateral)
Trigo	553	116	59	174	3,96	< 0,01
Maíz	143	2	-176	180	0,03	0,98
Soja	441	143	107	180	7,72	< 0,01

Los incrementos de rendimiento fueron de 3,4% para trigo y de 5% para soja ([Figura 1](#)). La mayor respuesta en soja frente a los cereales coincide con la tendencia citada en la bibliografía, aunque los valores son sensiblemente menores ([Li et al., 2022](#); [Izquierdo et al., 2023](#)). Para maíz no se registró ventaja por el uso de BP, este resultado no coincide con trabajos recientes ([Ayoub et al., 2022](#)) donde informan incrementos del 21% en el rendimiento.

El índice "Cohen's d" fue de 0,1 para soja y de 0,08 para trigo, esto indica un tamaño pequeño de respuesta, representando el beneficio en soja por la aplicación de BP una décima de la desviación estándar y para trigo, ocho centésimas. El efecto medido con esta técnica estadística nos hace presumir que son otras las prácticas que se deben ajustar en el cultivo antes de incorporar estas tecnologías.

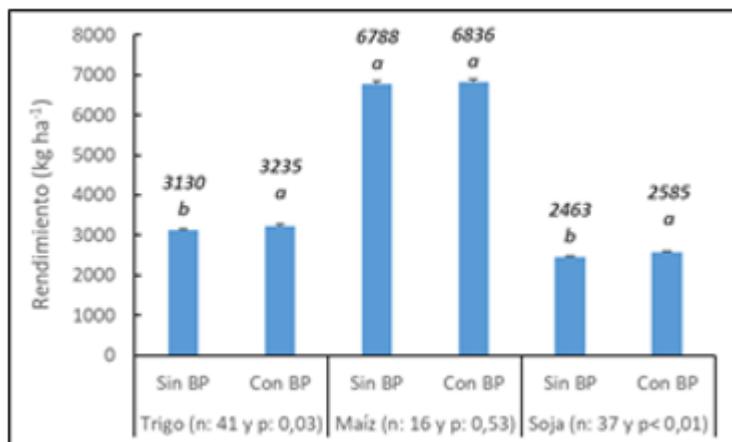


Figura 1: Rendimiento en función del cultivo y del agregado de BP. Para cada cultivo, valores de la media con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Según ambiente:

Una fuente importante de variabilidad climática interanual es generada por el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS). Los ciclos de vida de ENOS y las teleconexiones asociadas generan consecuencias a escala global; cuando se presenta un evento Niño hay tendencias a generar buenas condiciones para los cultivos de verano en sudeste de Sudamérica ([Anderson et al., 2017](#)). La provincia de Entre Ríos es particularmente afectada por este fenómeno.

Para los cultivos de trigo y soja las respuestas al agregado de BP son mayores en ambientes más desfavorables.

En los ambientes de trigo menores a 2500 kg ha⁻¹ se midieron las mayores respuestas (Figura 2 A). En valores absolutos cuando se aplicaron BP en ambientes donde el trigo rindió menos de 2500 kg ha⁻¹ se lograron incrementos de 184 kg ha⁻¹; este aumento fue de sólo 72 kg ha⁻¹ en ambientes superiores a 2500 kg ha⁻¹.

Para el cultivo de soja en las campañas NIÑA y NEUTRO, donde habitualmente se registran deficiencias hídricas (Anderson et al., 2018) también las respuestas fueron mayores, con una tendencia a incrementarse la misma con rendimientos inferiores a 2900 kg ha⁻¹ (Figura 2 C y Tabla 2). Para este cultivo las respuestas fueron 159 y 62 kg ha⁻¹ para ambientes por debajo y por encima de 2900 kg ha⁻¹, respectivamente.

En trigo y soja las tendencias halladas coinciden con lo informado por la bibliografía, donde los mayores efectos positivos en el uso de BP son registrados en ambientes donde los cultivos están expuestos a condiciones desfavorables (Amador et al., 2018; Prado et al., 2016; Du Jardin 2015; Ayoub et al., 2022; Boutahiri et al., 2024).

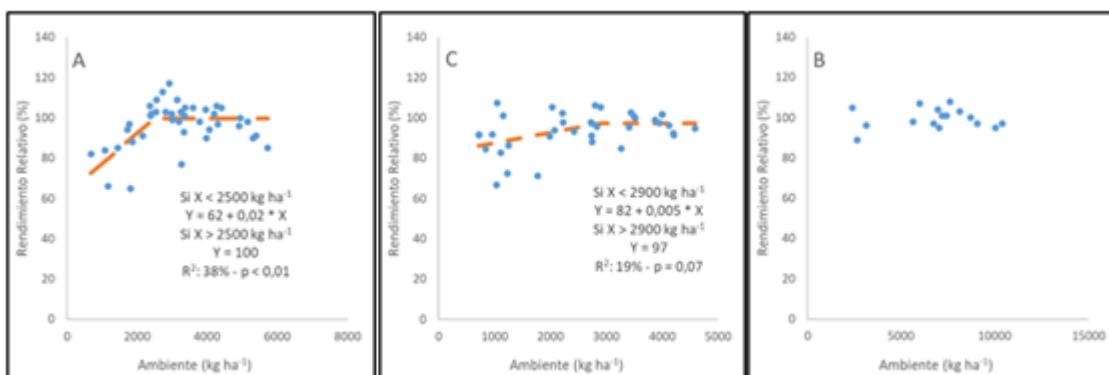


Figura 2: Rendimiento relativo de los cultivos en función del ambiente. A) trigo; B) Maíz y C) Soja.

En maíz la respuesta al agregado de BP fue nula en un amplio rango de rendimientos logrados, tampoco el año climático afectó la respuesta (Figura 2 B y Tabla 2). La falta de respuesta en este cultivo puede explicarse, en parte, a la mejora genética que el maíz ha registrado en las últimas décadas, compensando las pérdidas e incluso enmascarando los efectos negativos en ambientes restrictivos, afectados por sequía, estrés por nutrientes y/o enfermedades (D'Andrea et al., 2023). La falta de relación entre ambiente y respuesta al agregado de BP también es informada por Izquierdo et al. (2024) en el cultivo de arroz.

Tabla 2: Inferencia estadística de la respuesta: prueba t para datos particionados por cultivo y evento climático (ENOS). "n" corresponde al número de parcelas tratadas de todos los ensayos donde se calculó la respuesta con respecto al testigo del bloque; LI y LS los límites inferior y superior de la inferencia del valor medio de la respuesta con un 95% de confianza; t es el valor del estadístico y p el valor de probabilidad de la prueba de hipótesis.

Cultivo	ENOS	n	Media	LI (95)	LS (95)	t	p(Bilateral)
Maíz	Niña	110	-90	-286	105	-0,91	0,36
	Neutro	15	407	-156	969	1,55	0,14
	Niño	18	232	-416	879	0,75	0,46
Soja	Niña	382	135	96	174	6,84	<0,01
	Neutro	52	209	121	297	4,77	<0,01
	Niño	13	32	-340	403	0,19	0,86

Según categoría de BP:

Como se muestra en la [Tabla 3](#), el maíz no mostró ventajas en el uso de ninguna de las categorías; en trigo hubo respuestas positivas al agregado de BP con AHF y EA; y en soja se midieron incrementos de rendimiento en la mayoría de las categorías (excepto AHF).

Tabla 3: Inferencia estadística de la respuesta: prueba t para datos particionados por cultivo y categoría de BP. "n" corresponde al número de parcelas tratadas de todos los ensayos donde se calculó la respuesta con respecto al testigo del bloque; LI y LS los límites inferior y superior de la inferencia del valor medio de la respuesta con un 95% de confianza; *t* es el valor del estadístico y *p* el valor de probabilidad de la prueba de hipótesis.

Cultivo	Categoría BP	n	Media	LI (95)	LS (95)	t	p (Bilateral)
Trigo	BPM	86	113	-45	271	1,42	0,16
	AHF	90	197	32	362	2,38	0,02
	EA	138	178	75	281	3,41	<0,01
	F	71	-23	-215	168	-0,24	0,81
Maíz*	PH	156	91	-7	189	1,83	0,07
	BPM	27	-81	-499	336	-0,40	0,69
	EA	18	140	-573	852	0,41	0,69
	F	68	-89	-331	153	-0,73	0,47
Soja	PH	30	202	-186	590	1,06	0,30
	BPM	85	104	21	186	2,49	0,02
	AHF	34	16	-65	96	0,39	0,70
	EA	48	154	68	239	3,62	<0,01
Soja	F	72	132	29	236	2,55	0,01
	PH	208	177	121	232	6,27	<0,01

BPM: BP microbianos; AHF: ácidos húmicos y fúlvicos; EA: extractos de algas; F: fosfatos; PH: proteínas hidrolizadas. *En el cultivo de maíz no se evaluó la categoría AHF.

Du Jardin (2015), afirma que la variabilidad de las respuestas al agregado de BP está afectada por la categoría utilizada, las condiciones ambientales y el cultivo; por lo tanto, la complejidad de estos factores y sus interacciones hacen difícil concluir taxativamente en cada caso analizado. De todos modos, se observa que la respuesta es mayor y más probable en soja, sin mayores diferencias entre categorías de BP (sólo AHF no tuvo efecto significativo); para el cultivo de trigo, la respuesta fue menor que en soja, donde las categorías con efecto significativo sobre el rendimiento fueron AHF y EA; y para el cultivo de maíz ninguna de las categorías analizadas tuvo efecto significativo.

La alta variabilidad en las respuestas por categoría de BP podría relacionarse también a que la mayoría de éstos no poseen una estandarización en los métodos de extracción y formulación. Esta hipótesis es citada por Li et al. (2022), quienes afirman que los BP derivados de EA son más confiables debido a que su proceso de fabricación está formalizado desde 1952. Coinciendo con esto, en nuestro estudio, el EA tuvo respuesta positiva en los tres cultivos (significativa en trigo y soja).

Los valores promedios negativos de respuesta al agregado de F en trigo y de F y BPM en maíz pueden deberse a que los BP desencadenan procesos en los cultivos que generan un costo fisiológico, y si su expresión no es necesaria provocan una merma en el rendimiento (du Jardín et al. 2025; Carmona y Sautua, 2011; Gómez y Reis, 2011).

Según momento de aplicación:

En la [Tabla 4](#) se informa que las aplicaciones únicas de BP en trigo, estado vegetativo o reproductivo, generaron respuestas positivas; en maíz se confirma la falta de respuesta al agregado de BP en todos los momentos, y para soja, en todos los momentos y combinaciones la respuesta fue positiva.

En trigo como en soja más de una aplicación no generó ventajas frente a una única aplicación, este resultado coincide con lo informado por Li et al. ([2022](#)), podría deberse al “costo fisiológico” o gasto energético extra que le genera a la planta la incorporación del BP aplicado ([du Jardín et al. 2025](#); [Gómez y Reis; 2011](#)).

Tabla 4: Inferencia estadística de la respuesta: prueba *t* para datos particionados por cultivo y momento de aplicación. “n” corresponde al número de parcelas tratadas de todos los ensayos donde se calculó la respuesta con respecto al testigo del bloque; LI y LS los límites inferior y superior de la inferencia del valor medio de la respuesta con un 95% de confianza; *t* es el valor del estadístico y *p* el valor probabilidad de la prueba de hipótesis.

Cultivo	Momento	n	Media	LI (95)	LS (95)	t	p (Bilateral)
Trigo*	Siembra	60	17	-75	109	0,37	0,71
	Vegetativo	121	232	94	369	3,34	<0,01
	Reproductivo	308	119	43	196	3,08	<0,01
	Siembra + repr.	58	-12	-225	202	-0,11	0,91
Maíz	Siembra	26	-80	-377	218	-0,55	0,59
	Vegetativo	105	41	-188	271	0,36	0,72
	Siembra + veg.	12	-160	-543	222	-0,92	0,38
Soja**	Siembra	187	177	121	233	6,25	<0,01
	Vegetativo	72	122	29	215	2,62	0,01
	Reproductivo	128	107	34	181	2,88	<0,01
	Veg. + repr.	42	142	40	244	2,82	<0,01

* Se excluyen los resultados de dos combinaciones: “Semilla + Vegetativo + Reproductivo” con un n: 3 y “Semilla + Vegetativo” con un n: 3. ** Se excluyen las combinaciones “Semilla + Vegetativo”, n: 4 y “Semilla + Reproductivo”, n: 8.

Conclusiones

En los cultivos de trigo y soja, el uso de BP podría incorporarse como una de las prácticas de manejo sostenible, con mayor impacto cuando el ambiente es desfavorable. Sin embargo, las magnitudes medidas en este trabajo son inferiores a las informadas en la bibliografía, siendo esperable en nuestros sistemas productivos un incremento en el rendimiento entre un 3,4% y 5% para trigo y soja, respectivamente.

Este incremento es consistente en el cultivo de soja, donde la mayoría de las categorías de BP generaron respuestas significativas en todos los momentos de aplicación evaluados. Por otro lado, el trigo presenta ventajas para el uso de esta tecnología, también con la mayoría de los BP aplicados por única vez en estado vegetativo o reproductivo. Mas de una aplicación de BP por cultivo no representa una ventaja en rendimiento, en parte esto puede deberse al gasto energético al que se somete a la planta al metabolizar estos productos. Por último, la aplicación de BP en el cultivo de maíz no presentó ventajas.

Si bien se encontraron efectos significativos con la aplicación de BP para trigo y soja, el tamaño del efecto medido a partir de la técnica estadística propuesta por Cohen nos estaría indicando que puede haber otras prácticas de manejo más relevantes que deben atenderse previamente.

Material Complementario

[agro-e052-X.pdf](#)

Declaración de autoría. Credit

JMP: Investigación, Metodología, Redacción, Adquisición de fondos, Análisis formal, Conceptualización, Curaduría de datos, Revisión y Edición, Uso de Software, Supervisión y visualización. **MDD:** Redacción, Análisis formal, Conceptualización, Curaduría de datos, Revisión y Edición, Supervisión y visualización. **LDZ:** Redacción, Análisis formal, Conceptualización, Revisión y Edición. **SAG:** Investigación, Metodología, Adquisición de fondos.

Bibliografía

- AMADOR H, IZQUIERDO F Y VÁZQUEZ PADRÓN V. 2018. Revisión bibliográfica las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*, 2018, vol. 39, no. 4, pp. 102-109. ISSN digital: 1819-4087.
- ANDERSON W.; R. SEAGER; W. BAETHGEN AND M. CANE. 2017. Crop production variability in North and South America forced by life cycles of the El Niño Southern Oscillation. *Agricultural and Forest Meteorology*. Volume 239, 2017. Pages 151-165. ISSN 0168-1923. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.03.008>.
- ANDERSON W.; R. SEAGER; W. BAETHGEN AND M. CANE. 2018. Trans-Pacific ENSO teleconnections pose a correlated risk to agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*. Volume 262, 2018, Pages 298-309. ISSN 0168-1923. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.07.023>.
- AYOUB, I; E. D. BIGATTON; A. BALLATORE; N. GASTALDI; A. BERDINI. 2022. Evaluación del efecto bioestimulante de *Bacillus* spp como rizobacteria promotora del crecimiento vegetal sobre el cultivo de maíz (*Zea mays* L.); Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias; Nexo Agropecuario; 10; 1; 8-2022; 1-6
- BEHIE, S.W., BIDOCHEKA, M.J. 2014. Nutrient transfer in plant-fungal symbioses. *Trends Plant Sci.* 19, 734–740.
- BER G. 2009. Plant–microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Appl Microbial Biotechnology* 84, 11–18 (2009). <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2092-7>
- BOUTAHIRI S., R. BENRKIA, B. TEMBENI, O. IDOWU, O. OLATUNJI. 2024. Effect of biostimulants on the chemical profile of food crops under normal and abiotic stress conditions, *Current Plant Biology*, Volume 40, 2024, 100410, ISSN 2214-6628, <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2024.100410>.
- CALVO P.; L. NELSON & J.KLOEPER. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* (2014) 383:3–4. DOI 10.1007/s11104-014-2131-8
- CARMONA M. Y F. SAUTUA. 2011. Impacto de la nutrición y de fosfitos en el manejo de las enfermedades en cultivos extensivos de la región pampeana. *Actas Simposio Fertilizar 2011*. Ed IPNI (Instituto Internacional de Nutrición Vegetal) y Fertilizar 73-82 pp. 18 y 19 de mayo, Rosario, Argentina.
- COHEN, J. 1988. Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- CRAIGIE, J.S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23, 371–393.
- D'ANDREA K, HISSE I., GALIZIA L., OTEGUI M. 2023. Cap. 16: Efectos del mejoramiento genético sobre el rendimiento y sus determinantes. En *Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz*. 1a ed. - Balcarce: Fernando Héctor Andrade, 2023. ISBN 978-987-88-8326-7

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. 2020. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

DU JARDIN, P. 2012. The Science of Plants Biostimulants: A Bibliographic Analysis. Contract 30–CE0455515/00–96, Ad hoc study on Biostimulants Products. Brussels: European Commission.

DU JARDIN, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196 (2015) 3–14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scientia.2015.09.021>

DU JARDIN, P., XU, L., AND GEELEN, D. 2020. “Agricultural functions and action mechanisms of plant biostimulants (PBs),” in *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*, eds D. Geelen and L. Xu (Hoboken, NJ: Wiley Online Books), 1–30. doi: 10.1002/9781119357254.ch1

DU JARDIN P. P. H. BROWN, T. M. DEJONG, F. CASSÁN, A. FERRANTE, V. FOTOPoulos, G. A. MANGANARIS, P. CARILLO. 2025. Unlocking the black box of plant biostimulants. *Scientia Horticulturae*. Volume 350, 2025, 114281, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scientia.2025.114281>

ECHEVERRÍA, H. Y H. SAINZ ROZAS. 2015. Nitrógeno. Pp. 189–228. En H. Echeverría y F. García (Eds). *Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos*. Editorial INTA, Buenos Aires, Argentina.

GIANINAZZI, S., GOLLOTTE, A., BINET, M.-N., VAN TUINEN, D., REDECKER, D., WIPF, D. 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza* 20, 519–530.

GÓMEZ, DIANA E., REIS ERLEI M. 2011. Inductores abióticos de resistencia contra fitopatógenos. *Química Viva* [en linea]. 2011, 10(1), 6-17[fecha de Consulta 26 de abril de 2024]. ISSN:. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86317320003>.

IZQUIERDO, J., SCHWEMBER, A.R., ARRIAGADA, O., GARCÍA-PINTOS, G. 2023. On-farm soybean response to a field foliar applied humic biostimulant at differing cropping environments of Uruguay. *Chil. J. Agric. Res.* 83, 5. doi.org/10.4067/S0718-58392023000500577

IZQUIERDO, J., ARRIAGADA, O., GARCÍA-PINTOS, G., ORTIZ, R., GARCÍA-PINTOS, M., & GARCÍA-PINTOS, M. 2024. On-farm foliar application of a humic biostimulant increases the yield of rice. *Agronomy* 14, 1–13. doi.org/10.1002/agj2.21641

KOYRO, HW, AHMAD, P. Y GEISSLER, N. 2012. Respuestas al estrés abiótico en las plantas: una descripción general. *Adaptaciones ambientales y tolerancia al estrés de las plantas en la era del cambio climático*, 1–28.

LAURENT, A., MIGUEZ, F., KYVERYGA, P., MAKOWSKI, D., 2020. Going beyond mean effect size: presenting prediction intervals for on-farm network trial analyses. *Eur. J. Agron.* 120, 126127. doi.org/10.1016/j.eja.2020.126127

LI J, VAN GERREWEY T AND GEELEN D. 2022. A Meta-Analysis of Biostimulant Yield Effectiveness in Field Trials. *Front. Plant Sci.* 13:836702. doi: 10.3389/fpls.2022.836702

MADDONNI, G. A.; M. PARCO Y D. H. ROTILI. 2021. Manejo de la estructura del cultivo de maíz en ambientes marginales de argentina. *Rev. Facultad de Agronomía UBA*, 41 (2) 90-105, 2021.

MANDAL S., U. ANAND, J. LÓPEZ-BUCIO, M. KUMAR, M. KUMAR LAL, R. KUMAR TIWARI, ABHIJIT DEY. 2023. Biostimulants and environmental stress mitigation in crops: A novel and emerging approach for agricultural sustainability under climate change, *Environmental Research*, Volume 233, 2023, 116357, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116357>.

NICOLÁS, C., HERMOSA, R., RUBIO, B., MUKHERJEE, P.K., MONTE, E. 2014. Trichoderma genes in plants for stress tolerance-status and prospects. *Plant Sci.* 228, 71–78.

OLIVARES, F.L., AGUIAR, N.O., ROSA, R.C.C., CANELLAS, L.P. 2015. Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. *Sci.Hortic.* 183, 100–108.

PRADO, MRV, WEBER, OL DOS S., MORAES, MF DE, SANTOS, CLR DOS, SANTOS TUNES, M., Y RAMOS, FT. 2016. Sustancias húmicas en soja cultivada bajo estrés hídrico. *Comunicaciones en Edafología y Análisis de Plantas*, 47 (21), 2405–2413. <https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1243715>

PRIETO, C. A.; ALVAREZ, J. W. R.; FIGUEREDO, J. C. K.; TRINIDAD, S. A. 2017. Bioestimulante, biofertilizante e inoculação de sementes nocrescimento e produtividade da soja. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 1-8, abr./jun. 2017

ROSE, M.T., PATTI, A.F., LITTLE, K.R., BROWN, A.L., JACKSON, W.R., AND CAVAGNARO, T.R. 2014. A meta-analysis and review of plant growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Adv. Agron.* 124, 37–89. doi: 10.1016/B978-0-12-800138-7.00002-4

SCHÜTZ, L.; A. GATTINGER; M. MEIER; A. MÜLLER; T. BOLLER; P. MÄDER. 2018. Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization. A global meta-analysis. *Front. Plant Sci.* 8, 2204. doi: 10.3389/fpls.2017.02204

Pautasso, J.M.; Díaz, M.D.; Zapata, L.D.; Giacinti, S.A. (2025). Eficacia agronómica de los bioestimulantes en cultivos extensivos. *Ciencias Agronómicas*, (46), e052. <https://doi.org/10.35305/ago46.e052>

Copyright (c) 2025 Pautasso, J.M.; Díaz, M.D.; Zapata, L.D.; Giacinti, S.A



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)
