



Fertilización de cultivos de verano

Campaña 2024/25

1. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA FERTILIZACIÓN

1.1. Evolución de la campaña gruesa

La campaña de cultivos de verano avanza con algunas incertidumbres principalmente relacionadas con la reducción en los precios internacionales de los granos, la escasa disponibilidad de agua en algunas regiones tanto en superficie como en el perfil (Fig.1) y la situación de la “chicharrita”. Con respecto a esta enfermedad, si bien se espera una marcada reducción de la superficie sembrada con maíz a nivel nacional, se afectarían principalmente las siembras en el norte del país y en planteos de implantación tardía en la Región Pampeana.

1.2. Precios relativos de fertilizantes y granos

En la Tabla 1 se consignan los precios orientativos de los fertilizantes más comunes (sin IVA). Los mismos corresponden a precios promedios relevados durante el mes de agosto de 2024.

Tabla 1. Precios de fertilizante (USD/t)

Fertilizante	2021	2022	2023	2024
Urea granulada	633	874	783	573
UAN 32	465	862	595	517
Mezcla UAN y TSA (28N, 5S)	450	760	580	479
FDA	842	1260	920	914
FMA	852	1306	982	914
SFT	760	933	835	742
SFS	369	645	468	444

Se observa una reducción en los precios de los fertilizantes nitrogenados y fosfatados en relación a la campaña pasada. La tendencia del mercado de la urea es hacia reducciones moderadas, mientras que lo opuesto se observa en el mercado de los fertilizantes fosfatados en donde las nuevas operaciones de importación están reflejando aumentos en relación a cotizaciones de los últimos meses.

En la Tabla 2 se consignan los precios netos del maíz y de la soja para el momento de cosecha. Se tomó un precio lleno de **170 USD/t para el maíz y de 280 USD/t para la soja**, con gastos de cosecha y comercialización de 24 y 16%, respectivamente.

Tabla 2. Precios netos de productos a cosecha (USD/t).

Producto	2022	2023	2024
Maíz abril	167	137	129
Soja mayo	306	277	235

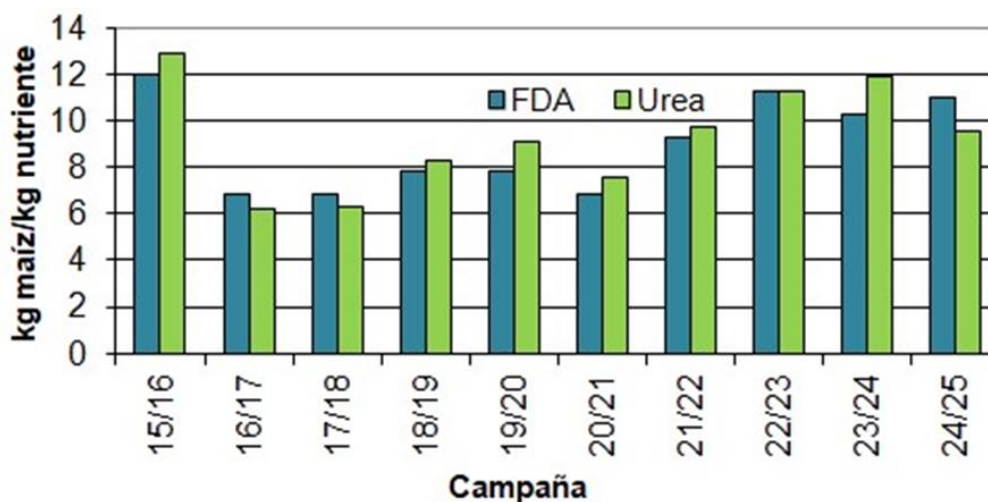
En base a los precios netos del maíz y soja a cosecha y los precios de los fertilizantes, se muestra en la Tabla 3 las relaciones de precios de la presente campaña y de las dos campañas previas. También se puede apreciar la evolución de las relaciones de precios del maíz para el FDA y la urea en la Figura 1.

Tabla 3. Relaciones de precios, kg de producto (grano) para pagar la unidad de nutriente.

Fertilizante	Maíz			Soja		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Urea granulada	11,3	11,9	9,6	-	-	-
UAN	15,5	13,5	12,4	-	-	-
Mezcla UAN y TSA (28N, 5S)	13,7	12,8	11,2	-	-	-
FDA	11,3	10,3	11,0	6,2	5,1	6,0
FMA	11,9	11,3	11,2	6,5	5,6	6,1
SFT	11,9	13,2	12,4	6,5	6,5	6,8
SFS	11,9	11,0	11,0	6,5	5,4	6,0

Como se puede apreciar, a pesar de la baja de los precios de los granos, en términos generales y más allá de algunas diferencias en las relaciones de precios asociados a determinados fertilizantes, en términos generales las relaciones de precios se ubican dentro de rangos frecuentes de observar en las últimas campañas.

Figura 1. Relaciones de precios para pagar 1 kg de nutriente total (N+P₂O₅) del maíz para el FDA y la urea.



En términos generales, si tomamos el maíz, las relaciones de precios para la urea mejoraron en comparación con la campaña previa, mientras que lo opuesto ocurrió con el FDA. Sin embargo,

ese patrón no se mantuvo en todas las fuentes nitrogenadas, por ello se recomienda calcular las relaciones de precios para el propio fertilizante que se haya comprado y tomando el precio neto del grano a cosecha que se esté presupuestando.

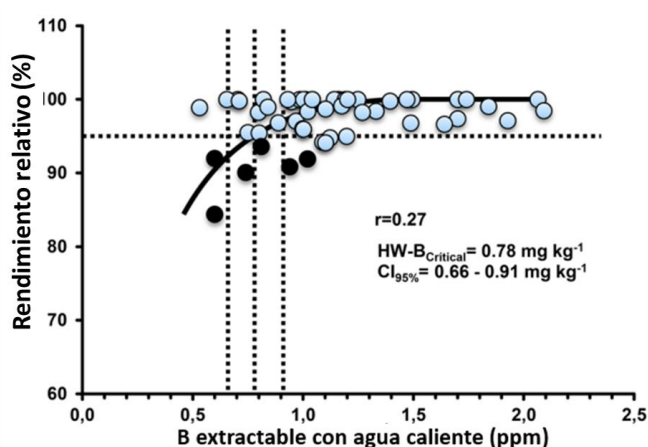
Estas relaciones de precios representan los kg de maíz o soja necesarios para pagar 1 kg de nutriente (N o N+P₂O₅) para la urea y el FDA.

2. ASPECTOS TÉCNICOS QUE AYUDAN A TOMAR MEJORES DECISIONES

2.1. Nuevo límite crítico para diagnosticar deficiencias de boro en maíz en la Región Pampeana

En el boletín de fertilización de cultivos que elaboramos N°99 en la campaña pasada (<https://www.tecnoagro.com.ar/boletin-no99-fertilizacion-de-cultivos-de-verano-campana-2023-24/>), nos referimos especialmente sobre la importancia y rol del boro (B) en la nutrición y crecimiento de los cultivos, como así también sobre la relevancia de basar las decisiones de fertilización en base a un diagnóstico nutricional. Así, se indicó el límite crítico disponible para el cultivo de soja, pero no se disponía en ese entonces de un límite crítico para el cultivo de maíz. Sin embargo, recientemente se publicaron los resultados de un extenso trabajo de calibración basado en 53 experimentos de campo llevados a cabo entre las campañas 2009 y 2021. En estos ensayos se aplicó 0,225 kg de B/ha vía foliar entre V6 y R1. A partir de este trabajo experimental se desarrolló un límite crítico de 0,78 ppm de B extraído con agua caliente (0-20 cm), que es el primero para este cultivo en esta área de estudio (Figura 2). Este trabajo, elaborado por Barbieri et al. (2024), se publicó en la prestigiosa revista científica internacional *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*.

Figura 2. Límite crítico de B extraíble con agua caliente (0-20 cm), y su intervalo de confianza del 95% y la probabilidad a la aplicación de B derivada de este modelo de diagnóstico. Fuente: adaptado de Barbieri et al. (2024).



Concentración de boro extractable en el suelo (0-20 cm)	Probabilidad de respuesta a la fertilización con boro
<0,66 ppm	Alta
0,66-0,91 ppm	Media
>0,91 ppm	Baja

2.2. Uso de biofertilizantes y bioestimulantes: ¿Qué nos muestra la evidencia científica?

2.2.1. ¿Qué son los bioestimulantes y biofertilizantes?

Si bien existen diversas definiciones, podemos mencionar que los bioestimulantes son productos que contienen sustancias y/o microorganismos que aplicados al cultivo mejoran la eficiencia de uso de los nutrientes disponibles en el sistema suelo-cultivo; la tolerancia al estrés abiótico y/o la calidad de los productos cosechados, independientemente del contenido de nutrientes que contenga el producto. Así, para evaluar el posicionamiento agronómico de este tipo de productos debemos conocer qué componentes contienen, los modos de acción y los efectos de la aplicación en condiciones reales de producción.

Uno de los grandes desafíos que enfrentan los asesores agronómicos es la gran heterogeneidad de productos disponibles en el mercado, que usualmente contienen diversos ingredientes tanto microbianos como no microbianos (Figura 3).

Figura 3. Constituyentes y componentes bioactivos presentes en formulaciones comerciales de bioestimulantes.



Como se mencionó antes al definir los bioestimulantes, se destacó que sus efectos no se asocian con la concentración de nutrientes, sino con el tipo de ingrediente bioactivo y su impacto en la fisiología del cultivo (i.e. bioestimulación). Así, adquiere relevancia el aspecto funcional del producto biológico y sobre todo el contexto de uso. Esto claramente diferencia a los “fertilizantes propiamente dichos” que los aplicamos para aportar nutrientes de los “bioestimulantes” que, en términos generales, los utilizamos para bioestimular el cultivo. La bioestimulación sin embargo frecuentemente mejorar el estatus nutricional y/o la asimilación de nutrientes por las raíces. Así los PGPM’s (microorganismos promotores del crecimiento de las plantas) estimulan el crecimiento de las raíces, aumentando el volumen explorado y consiguientemente la adquisición de nutrientes y agua.

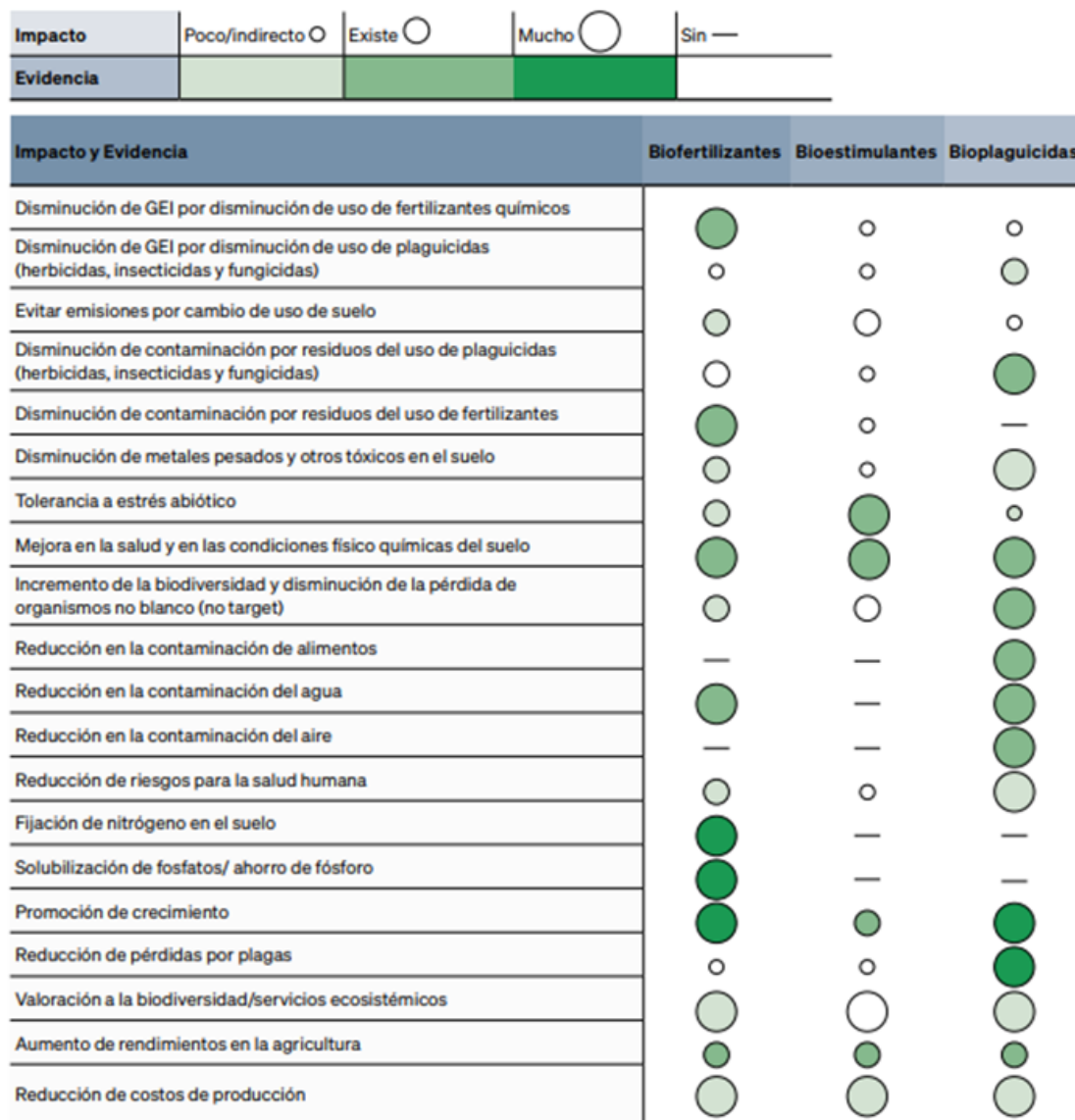
Cuando el bioestimulante contiene microorganismos que tienen como principal modo de acción la fijación biológica de nitrógeno o bien la solubilización de nutrientes se los suele definir como “biofertilizantes”, y son un caso particular del concepto de bioestimulante definido previamente.

Asimismo, algunos productos biológicos se los utiliza para el control biológico de adversidades bióticas, por ejemplo, para mitigar los efectos de patógenos fúngicos (i.e. biofungicidas), o bacterianos (e.g. bioinsectidas), e incluye de malezas (bioherbicidas). Más aún, algunos microorganismos como *Trichoderma sp.* muestran efectos tanto de bioestimulación (i.e. PMPM), como también de biocontrol de enfermedades fúngicas. A los productos biológicos que presentan efectos de biofertilización, bioestimulación y/o biocontrol se los suele denominar de un modo genérico como “bioinsumos”.

2.2.2. ¿Cuáles son los beneficios de la aplicación de bioinsumos?

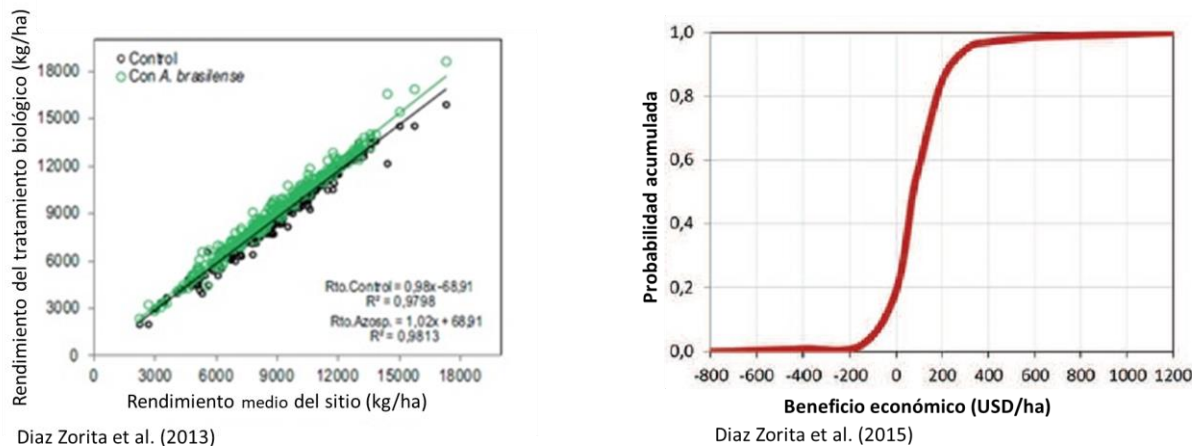
Como se puede apreciar en la Fig. 4 que detalla los principales efectos de los bioinsumos en base a una extensa revisión de bibliografía y consulta a expertos realizada por FAO recientemente y publicada en un libro, los beneficios del tipo de los bioinsumos dependen del tipo de producto. Así, los beneficios con mayor evidencia científica de los biofertilizantes son su capacidad de fijación biológica de N, solubilizar, estimular el crecimiento de las plantas y también la mejora (aunque moderada) del rendimiento.

Figura 4. Beneficios de los bioinsumos según la magnitud del impacto y la evidencia científica de éstos. Fuente: Bullor et al. (2023).



Un muy buen ejemplo de un bioestimulante microbiano evaluado en condiciones extensivas de producción tanto en trigo como en maíz es el *Azospirillum brasilense*. Como se puede apreciar en la Figura 5, la respuesta media a la inoculación con este promotor del crecimiento se ubica en torno al 6%, mientras que la probabilidad de alcanzar un beneficio económico positivo (i.e. ingresos mayores al costo de aplicación) supera el 80%.

Figura 5. Respuesta a la inoculación con *Azospirillum brasilense* en el cultivo de maíz en condiciones extensivas de producción de la Región Pampeana.



- ✓ Experimentos a campo (2002/3 a 2011/12, n=279)
- ✓ Respuestas positivas en el 72 % de los casos (respuesta media de 6%)
- ✓ Mayores respuestas bajo sequia

- ✓ 316 casos en la Región Pampeana
- ✓ 81% de los casos con respuesta económica

En cuanto a bioestimulantes no microbianos, un extenso metaanálisis elaborado por Quinteros et al. (2023) en base a 161 trabajos, 290 ensayos y 23 observaciones provenientes de ensayos de campo mostró aumentos medios de 5,5 y 7,8% en rendimiento en grano asociados con la aplicación de productos formulados en base a extractos proteicos, extractos de algas y otros constituyentes.

Cabe destacarse que la bioestimulación, en general, muestra resultados más variables entre sitios y años en comparación con la práctica de fertilización tradicional, aspecto que se relaciona con la interacción que tienen los productos biológicos con diversos factores como la condición de fertilidad y oferta de nutrientes en el suelo, fertilización, magnitud del estrés biótico o abiótico imperante, sistema de manejo del suelo, entre otros.

Los biofertilizantes también pueden mejorar las características de fertilidad del suelo o bien disminuir la contaminación del ambiente (e.g. suelo, aguas subterráneas, etc.) o mitigar gases de efecto invernadero (GEI), entre otros impactos.

2.3. ¿Los bioestimulantes deberían reemplazar o complementar la fertilización tradicional?

Si bien frecuentemente existe la percepción o se postula que los bioinsumos en general y los bioestimulantes en particular pueden o podrían reemplazar a la fertilización (i.e. agregado de sustancias que aportan nutrientes), la evidencia científica experimental no muestra ello, o por lo menos como modelo conceptual general. Como se indicó antes, si bien la aplicación de bioestimulantes puede mejorar el crecimiento y/o el estatus nutricional de la planta, a priori no se deberían posicionar como sustitutos, sino como complemento del manejo nutricional tradicional,

sobre todo en contextos en donde prevalecen deficiencias generalizadas de nutrientes como ocurre en los sistemas de producción de granos de la Región Pampeana. En este sentido, la posibilidad de “recortar dosis de nutrientes” mediante el agregado de biofertilizantes (e.g. bacterias que fijan N en tejido foliar o en las raíces) podría ser una opción en contextos en donde se aplican altas dosis de N en donde se obtienen bajas eficiencia de uso de dicho nutriente. Esto último ocurre muy habitualmente en otros contextos de producción como en Europa o en algunas regiones como el medio oeste de EE.UU. o en el este de Australia en donde se observan excesos de N y otros nutrientes que determinan no solo bajas eficiencias de uso de los mismos, sino problemas de contaminación de suelos, aguas y aire.

De acuerdo a la información científica disponible en el mundo y en Argentina, parecería poco probable reemplazar el rol que tienen los fertilizantes tradicionales en cuanto a la reposición y/o aporte de nutrientes, siendo mucho más probable e interesante posicionar a los biofertilizantes y bioestimulantes como complemento de los fertilizantes tradicionales sobre todo para mejorar la eficiencia éstos y eventualmente, evaluar reemplazos parciales y moderados (por ejemplo en N) en base a la experimentación local, sin “importar” modelos tecnológicos utilizados o considerados para contextos productivos, económicos, y edafoclimáticos muy diferentes a los locales.

2.4. ¿Más información?

Hace algunos años funciona la Red Temática de Nutrición Biológica (RNB) desarrollada por Aapresid en el marco del Sistema Chacras (convenio Aapresid-INTA). La misión de la RNB es comunicar al agricultor información basada en evidencia científica sobre la utilización de biofertilizantes y bioestimulantes en sistemas de producción de la Región Chaco-Pampeana. En su sitio web se puede consultar sobre información, eventos y publicaciones disponibles sobre el tema: <https://www.aapresid.org.ar/sistema-chacras/redes/red-nutricion-biologica>

¿Conoces nuestro servicio de asesoramiento integral en fertilización de cultivos?

¿En qué consiste?

1. Análisis del manejo actual de nutrientes a escala predial, considerando los objetivos empresariales y restricciones del sistema productivo
2. Evaluación de opciones de mejora en diagnóstico y tecnología de aplicación de fertilizantes
3. Reuniones presenciales o virtuales para discutir las posibles estrategias de optimización en la fertilización de los cultivos a escala de rotaciones
4. Armado de un plan de fertilización a escala predial que podrá ser ajustado y mejorado a través del tiempo

¿Dónde contactarnos?

Whats App: (+54911) 6015 5760
Email: laboratorio@tecnoagro.com.ar

