

---

# RESPUESTA DE LOS CULTIVOS EXTENSIVOS A LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES ESPECIALES EN ARGENTINA UN META-ANÁLISIS

---

Cesar Quintero,  
María de los Angeles Zamero,  
Nicolás Rouillet

Publicación:  
Marzo de 2024

---



**FERTILIZAR**

ASOCIACION CIVIL

# > . INDICE

# INDICE

## → INTRODUCCIÓN ..... Pág. 04

- Fertilizantes especiales .....04
- Meta-análisis .....05
- Fundamentación y objetivos .....06
- Caracterización de los estudios involucrados .....07
- Clasificación de los Fertilizantes Especiales .....08

## → RESULTADOS..... Pág. 09

- Biofertilizantes .....11
- Respuesta a los Bioestimulantes .....12
- Aminoácidos y derivados proteicos .....14
- Extractos de Algas .....15
- Bioestimulantes Elicitores .....16
- Fertilizantes Minerales Especiales .....16
- Fertilizantes Minerales Foliare .....17
- Aporte de nutrientes en los fertilizantes especiales .....18

## → SINTESIS y CONCLUSIONES ..... Pág. 20

## → AGRADECIMIENTO..... Pág. 20



# > INDICE DE FIGURAS

# INDICE FIGURAS



## Figura 1

Página 09



## Figura 4

Página 12



## Figura 2

Página 10



## Figura 5

Página 13



## Figura 7

Página 17



## Figura 3

Página 11



## Figura 6

Página 14



## Figura 8

Página 18



## >>. INTRODUCCION

### ▶▶ Fertilizantes especiales

Hablar de los fertilizantes especiales implica que existen primeramente fertilizantes regulares, tradicionales o comunes. Son los que conocemos mayormente como “commodities” (UREA-TSP-MAP-DAP-SA, etc.). Estos fertilizantes son las fuentes primarias de los fertilizantes especiales; normalmente son las formas químicas naturales, puras, más económicas y sencillas de producir. Aportan altas concentraciones de uno o dos elementos químicos nutrientes para las plantas, son muy efectivos y económicos para solucionar deficiencias claras y manifiestas, y las respuestas son de una magnitud importante.

Por otro lado, tenemos una amplia y variada gama de productos que podríamos llamar fertilizantes minerales “*especiales*”, que tienen mejoras tecnológicas incorporadas en su formulación. Las mejoras tienden a aumentar la eficiencia de uso del nutriente principal aportado o del conjunto.

Los fertilizantes de “liberación lenta” o de “liberación controlada” son considerados especiales. Este caso es particular para las fuentes nitrogenadas como la UREA, dado que el nitrógeno está sujeto a importantes pérdidas y posible contaminación ambiental. Existen inhibidores de enzimas que disminuyen la volatilización de amoníaco o que reducen la nitrificación, con ello se logra mayor eficiencia del uso del nitrógeno y menos contaminación. También se dispone de recubrimientos hidro/termo activos que liberan los nutrientes gradualmente.

Otra de las mejoras es la formulación en mezclas químicas de varios elementos al mismo tiempo. Las mezclas químicas tienen la ventaja de proveer en cada gránulo de fertilizante la misma concentración de elementos. La incorporación de azufre (S) y cinc (Zn) a las fuentes tradicionales de fósforo (P) y nitrógeno (N) ha mostrado muy buenas respuestas, dado que estos dos elementos son cada vez más frecuentemente deficientes en los suelos agrícolas de Argentina. Otros productos reducen o limitan en alguna medida la fijación de los nutrientes como el fósforo, por la fase sólida del suelo. Estos productos reducen la actividad de los cationes activos que regularmente precipitan con el P como el calcio y el hierro. También se consideran fertilizantes especiales a las formulaciones hidrosolubles y líquidas, que además de su aplicación al suelo se pueden destinar al fertirriego o para la aplicación foliar o sobre semillas.

Dentro de los fertilizantes especiales, un concepto distinto son los biofertilizantes y los bioestimulantes, ya que no contienen cantidades significativas de nutrientes en su formulación. Dado que son productos que inducen un mayor crecimiento vegetal, logran mayor eficiencia de uso de los nutrientes y no son biosidas, se pueden catalogar como fertilizantes especiales.

Un **biofertilizante**, es una sustancia que contiene microorganismos vivos que, cuando se aplica a semillas, plantas o suelo, coloniza la rizósfera o el interior de las plantas y promueve el crecimiento al aumentar el suministro de nutrientes a la planta huésped. Mejoran la fertilidad del suelo al fijar el nitrógeno atmosférico, solubilizar fosfatos insolubles y producir sustancias promotoras del crecimiento vegetal en el suelo. Ofrecen una opción económicamente atractiva y ecológicamente racional para aumentar el suministro de nutrientes. Además, algunos proveen protección contra patógenos o parásitos y biorremediación de metales pesados y pesticidas.

Los **bioestimulantes** vegetales son sustancias o materiales (con la excepción de los nutrientes y pesticidas) que, cuando se aplican al follaje, semillas o sustratos en formulaciones específicas, tienen la capacidad de modificar los procesos fisiológicos en las plantas de una manera que ofrecen beneficios potenciales para el crecimiento, el desarrollo, o la respuesta al estrés. Estimulan los procesos naturales para mejorar o beneficiar la absorción de nutrientes, la eficiencia de uso de los nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico o la calidad y el rendimiento de los cultivos.

## ►► Meta-análisis

El meta-análisis (MA) es un conjunto de herramientas estadísticas útiles para sintetizar los datos de una colección de estudios. Se inicia recopilando estimaciones de un cierto efecto como la respuesta en rendimiento de grano por ejemplo de cada estudio. El MA permite valorar estos efectos en contexto: si el tamaño del efecto es consistente, el efecto del tratamiento puede ser considerado como fuerte y el tamaño del efecto se estima con mayor precisión que con un solo estudio. Si el tamaño del efecto varía, esa variación puede ser descripta y, potencialmente, explicada.

El término meta-análisis, como tal, fue inicialmente aplicado en las ciencias sociales y en psicología. A partir de la década de los 80, se comenzó a aplicar de forma creciente en medicina y a partir de los 90 son muy frecuentes los artículos que describen resultados de meta-análisis en publicaciones médicas. El MA es, por tanto, el proceso de síntesis de la evidencia científica disponible sobre una situación particular de interés, que, mediante la expresión cuantitativa de los resultados, permite tomar decisiones objetivas. La metodología del MA permite, luego de una revisión crítica de la información disponible, combinar por métodos estadísticos formales los resultados de distintos estudios realizados con objetivos similares o comparables. De este modo, se puede arribar a conclusiones o recomendaciones aun cuando los estudios individuales no hayan podido aportar resultados concluyentes. La combinación de los resultados de muchos estudios o ensayos individuales, aumentan el tamaño de la muestra y por lo tanto aumenta la potencia estadística de los meta-análisis. Esto es particularmente importante cuando las diferencias observadas son pequeñas y/o la variabilidad es grande.

El MA vino a reemplazar la revisión crítica descriptiva de los resultados como método para analizar la evidencia. En la revisión crítica el autor analiza los resultados publicados referidos a un determinado tema. Al no haber reglas o procedimientos formales, el autor hace recomendaciones o saca conclusiones subjetivas, es proclive al sesgo y al error. El MA dotó de rigor al proceso de búsqueda, selección, análisis e integración estructurada de la evidencia, brindando así una visión más objetiva de la misma.

## ►► Fundamentación y objetivos

Tanto la oferta de fertilizantes especiales como su comercialización o participación en el mercado viene aumentando sostenidamente en los últimos años. Estos productos ofrecen una alternativa de menor impacto ambiental, mayor eficiencia en el uso de insumos y por lo tanto son vistos como más ecológicos o sustentables.

En este informe dejamos de lado los fertilizantes de liberación lenta o controlada, dado que se dispone de mayor información científica. Sin embargo, a pesar de los conocidos beneficios enumerados sobre bioestimulantes, biofertilizantes y fertilizantes foliares, no hay una clara y objetiva valoración de sus efectos sobre la productividad de los cultivos extensivos.

El objetivo de este trabajo fue recopilar la información disponible de ensayos en cultivos extensivos realizados en Argentina para valorar la respuesta absoluta y relativa de los distintos fertilizantes especiales disponibles en el mercado actualmente.

## ►► Caracterización de los estudios involucrados

Se realizó una revisión sistemática de trabajos de investigación realizados en Argentina. Se solicitó a las empresas proveedoras de fertilizantes especiales que compartan sus informes de ensayos realizados. Como requisitos para incorporar los resultados a la base de datos se estableció que debían tener al menos tres repeticiones siguiendo un diseño estadístico y dar detalles suficientes como para interpretar los tratamientos y poder analizar los diferentes efectos.

Empresas que informaron fueron: Yara, Stoller, Spraytec, Compo, Amauta, Rizobacter, Fertiglobal, Kioshi, ACA, Footpquímica, Tropfen. También hay datos de otras empresas incluidos en los informes. Se recolectaron así 161 trabajos o informes, con 290 ensayos, contabilizando más de 2300 observaciones. Los ensayos fueron realizados por reconocidos profesionales del INTA, Universidades o consultoras privadas, entre los años 2012 y 2023.

Los cultivos extensivos considerados fueron: Trigo, Soja, Cebada, Maíz, Girasol, Maní, Sorgo, Arroz. En las provincias de Santa Fe, Buenos Aires, Entre Ríos, La Pampa, Córdoba, Santiago del Estero, ROU.

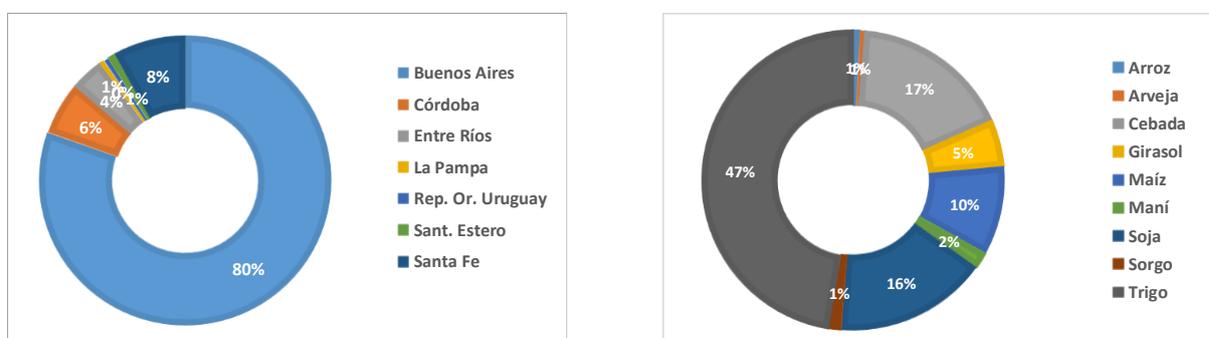


Figura 1. Origen de los datos disponibles por provincia y por cultivo.

En cada estudio o informe, se puso especial atención en identificar el tratamiento testigo o control respecto de los tratamientos con fertilizantes especiales. En la mayoría de los casos, el tratamiento testigo se trató de una fertilización tradicional con fertilizantes commodities como MAP-DAP más UREA generalmente. Además, se analizó en cada caso el efecto de más de un producto especial aplicado cuando fue posible. Ejemplos:

- A: Testigo absoluto sin fertilizantes
- B: Fertilización tradicional.
- C: Fertilización tradicional más Bioestimulante
- D: Fertilización tradicional más Herbicida
- E: Fertilización tradicional más Herbicida más Bioestimulante
- F: Fertilización tradicional más Fungicida
- G: Fertilización tradicional más Fungicida más Fertilizante Foliar

Respuesta a los Commodities = B - A.

Respuesta a Bioestimulante = C - B

Respuesta al Herbicida = D - B

Respuesta a Bioestimulante = E - D

Respuesta a Fungicida = D - B

Respuesta a Fertilizante Foliar = G - F

Se asumió que los efectos de cada aplicación fueron aditivos y atribuidos al producto adicionado. Por ejemplo:

- 1: Fertilización tradicional.
- 2: Fertilización tradicional más Tratamiento de semillas
- 3: Fertilización tradicional más tratamiento de semillas más Bioestimulante foliar.
- 4: Fertilización tradicional más tratamiento de semillas más Bioestimulante foliar más Fertilizante foliar.

Respuesta a Tratamiento de semillas = 2-1

Respuesta a Bioestimulante = 3-2

Respuesta a Fertilizante Foliar = 4-3

Se registró el momento de aplicación (siembra, vegetativo, reproductivo), la forma (suelo, semilla, foliar) y la dosis.

## ►► Clasificación de los Fertilizantes Especiales

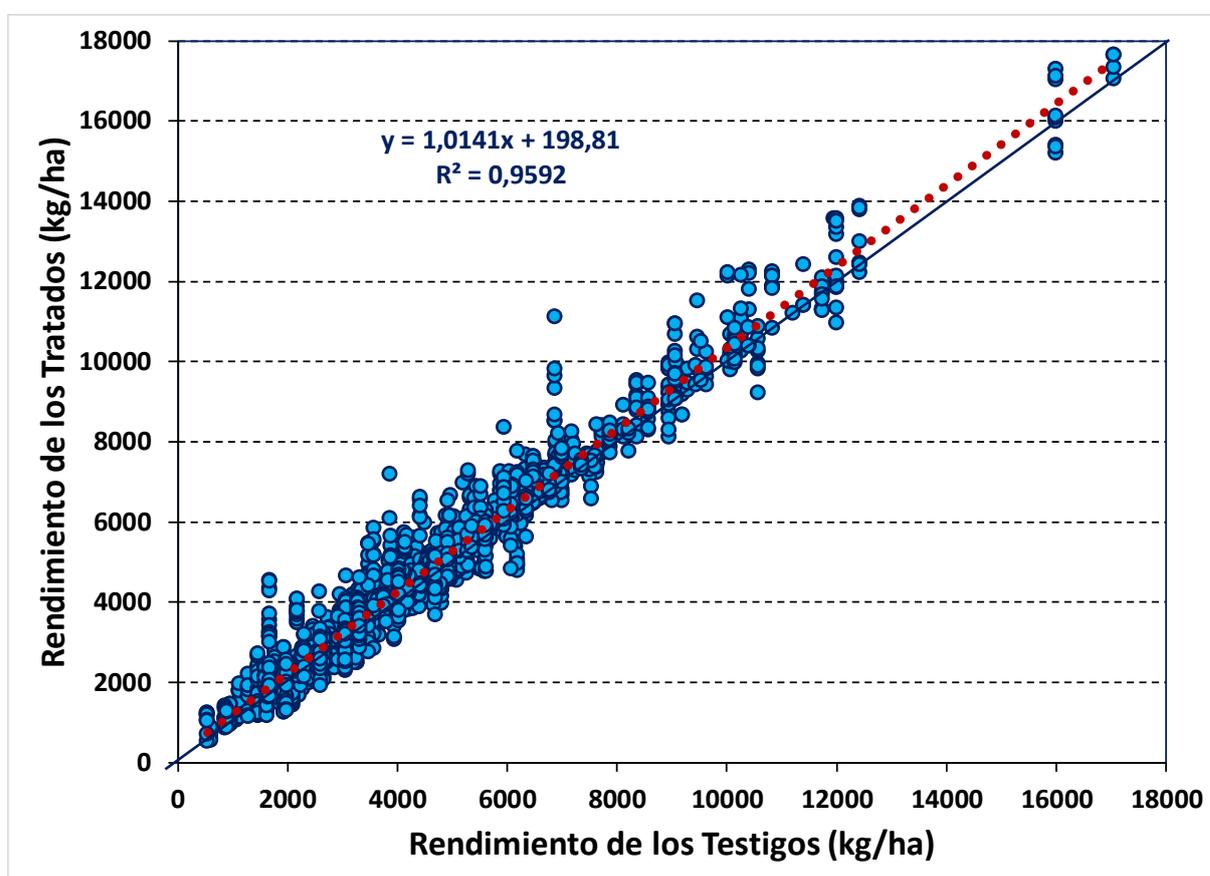
Se adoptó la clasificación de Fertilizar AC, adaptada a los datos de ensayos disponibles. En el caso de mezclas de productos o desconocimiento claro de su composición, se nombraron como “Sin Clasificar”, tanto para grupo como para subgrupo.

Grupos	Sub Grupos
Biofertilizantes	Bradirrizobium/Azospirillum Micorrizas Trichoderma
Bioestimulantes	AA o derivados proteicos Extractos de algas Hormonas Elicitores Ácidos húmicos - Fúlvicos OTROS (enzimas, polisacáridos, polifenoles)
Fertilizantes Minerales Especiales	Aplicado a Suelo Aplicado a Semilla Aplicado Foliar
Bioestimulantes + Fertilizantes Minerales Esp.	Varias y diversas combinaciones
Commodities	Fosfatados y Nitrogenados
Fungicidas	Varios
Herbicidas	Con efectos fitotóxicos sobre el cultivo

## >>. RESULTADOS

La figura 2 muestra todos los datos considerados en este informe. Como se puede apreciar para todos los cultivos, provincias y productos, se registró un muy amplio rango de rendimientos. También puede verse que se consideraron resultados con respuestas negativas y positivas. Sin embargo, la recta de la linear entre los testigos y los tratados se encontró unos 200 kg/ha por sobre la línea 1:1 y presenta una pendiente levemente positiva.

El promedio de respuesta absoluta para todas las observaciones fue de 226 kg/ha pero con un desvío estándar de 441 kg/ha, lo que evidencia una gran variabilidad de resultados.

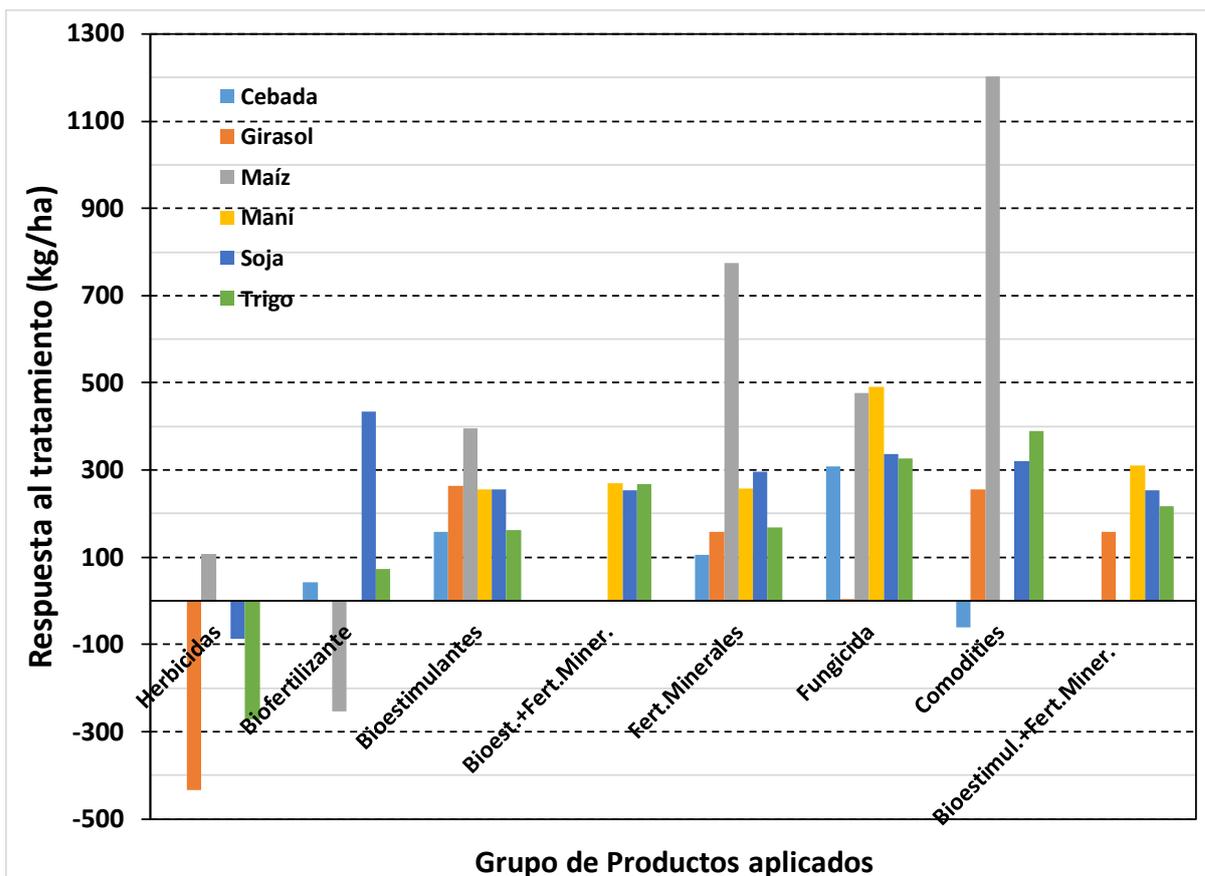


**Figura 2.** Relación entre el rendimiento de los testigos y los tratados para todos los datos disponibles.

La respuesta absoluta para cada cultivo y grupo de productos se puede ver en la figura 3.

Se destacan los fertilizantes tradicionales y los fungicidas, con respuestas mayores a 300 kg/ha en diferentes cultivos, lo que representó un 7 a 15% de respuesta (Figura 4).

Los fertilizantes especiales, mostraron respuestas medias de 100 a 300 kg/ha que significaron 5 a 10 % de incremento en rendimiento sobre el no tratado.



**Figura 3.** Respuesta absoluta promedio por cultivo y grupo de productos

El efecto de los herbicidas (mayormente Fomesafen o Benazolin en soja) fue negativo con una reducción promedio del rendimiento mayor a 1.5%.

Grupo	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)	
Herbicidas	- 60	20	97	A
Biofertilizante	59	126	39	A B
Bioestimul.+Fert.Miner.	196	129	38	B C
Bioestimulantes	201	1019	14	B C
Fert.Minerales	259	314	25	B C
Bioestimul.+Biofertilizant..	270	16	109	B C D
Sin Clasificar	286	25	87	C D
Fungida+Insecticida	379	10	137	C D
Comodities	455	55	59	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=203

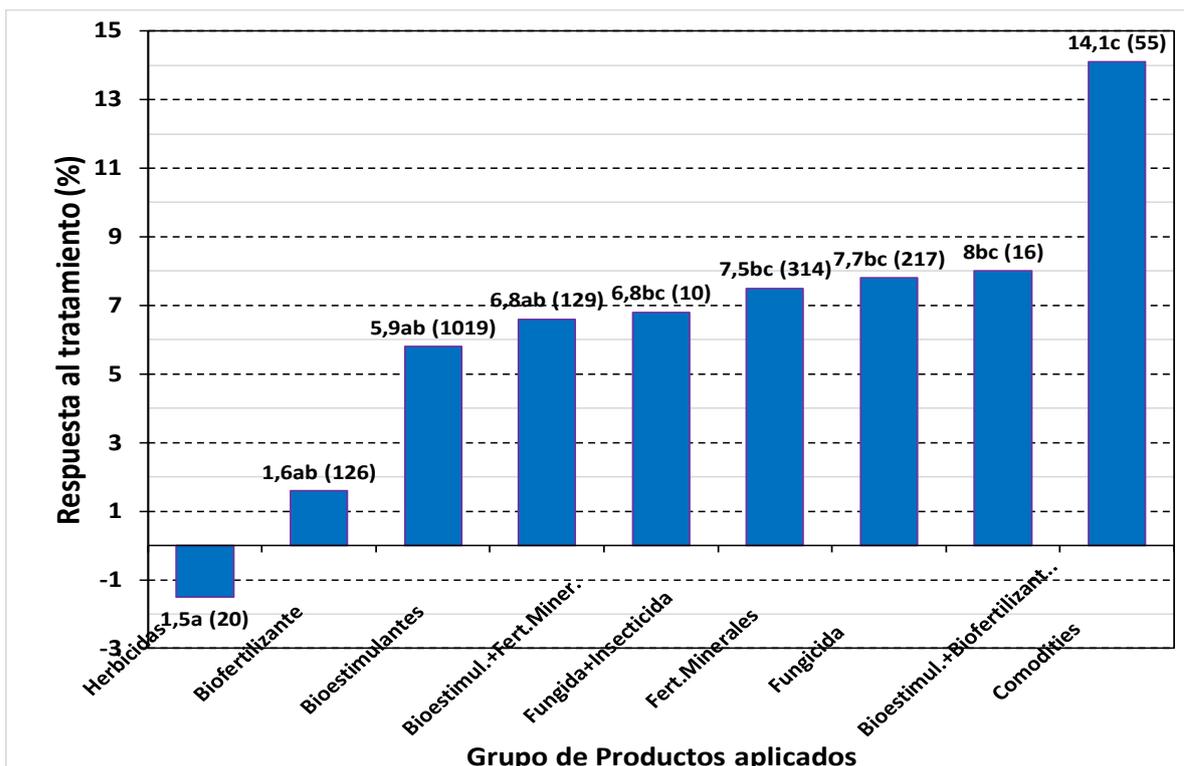


Figura 4. Respuesta relativa promedio por grupo de productos

## ►► Biofertilizantes

La respuesta a los biofertilizantes fue muy variable, con 126 observaciones y 1.5 % de respuesta promedio. Los casos más numerosos correspondieron a *Trichoderma* (n=54) con 1.1 % (74 +/-64 kg/ha) de respuesta y *Bacillus* (n=51) 1.9 % y 35 +/- 66 kg/ha de respuesta; ambos en trigo y cebada.

Se observaron algunos casos de respuestas interesantes con *Trichoderma* más *Azospirillum* (5.4%) *Trichoderma* más *Bacillus* (4.9%) y *Bradirrizobium* (14.2%). Pero la suma de *Trichoderma* más *Azospirillum* más *Bacillus* juntos, mostró una respuesta negativa de 5.9 %.

BioFertilizantes	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Levaduras	-254	1	470
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i> + <i>Azospirillum</i>	-143	5	210
<i>Azospirillum</i>	-118	1	470
<i>Azospirillum</i> + <i>Pseudomonas</i>	-91	2	332
<i>Bacillus</i>	35	51	66
<i>Trichoderma</i>	74	54	64
Micorrizas	83	4	235
<i>Trichoderma</i> + <i>Azospirillum</i>	207	3	271
<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	351	3	271
<i>Bradirrizobium</i>	434	2	332

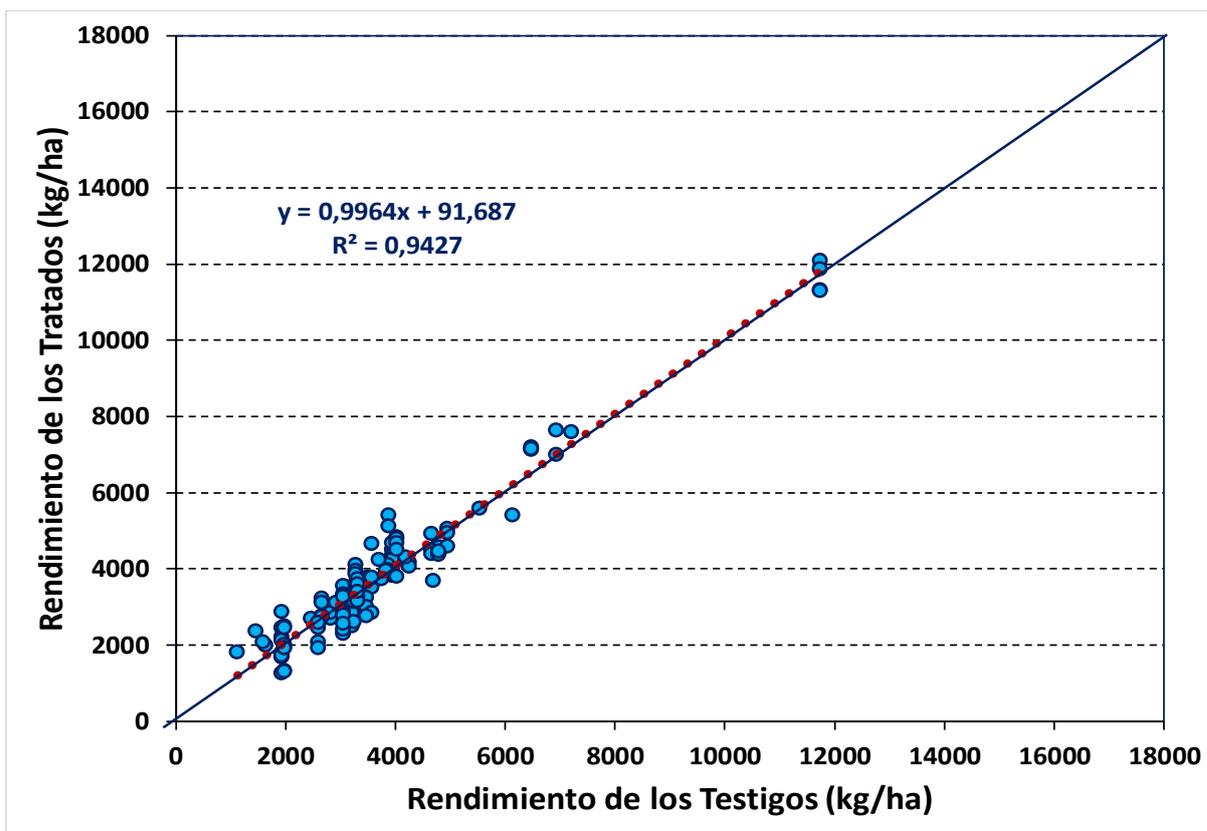


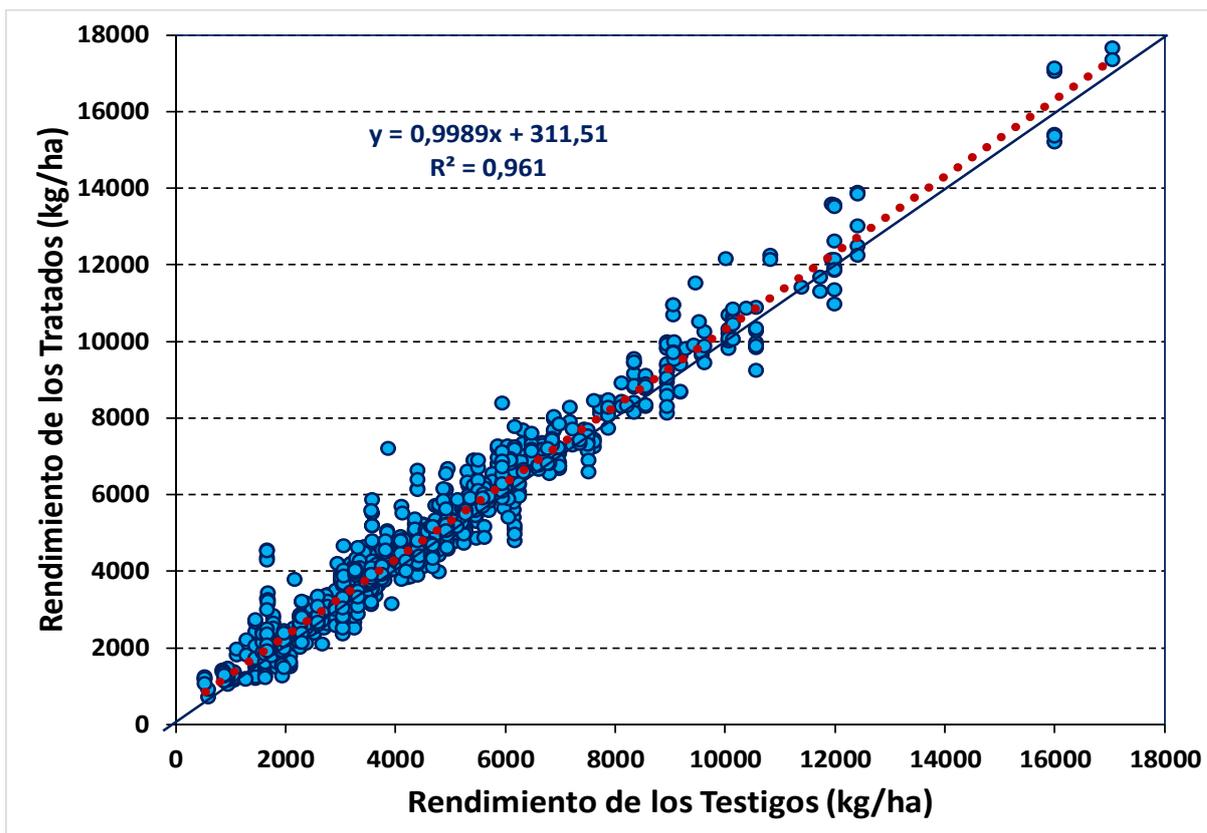
Figura 5. Rendimiento de los tratamientos con Biofertilizantes

### ►► Respuesta a los Bioestimulantes

Con un número importante de observaciones dentro de este grupo (n=1019), se pudo apreciar una respuesta promedio de 310 kg/ha por sobre los testigos (Figura 6). Estos datos incluyen una serie de ensayos realizados en el cultivo de sorgo con muy alto rendimiento, donde algunos tratamientos mostraron respuestas negativas importantes. Dejando de lado al sorgo, los otros cultivos evidenciaron respuestas absolutas positivas y significativas.

Cultivo	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Sorgo	-111 (-1.1%)	28	76
Cebada	158 (5.0%)	157	32
Trigo	163 (5.0%)	471	18
Arveja	183 (20%)	10	127
Soja	255 (7.8%)	150	33
Maní	256 (8.5%)	15	103
Girasol	263 (11.8%)	65	50
Arroz	342 (3.3%)	7	151
Maíz	396 (5.5%)	113	38

Valores entre paréntesis representa la respuesta relativa al testigo.

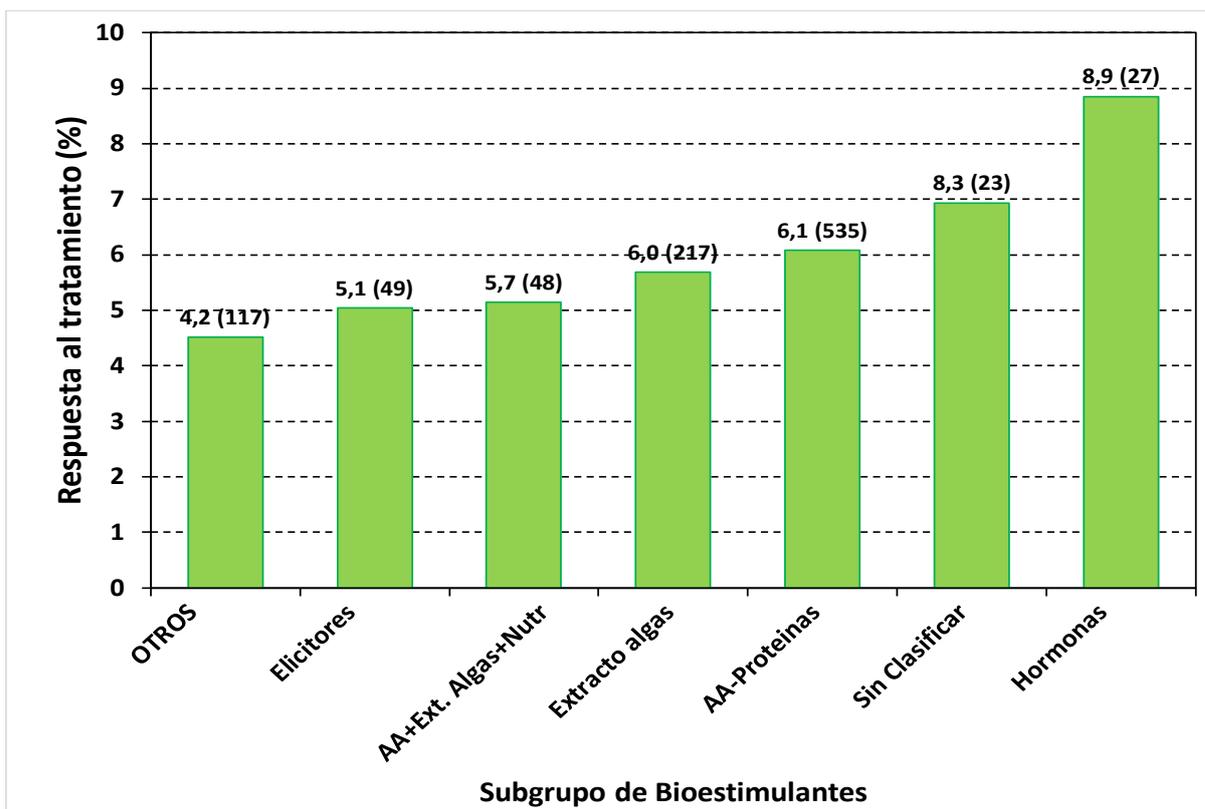


**Figura 6.** Tratamientos con Bioestimulantes

El efecto de los diferentes subgrupos de bioestimulantes puede visualizarse en la figura 7. Se observaron respuestas promedio desde 4 a 9 %. El subgrupo de Ácidos Húmicos, con pocas observaciones, mostró la menor respuesta. Los formulados a base de extractos de algas mostraron una respuesta media de 130 kg/ha y el grupo “Otros”, mayormente polifenoles, 156 kg/ha. Los elicitores 155 kg/ha. Algunos productos con mezclas de diferentes componentes bioestimulantes “Sin Clasificar” tuvieron una respuesta de 166 kg/ha.

Con 533 observaciones, el subgrupo de productos en base a aminoácidos o proteínas hidrolizadas, tuvo un promedio de 240 kg/ha de respuesta. Mientras que, los bioestimulantes en base a Hormonas, con 27 observaciones, mostraron 429 kg/ha de repuesta, lo que representó un incremento de 8.9% en promedio.

SubGrupo Bioestimulantes	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Acidos Humínicos y Fúlvicos	25	3	234
Extracto algas	130	217	27
OTROS (enzimas, polisacári..)	156	117	37
AA+Ext. Algas+Nutr	144	48	58
Elicitores	155	49	58
Sin Clasificar	166	23	84
AA-Proteínas	240	535	17
Hormonas	429	27	78



**Figura 7.** Respuesta relativa promedio para los distintos subgrupos dentro de los Bioestimulantes. Entre paréntesis, el número de observaciones de cada caso.

## ►► Aminoácidos y derivados proteicos

Estos productos mostraron una consistente respuesta positiva en todos los cultivos. El incremento porcentual fue muy relevante en arveja y girasol.

La aplicación foliar en la etapa vegetativa y reproductiva del cultivo, o la suma de dos aplicaciones mostró repuestas de 5 a 8 %. Aplicados solamente en semillas, mostraron menor respuesta.

Respuesta a la aplicación de Bioestimulantes en base a derivados proteicos.

Cultivo	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Arveja	183 (20%)	10	130
Trigo	200 (4.7%)	260	25
Cebada	210 (5.9%)	89	43
Soja	244 (6.6%)	51	57
Girasol	283 (12%)	52	57
Maíz	391 (5.2%)	70	49

Valores entre paréntesis representan la respuesta relativa al testigo.

Respuesta a la aplicación de Bioestimulantes en base a derivados proteicos.

Momento y forma de aplicación	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Semilla	172 (3.8%)	63	52
Vegetativo	278 (7.7%)	197	29
Reproductivo	194 (4.7%)	177	31
Veget. + Reproduct.	270 (6.9%)	88	44
Semilla + Foliar	478 (8.2%)	8	204

Valores entre paréntesis representan la respuesta relativa al testigo.

## ►► Extractos de Algas

Cuatro ensayos realizados sobre sorgo con rendimientos de 10.000 kg/ha, mostraron una respuesta media negativa a los tratamientos con bioestimulantes. Si bien en maní no se contó con un número importante de observaciones, la respuesta absoluta y relativa fue para destacar. La cebada y el trigo mostraron una respuesta en rendimiento absoluto de poca magnitud, mientras que la soja, el girasol y el maíz, sobre todo, tuvieron respuesta de 8 a 9 %.

La aplicación de extractos de algas en semillas y en la etapa reproductiva, mostraron las respuestas más altas.

Respuesta a la aplicación de Bioestimulantes en base a Extractos de Algas

Cultivo	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Sorgo	-126 (-1.2%)	20	86
Cebada	59 (3.1%)	30	70
Trigo	89 (5.9%)	85	42
Girasol	123 (7.9%)	10	121
Soja	242 (8.8%)	54	52
Maíz	447 (6.6%)	15	99
Maní	485 (15.9%)	7	145

Valores entre paréntesis representan la respuesta relativa al testigo.

Respuesta a la aplicación de Bioestimulantes en base a Extractos de Algas.

Momento y forma de aplicación	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Semilla	243 (6.9%)	51	56
Vegetativo	102 (3.5%)	64	50
Reproductivo	121 (8.0%)	75	47
Veget. + Reproduct.	163 (6.5%)	22	86
Semilla + Foliar	-51 (0.6%)	9	134

Valores entre paréntesis representan la respuesta relativa al testigo.

## ►► Bioestimulantes Elicitores

Estos productos, principalmente fosfitos, se ensayaron mayormente en combinación con fungicidas. Es decir que, en gran medida, la respuesta observada es un efecto que se suma a los fungicidas. Se podría destacar el caso de la soja con una respuesta y un número de casos importantes. El momento más oportuno para su aplicación parecería ser en la etapa reproductiva.

Respuesta a la aplicación de Bioestimulantes en base a Elicitores

Cultivo	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Trigo	66 (2.3%)	23	66
Cebada	142 (5.7%)	5	141
Soja	245 (7.6%)	22	67
Maíz	1045 (25%)	2	222

Valores entre paréntesis representan la respuesta relativa al testigo.

Respuesta a la aplicación de Bioestimulantes en base a Elicitores.

Momento y forma de aplicación	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Vegetativo	138 (4.9%)	15	88
Reproductivo	225 (6.8%)	28	64
Veget. + Reproduct.	29 (1.1%)	8	120

Valores entre paréntesis representan la respuesta relativa al testigo.

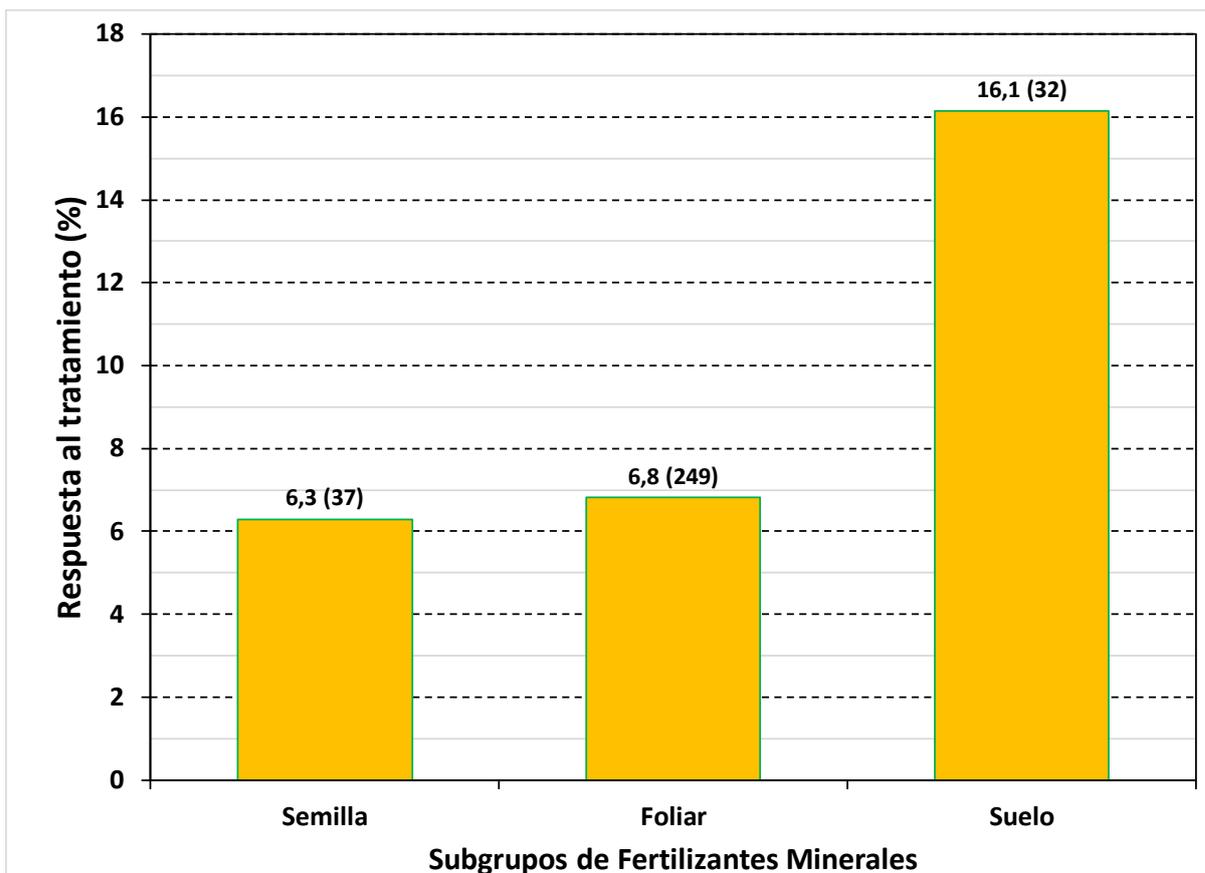
## ►► Fertilizantes Minerales Especiales

Los fertilizantes minerales especiales mostraron una respuesta promedio de 256 kg/ha con 314 observaciones.

El subgrupo de tratamientos de semilla, tuvo una respuesta media de 187 kg/ha, que se basó posiblemente en el aporte de Zn (dosis de 7 a 300 g/ha).

Los Fertilizantes Foliareos mostraron una respuesta promedio de 242 kg/ha, en base a una dosis media de Zn (225 g/ha), B (76 g/ha) y N (1.4 kg/ha) y menores cantidades de los otros elementos.

Los fertilizantes aplicados a Suelo, básicamente microgranulados que aportaron P (5.5 kg/ha) y N (3 kg/ha) acompañados de Zn (350 g/ha) y S (2 kg/ha), cantidades superiores a las aplicaciones de semilla o foliar, por lo que alcanzaron una respuesta promedio de 566 kg/ha altamente significativa.



**Figura 8.** Respuesta a Fertilizantes Minerales Especiales. Entre paréntesis, el número de observaciones de cada caso.

## ►► Fertilizantes Minerales Foliare

Los fertilizantes Foliare mostraron una respuesta consistente en trigo, girasol, soja y maíz de 6 a 9 %. Las aplicaciones en la etapa vegetativa, tuvieron una respuesta algo superior a las aplicaciones en reproductivo.

Respuesta a la aplicación de Fertilizantes Minerales Foliare

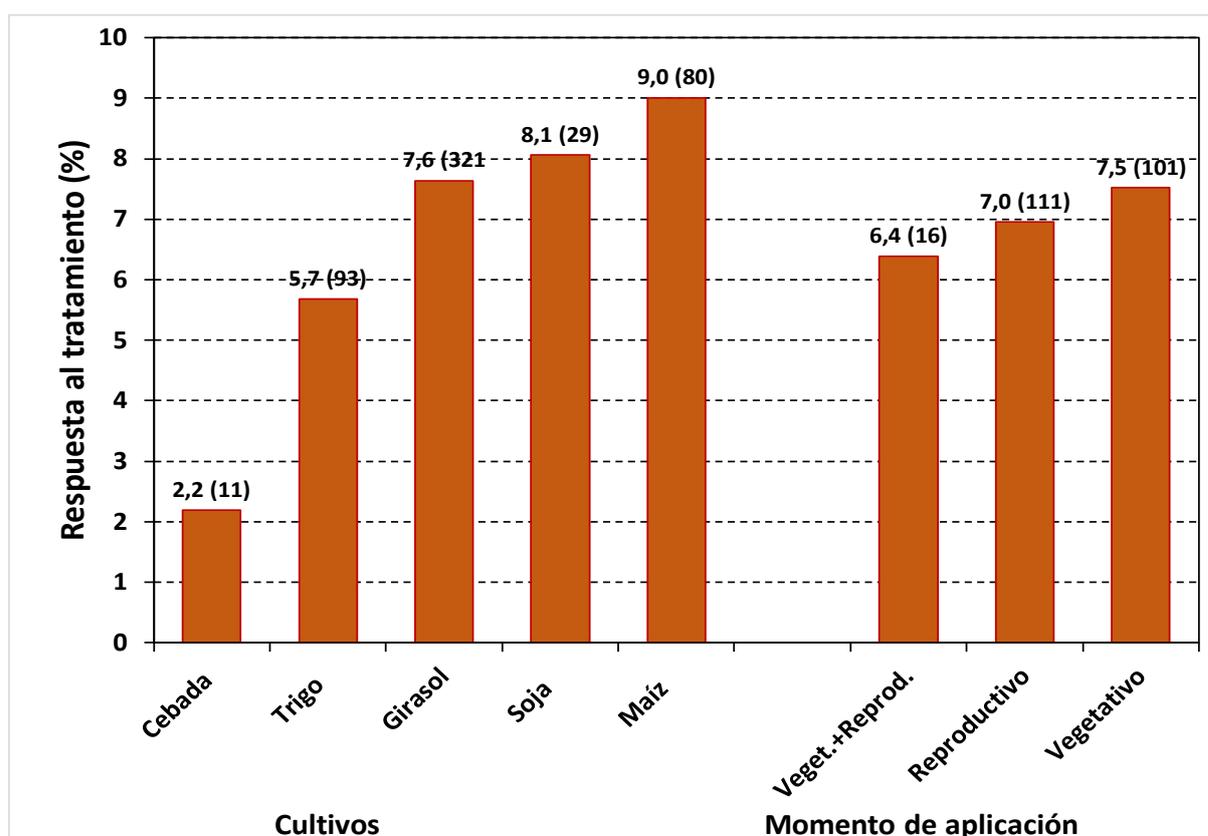
Cultivo	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Cebada	50 (2.2%)	15	88
Trigo	132 (5.7%)	100	34
Girasol	170 (7.6%)	21	75
Soja	186 (8.1%)	81	38
Maíz	800 (9.0%)	30	62

Valores entre paréntesis representan la respuesta relativa al testigo.

Respuesta a la aplicación de Fertilizantes Minerales Foliars.

Momento y forma de aplicación	Respuesta (kg/ha)	Número de observaciones	Error Estándar (kg/ha)
Vegetativo	332 (7.5%)	101	40
Reproductivo	231 (7.0%)	111	38
Veget. + Reproduct.	212 (6.4%)	16	99

Valores entre paréntesis representan la respuesta relativa al testigo.



**Figura 9.** Respuesta a la aplicación de Fertilizantes Minerales Foliars. Entre paréntesis el número de observaciones de cada caso.

### ►► Aporte de nutrientes en los fertilizantes especiales

Muchos de los fertilizantes especiales no realizan aportes de nutrientes minerales. El caso más notable son los bioestimulantes y los biofertilizantes. Sin embargo, se han registrado respuestas de rendimiento significativas.

Dentro del grupo de fertilizantes minerales especiales se presentan productos microgranulados para aplicación al suelo como arrancadores, productos para el tratamiento de semillas y otros para aplicación foliar.

En la tabla siguiente se pueden observar las dosis de elementos químicos aportados por los fertilizantes especiales en esta recopilación de ensayos.

Numero de observaciones, dosis media, mínima y máxima en gramos por hectárea aplicadas en los fertilizantes especiales de esta recopilación.

	N	P	K	S	Ca	Mg	Mn	B	Zn	Cu	Fe	Co	Mo
<b>Número</b>	531	406	165	300	86	64	126	187	330	183	72	31	31
<b>Media</b>	763	563	175	80	239	43	19	16	107	7	70	3,3	7,8
<b>Mínima</b>	0,1	0,1	0,1	0,6	0,7	0,2	5	1,4	1	0	0,2	3,3	7,8
<b>Máxima</b>	10000	8388	5800	4200	646	147	144	135	700	96	246	3,3	7,8

Como se puede apreciar, las dosis medias de nutrientes aportados están lejos de cubrir los requerimientos del ciclo de un cultivo. Para la mayoría de los nutrientes esenciales, las dosis aportadas no alcanzan a cubrir ni siquiera los requerimientos de pocos días del ciclo. Solamente en el caso del cinc y el boro los aportes son relevantes y posiblemente podrían ser los mayores responsables de las respuestas observadas.

## >>. SINTESIS y CONCLUSIONES

Este informe o meta análisis sobre un número importante de ensayos recientes realizados en la región pampeana, ha permitido sintetizar y dar valor a la respuesta a los distintos fertilizantes especiales y su variabilidad.

Se puede destacar en principio que la respuesta a estos productos fertilizantes especiales en general es de menor magnitud que la observada en fertilizantes tradicionales o commodities.

Los biofertilizantes (*Trichodermas* y *Bacillus*) presentaron una respuesta menor a 100 kg/ha en trigo y cebada, con alta variabilidad. Por lo cual la respuesta no es consistente.

Los bioestimulantes, gracias a un buen número de datos disponibles, presentaron una respuesta media positiva y consistente de 200 +/-14 kg/ha, lo que representó un incremento general de 6%. El maíz alcanzó una repuesta media de casi 400 kg/ha. El girasol, el maní, la arveja y la soja con respuestas de 8 a 20 %. Los bioestimulantes en base a hormonas, mostraron una respuesta mayor a 400 kg/ha, muy consistente. Los productos derivados de proteínas y los extractos de algas mostraron una repuesta significativa en todos los cultivos. En especial en maíz, maní, girasol y soja.

Los elicitores con buena repuesta en soja aplicado en etapa reproductiva, complementaron la acción de los fungicidas con 7 a 8 % más de rendimiento.

La fertilización mineral foliar en maíz, soja y girasol en etapas vegetativas mostró respuestas consistentes de 7 a 9 %.

La utilización de fertilizantes especiales abre la posibilidad de obtener incrementos en los rendimientos de los cultivos, complementando la fertilización tradicional con los commodities. La selección de los diferentes productos, forma, momento y dosis de aplicación es fundamental para lograr los mejores resultados.

La respuesta a la aplicación de estos productos se explica mayormente por la estimulación del crecimiento y la reducción del estrés abiótico más que por el aporte de elementos minerales.

### ▶▶ Agradecimiento

Un especial agradecimiento al aporte de los informes de los ensayos realizados por las empresas y la confianza depositada en los autores de este trabajo y a Fertilizar AC.



**FERTILIZAR**

ASOCIACION CIVIL

