

PROTAGONISTAS DE LO QUE PRODUCIMOS



Claves para optimizar la nutrición del maíz: ¿que nos aportan los fertilizantes de eficiencia mejorada y bioestimulantes?

Ing. Agr. Dr. Martín Torres Duggan



Hoja de ruta

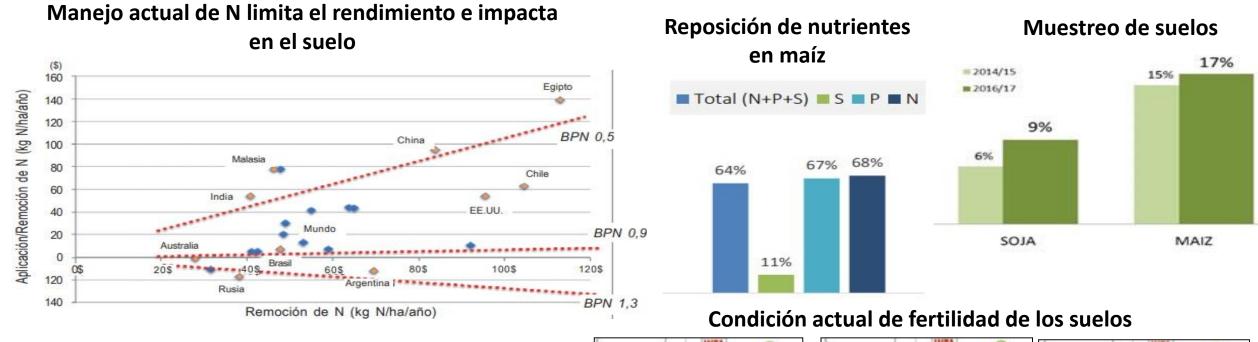
1. Situación actual de manejo de nutrientes en maíz y otros cultivos extensivos. Desafíos y reflexiones.

2. Beneficios de la fertilización balanceada en contextos de intensificación sustentable.

3. ¿Qué nos aportan los fertilizantes de eficiencia mejorada y los bioestimulantes en el cultivo de maíz?. Conceptos y análisis de información experimental

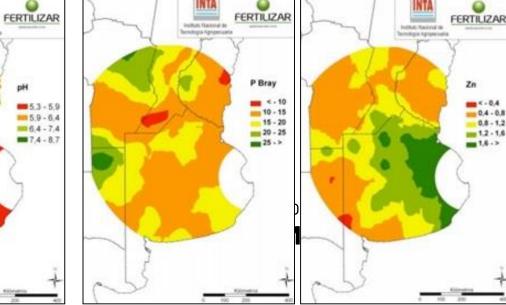


¿Cuál es la el "paradigma" actual de fertilización en Argentina?



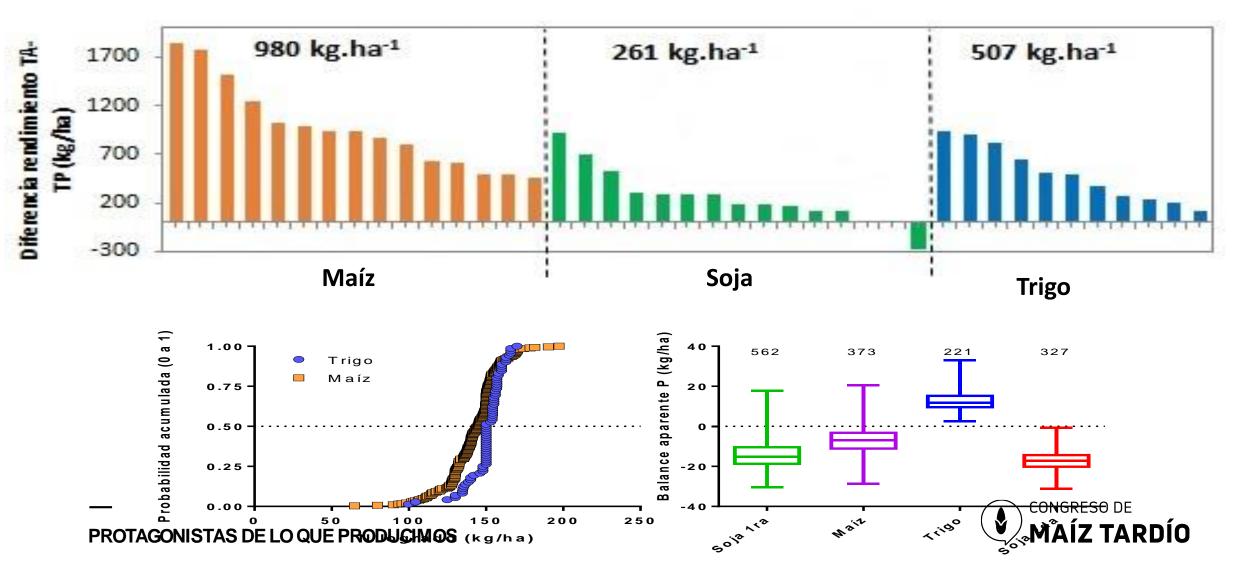


Fuente: García & González Sanjuan (2016); ReTAA; Fertilizar AC; García et al (2018)



La fertilización balanceada es un buen negocio!

Experiencias de la Chacra Brago-Chivilcoy (convenio Aapresid-INTA)



Manejo de nutrientes en contextos de Intensificación Sustentable



¿Qué son y qué nos aportan los "fertilizantes con valor agregado"?

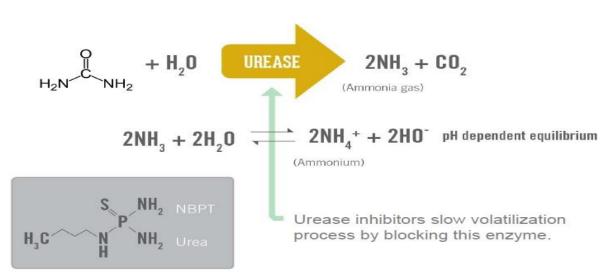


¿Fertilizantes con valor agregado? ¿Qué son y que nos aportan?

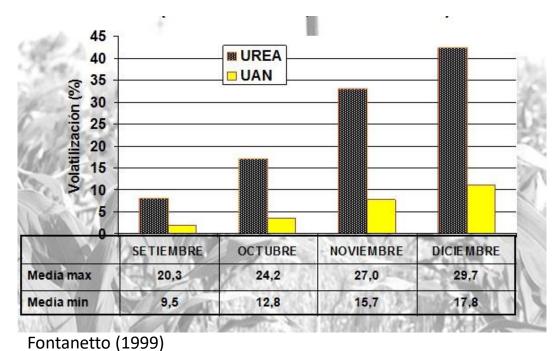
Especialidades en fertilizantes (added value fertilizers)	Observaciones
Fertilizantes de eficiencia mejorada	 ✓ Fuentes con baja volatilización de amoníaco (e.g. UAN; CAN) ✓ Estabilizadores de N (inhibidores de ureasa y nitrificación) ✓ Fertilizantes de liberación controlada ✓ Mezclas químicas NPS o NPKS con S y/o Zn en la matriz de gránulos ✓ Polímeros y aditivos para mejorar la EUP (poca evidencia científica aún)
Fertilizantes foliares y/o para fertirriego (hidrosolubles)	 ✓ Innovaciones recientes en suspensiones concentradas para aplicación foliar ✓ Los fertilizantes foliares complementan pero no reemplazan la fertilización de base
Micronutrientes y nutrientes secundarios	 ✓ Diversas fuentes disponibles en el mercado ✓ No hay demasiados avances en términos de aumento de eficiencia de uso de nutrientes, pero si en cuanto al carácter "balanceado" de las formulaciones
Bioestimulantes	✓ Gran grupo de productos con efectos fisiológicos sobre la nutrición de los cultivos y la respuesta al estrés abiótico (e.g. PGPR; fitohormonas; extractos de algas; aminoácidos; ácidos orgánicos, y sus combinaciones)

Elaboración propia

¿Cómo funcionan los inhibidores de la ureasa en maíz?



Crédito: Koch Agronomic Services



Nombre

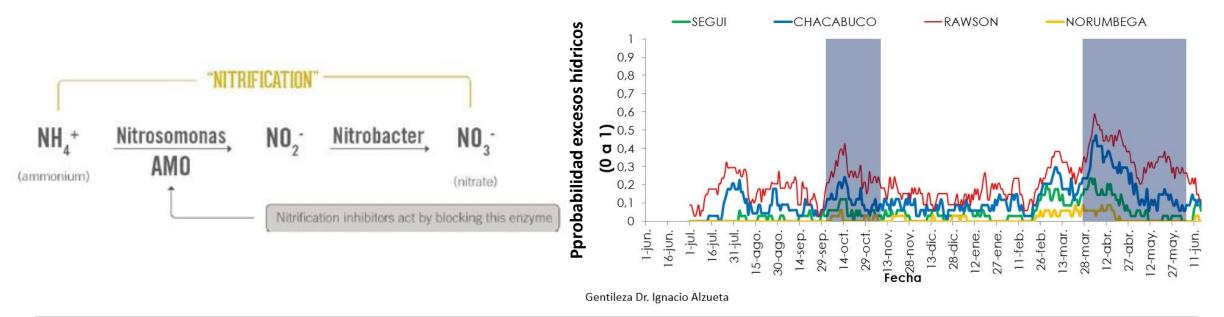
Usos y características

INHIBIDORES DE LA UREASA

Agrotain®
✓ Producido por Koch Agronomic Services (USA) quien comercializa el inhibidor bajo licencia a todo el mundo
✓ Protegen de las pérdidas por volatilización en un rango de 10-15 días desde la aplicación, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas (luego requiere incorporación por lluvia o riego mayor a 10-15 mm)
✓ Respuestas en rendimiento entre 300 y 1500 kg/ha según condición ambiental y de manejo

Limus®
✓ Combina a dos inhibidores de la ureasa (NBPT+NPPT), tiene similar comportamiento agronómico aunque un mejor comportamiento y estabilidad en el almacenamiento

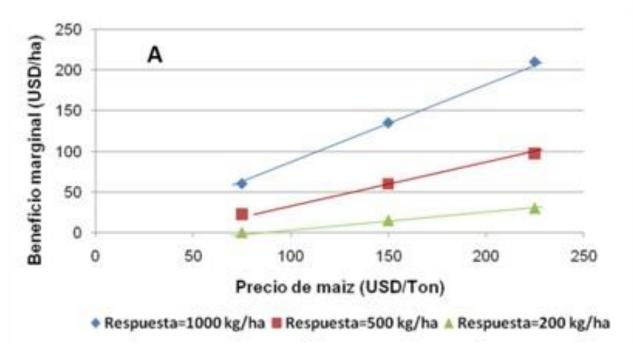
¿Cómo funcionan los inhibidores de la nitrificación en maíz?



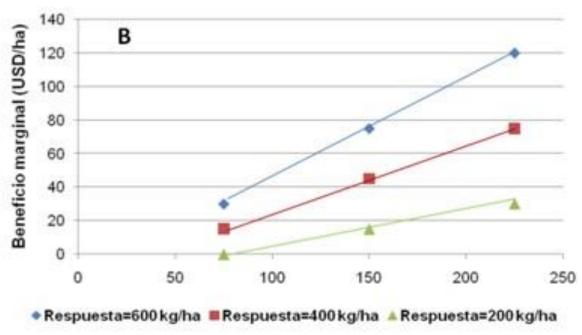
	INHIBIDORES DE LA NITRIFICACIÓN
Nitrapyrin	✓ Especialmente utilizado para ser aplicad con N anhidro en EE.UU
(N-Serve)	✓ No es recomendable para aplicación sobre el suelo por el carácter volátil del ingrediente activo
Nitrapyrin (Instinct HL)	 ✓ Desarrollado para ser aplicado con fertilizantes nitrogenados sólidos o líquidos (e.g. urea, UAN, etc.) ✓ A veces se requiere utilizar un aditivo para promover la sollubilización cuando se lo mezcla con UAN
DCD	 ✓ Adecuado para ser mezclado con urea u otro tipo de fertilizantes nitrogenados ✓ Actualmente se prohibió en Nueva Zelanda en aplicación directa a forrajes por haberse detectado en la leche de vaca (esto está limitando su expansión en el mercado)
DMPP	✓ Desarrollo mas reciente, adecuado para ser utilizado en mezclas con urea u otro tipo de fertilizantes nitrogenados

Modelos conceptuales del uso de Nitrapyrin en maíces tempranos y tardíos en ambientes de la Región Pampeana

Maíz de siembra temprana



Maíz de siembra tardía



PROTAGONISTAS DE LO QUE PRODUCIMOS



¿Qué son y qué nos aportan los biofertilizantes y bioestimulantes?



Biofertilizantes Microorganismos

Fijadores de N

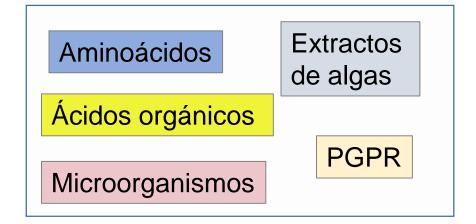
Solubilizadores de P

Micorrizas

Otros

Bioestimulantes

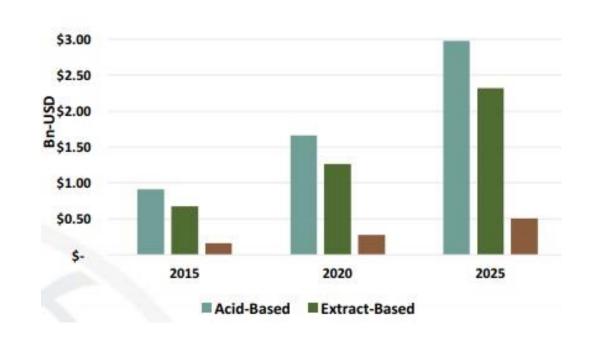
Manejo de estrés abiótico

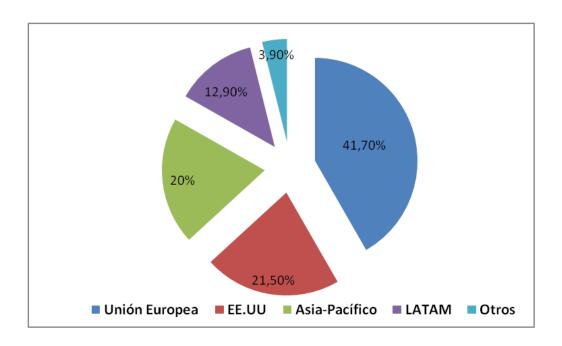


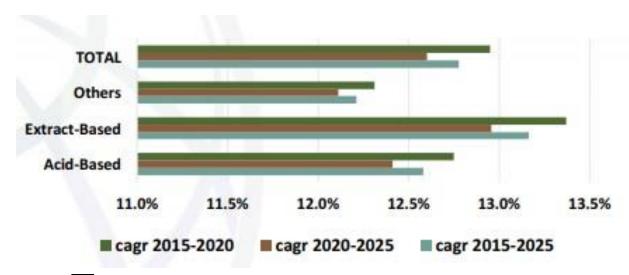
Concepto de bioestimulante más aceptado en marcos regulatorios y por el ámbito académico

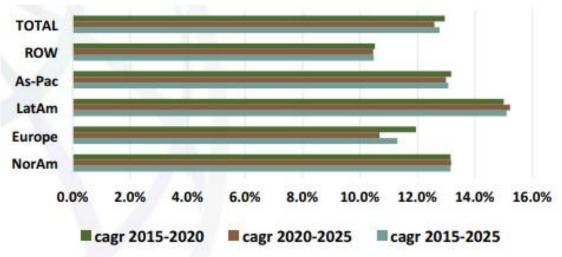
"Los bioestimulantes son sustancias o microorganismo que se aplican a las plantas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes, tolerancia al estrés abiótico y/o atributos de calidad de los cultivos, independientemente de su contenido de nutrientes". "Por extensión, se considera también como bioestimulantes a los productos comerciales formulados por una mezcla de sustancias y/o microorganismos".

¿Por qué aumenta la demanda global de bioestimulantes?











El heterogéneo mundo de los bioestimulantes ¿Cómo abordarlo agronómicamente?



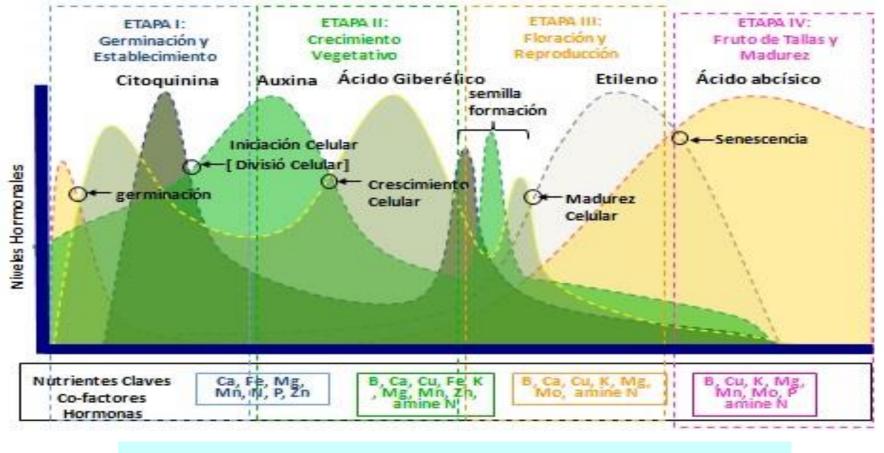


¿Cómo funcionan los bioestimulantes?

Mecanismo Ácidos húmicos		Extractos de algas	Hidrolizados proteicos	PGPR	
Mecanismo celular	Activación de "ATP asas"; promoción de ablandamiento de pared celular y elongación radicular (e.g. maíz)	Extractos de <i>Ascophyllum</i> nodosum estimulan la síntesis de transportadores de micronutrientes (e.g. Cu, Fe, Zn) en <i>Brassica napus</i>	Hidrolizado enzimático de alfalfa promueve cambios enzimáticos y expresión génica asociado a la síntesis de flavonoides bajo estrés salino	Azospirillum brasilense libera auxinas y activa rotas metabólicas de esta hormona asociadas a la morfogénesis de <i>Triticum aestivum</i>	
Función fisiológica	Crecimiento del largo y biomasa de raíces	Mayor concentración de micronutrientes en tallo y mayor transporte de los mismos desde raíz a tallo	ronutrientes en tallo y contra rayos UV y daño oxidativo		
Impacto agronómico	Incremento de la capacidad de exploración radicular y mayor eficiencia de uso de nutrientes	Mejoramiento de la composición mineral de los tejidos	Mayor tolerancia a estrés salino	Mayor exploración de raíces; mayor eficiencia en el uso de nutrientes	
Beneficios económicos y ambientales	Mayor rendimiento, ahorro de fertilizantes y menor impacto ambiental	Mayor valor nutricional de tejidos ("Biofortificación de tejidos). Mayor contenido de S, Fe, Zn, Mg, Cu en tejidos	Mayor rendimiento en ambientes con alta salinidad	Mayor rendimiento en grano, ahorro de fertilizantes and reducción de pérdidas al ambiente	

Adaptado de Jardín, 2015

Balance hormonal, nutrición mineral y estrés oxidativo

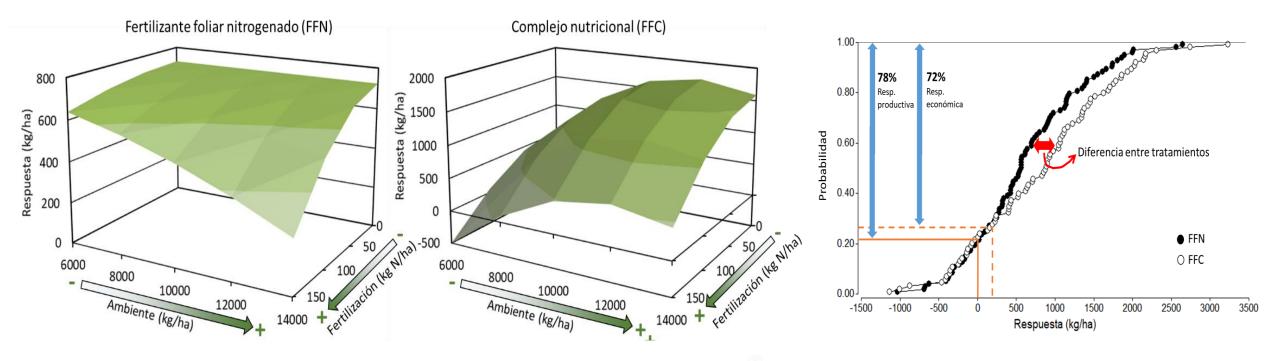




Gentileza Stoller



Impacto del uso de bioestimulantes en maíz en la Región Pampeana



 $Rta\ FFN\ (kg/ha) = 723.7 - 0.0000000001059(dosis\ N*Ambiente)^2$

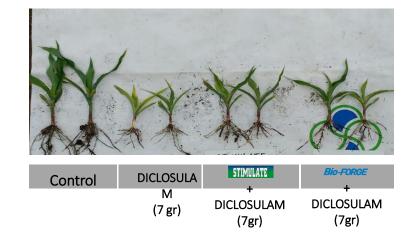
 $Rta\ FFC\ (kg/ha) = -3033 - 0.0506\ dosis\ N^2 + 0.802\ Ambiente - 0.0000337\ Ambiente^2$

- ✓ Respuestas del 5% para el FFN (fertilizante nitrogenado líquido con N amínico y Ca soluble) en 90 experimentos
- ✓ Respuestas del 7% para el FFC (complejo nutricional con macro, micronutrientes y fitohormonas) en 79 experimentos
- ✓ No se observaron diferencias en el patrón de respuesta de maíces tardíos y tempranos

Berhongaray y Selva (2017)

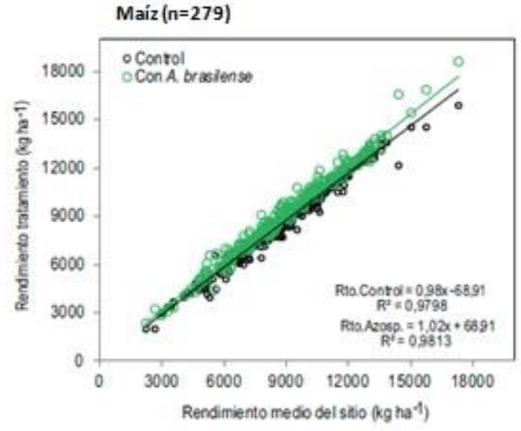
Uso de reguladores del crecimiento y antioxidantes para recuperar de la fitotoxicidad causada por residualidad de herbicidas en maíz tardío

						BioForge	BioForge	Stim +	Stim +
			Testigo	Stimulate	BioForge	+ Stim	+ Zn	Mtermins	Nitroplus18
Tratamiento (g/cm³ ha-1)		(1) (2) (Rendimiento relativo)							
Testigo			100	116	104	112	102	103	108
	Clorimuron	15	92	101	99	99	104	104	105
		30	88	92	92	92	104	98	103
	Metsulfuron	1.25	98	98	108	99	97	99	101
bra		2.50	93	104	91	93	88	104	95
-siembra	Diclosulam	7	102	109	100	104	101	105	101
. . S		14	88	108	108	105	99	90	103
Pre	lmazetapyr	200	89	102	98	85	89	86	96
		400	75	89	94	89	85	84	88
	Fomesafen	200	76	90	102	111	81	91	91
		400	65	102	93	86	89	105	103
<u>rg</u>	Dicamba	100	100	111	106	104	98	108	98
me		200	98	109	115	107	112	102	92
Pos-emerg	2,4 D	200	95	115	111	100	114	104	95
		350	96	109	105	100	117	106	107
	Promedio		90	103	102	98	98	99	98



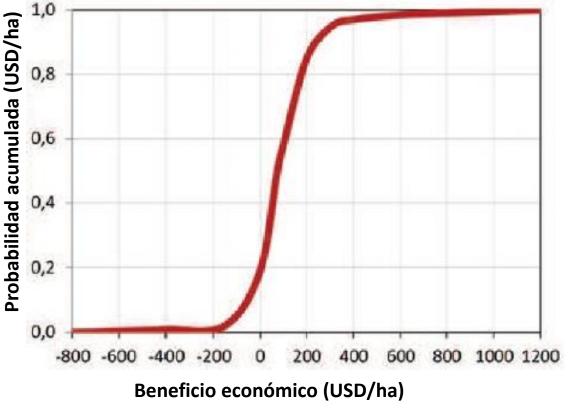
- ✓ Sitio: Alem (Pcia. Buenos Aires)
- ✓ Campaña: 2014/2015
- ✓ FS: 10 de noviembre
- (1) Producto con fitohormonas (Kinetina 0,009%; ácido giberélico 0,005%; ácido 3-indol-butírico 0,005% y promotores del crecimiento; 10% de solventes y emulsionantes
- (2) Antioxidante formulado con 2,0% de N (principalmente como n-diformyl urea y 3% de K₂O

Respuestas a la inoculación con Azospirillum brasilense en maíz



Diaz Zorita et al. (2013)

- ✓ Experimentos de campo campañas 2002/3 hasta 2011/12
- ✓ Respuestas significativas en 72 % de los casos (media 6 %)
- ✓ Mayores respuestas bajo limitaciones hídricas estivales y/o en el momento de implantación



Diaz Zorita et al. (2015

- 316 casos de la Región Pampeana
- ✓ 81% de casos con respuestas que permiten pagar el costo de la inoculación

Algunas conclusiones...

- ✓ El "paradigma" actual de manejo de suelos y de la fertilización de cultivos en la Región Pampeana se asocia con marcadas externalidades negativas en términos del deterioro de la fertilidad edáfica
- ✓ Existe abundante información experimental local que demuestra los beneficios productivos y económicos de la Intensificación Sustentable como modelo de manejo de cultivos y en particular del rol de la fertilización balanceada como herramienta para "cerrar" brechas de rendimiento
- ✓ Existe una muy amplia gama de fertilizantes con "agregado de valor" disponibles en el mercado que permiten mejorar ya sea la eficiencia de uso de los nutrientes (e.g. estabillizadores de N) o bien ayudan al logro de una fertilización balanceada (e.g. mezclas químicas con una mejor relación P/S)
- ✓ En los últimos años se evidencia una fuerte incremento en el uso de bioestimulantes a nivel global, siendo América Latina y Argentina una de las regiones con mayor crecimiento, tendencia que se espera continúe en el corto y mediano plazo (demanda de productos biológicos "amigables con el ambiente")
- ✓ La gran heterogeneidad de "ingredientes" utilizados en las formulaciones de bioestimulantes y los diversos modos de acción de los mismos requieren de un cuidadoso análisis agronómico tanto para el desarrollo experimental de los mismos como así también para evaluar el impacto esperado como tecnología de cultivos
- ✓ En algunos productos biológicos como los formulados en base a *Azospirillum sp.*, donde existe una prolongada historia experimental, se han logrado avances muy significativos en la calidad de los inoculantes, con respuestas consistentes en experimentos de campo en condiciones reales de producción (6% de respuesta media en biomasa de grano de maíz)



Gracias!

