

# La Fertilización Foliar como Complemento para el Aumento de la Producción y Calidad Agrícola

Ing. Agr. Ph D. Ricardo Melgar  
INTA Pergamino



INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE



BUNGE



# Por que aplicar fertilizantes por pulverización?

- Porque hay una ganancia... en rendimiento, en calidad, en utilidad, reconocida por el mercado (los consumidores)
- Porque hay principios biológicos (fisiológicos) y agronómicos que la sustentan reconocida por la ciencia
- Porque se integra con otras técnicas agronómicas, como la aplicación de pesticidas y otros agroquímicas
- Porque cada día se descubren nuevos productos coadyuvantes, o que modifican la fisiología de la planta, o que mejoran la respuesta al estrés o la eficiencia de uso de los nutrientes de las plantas

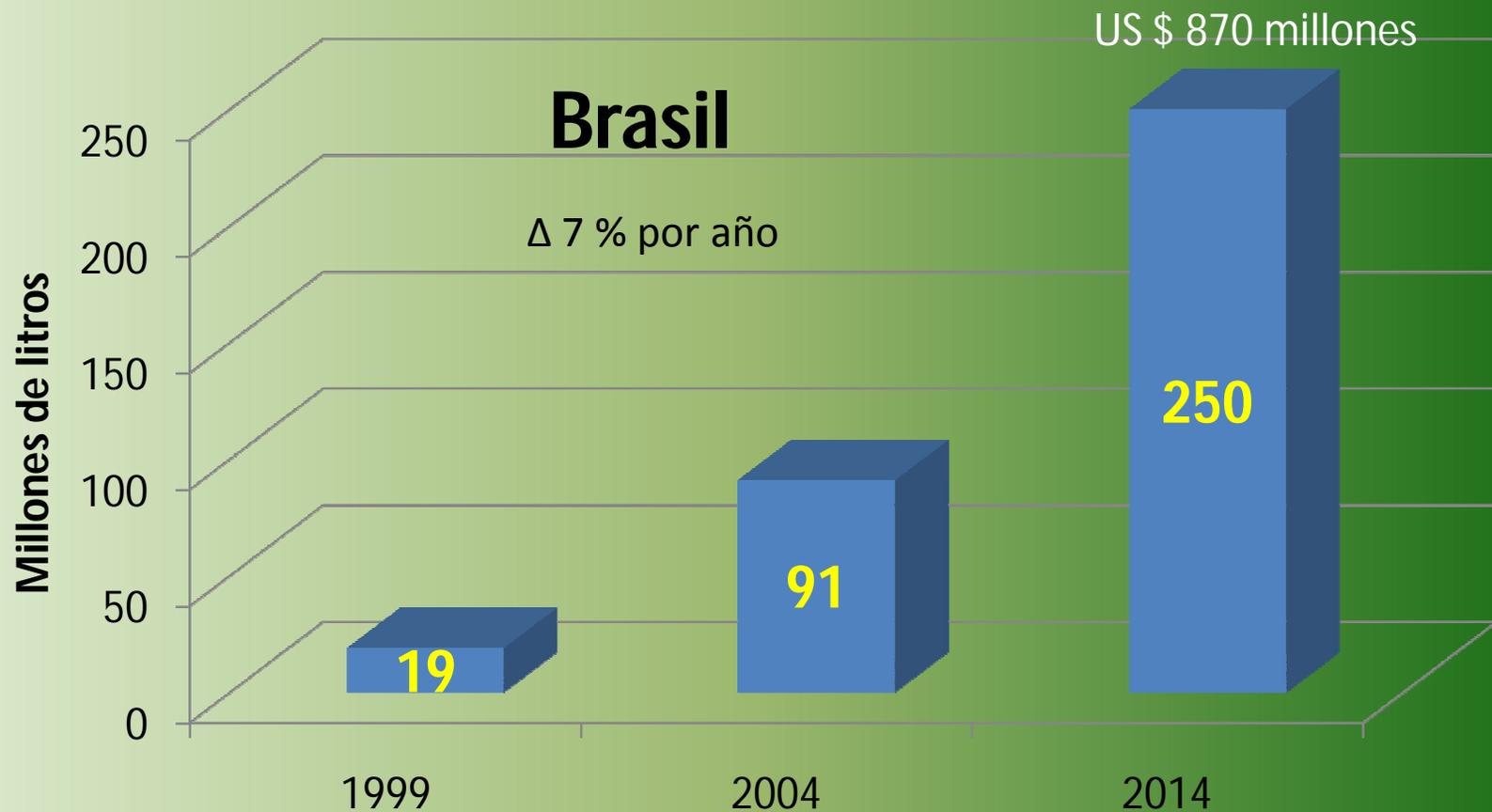
# Historia de la Fertilización Foliar

- Las primeras referencias aluden a mucho tiempo atrás, cuando se uso la primera vez en 1844 pulverizaciones de hierro para corregir la clorosis en viñedos (Gris, 1844).
- Usada ampliamente desde hace muchos años en horticultura y fruticultura (y otros cultivos intensivos)
- Fuertes fundamentos para corregir deficiencias temporarias de micronutrientes
- En cultivos de campo extensivos la practica se viene desarrollando desde hace unas tres décadas, aunque todavía se especula sobre sus beneficios, muy dependientes de su implementación
- Su uso se extiende a los macronutrientes y otros nutrientes de especialidad (nutraceuticos)

posted to farmphoto.com

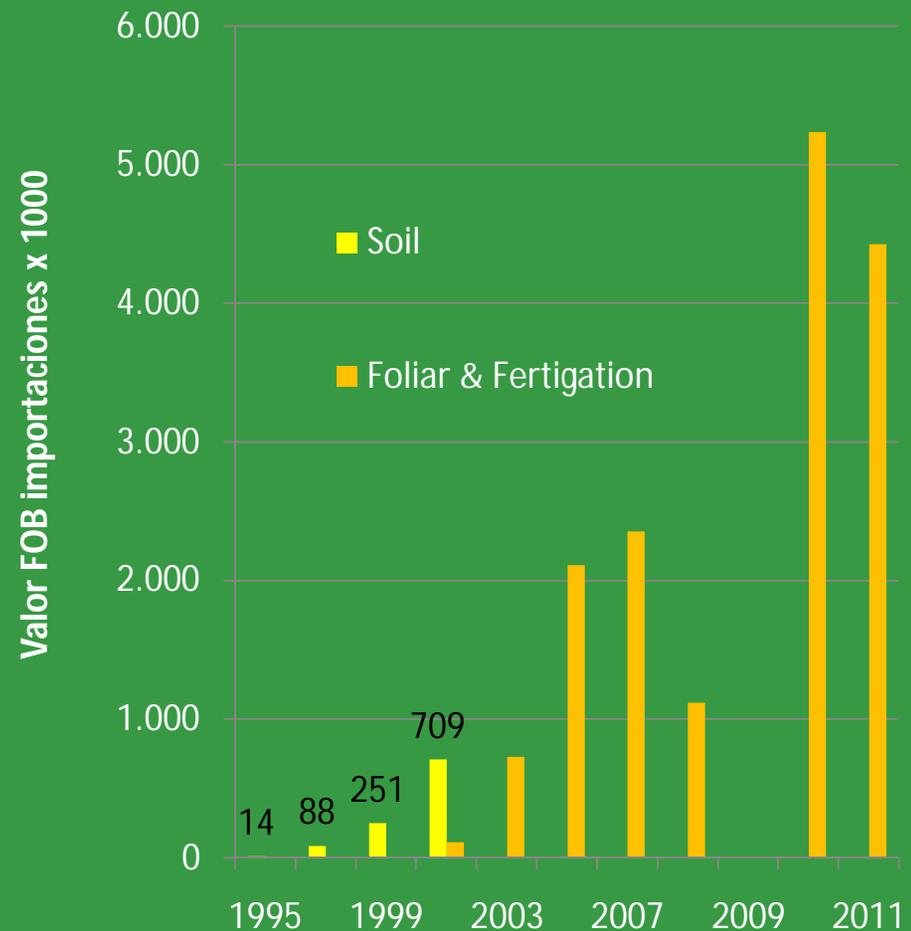
Flávio Bassini

# El Mercado crece año a año en toda la región



# También en Argentina

- Hoy se estima el mercado de foliares entre 10 y 15 millones de litros
- Aproximadamente dos tercios corresponden a Productos Importados
- El restante corresponde a la producción de decenas de pequeñas compañías locales que formulan utilizando materias primas (Grado técnico) nacionales o importadas.
- Las principales formulaciones varían de NPK con o sin micros, a especialidades nutricionales (fosfitos, bioestimulantes, aminoácidos, etc.).



# Importación de productos foliares micronutrientes



posted to farmphoto.com

Producto principal	Ton 2011
Zinc	115
Boro	84
Cobre	64
Manganeso	20
Molibdeno	11

2013  
Totales 4416 t  
~ US\$ 10 millones

# Productos Registrados para uso Foliar

- Otro indicador del crecimiento del mercado es el numero de productos registrados

	2003	2008	2010	2013
Líquidos	45	69	127	121
Polvos	28	37	65	60
Cristales	11	9	21	27
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>115</b>	<b>213</b>	<b>208</b>

Micronutriente	Productos	Uno o mas micronutrientes	Productos
Boro	49	Boro & Otros	60
Zinc	47	Zinc & Otros	61
Hierro	28	Molibdeno & otros	20
Cobre	13	Hierro & Otros	31
Manganeso	13	Cobre & Otros	17
Molibdeno	6	Manganeso & otros	14
		Sin clasificar	57

Las formulaciones liquidas son entre 50-60 % del total. 39 formulaciones son para tratamiento de semillas/drench

SENASA

## No se consideran, no se sabe, cuanto hay de....

- **Uso de Urea común (perlada o granulada, nacional o importada) de uso foliar**
- **Uso de Sulfato de Amonio (nacional o importado) como activador de herbicidas**
- **Uso de sulfato de Zinc (4000 t /año) o de acido bórico (14000 t/año) de producción nacional destinado a agricultura y específicamente para uso foliares directo o materia prima para formulacion de complejos**

# Productos para aplicaciones foliares

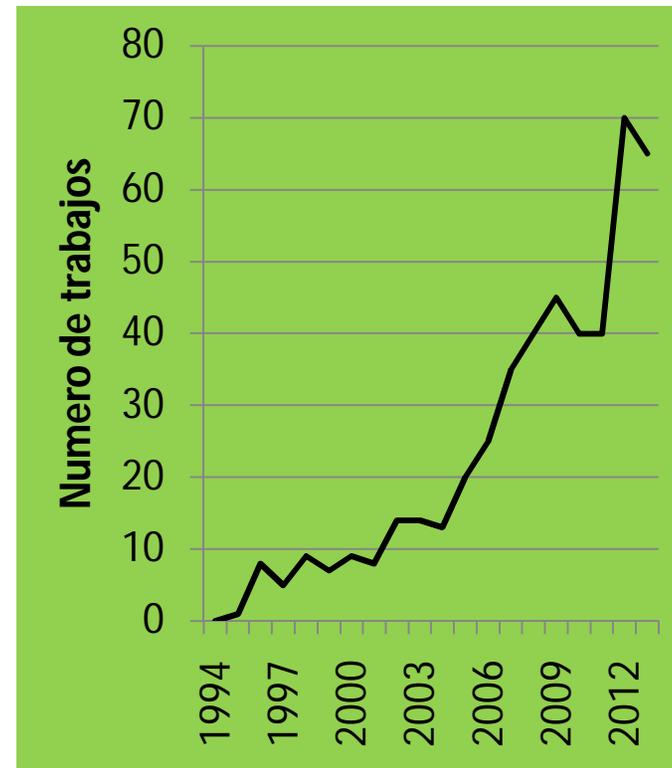


- Formulaciones multi y mono nutrientes
- Sales y quelatos
- Inclusión de bioestimulantes, hormonas y biocidas

# Y los bioestimulantes....

1. **Sustancias húmicas**
2. **Materiales orgánicos complejos**
3. **Elementos químicos benéficos**
4. **Sales inorgánicas (fosfitos)**
5. **Extractos de algas**
6. **Derivados de quitina y quitosanos**
7. **Anti transpirantes**
8. **Aminoácidos libres & otros sust. nitrogenadas**

Documentos "peer reviewed" encontrados por año en Scopus por año con el termino bioestimulantes



# Agregado de Bioestimulantes a los productos foliares

## Sintéticos o naturales

- Derivados de algas marinas (Betaínas)
- Aminoácidos de diversos orígenes
- Vitaminas, enzimas, ácidos húmicos
- Fosfitos (fitoalexinas)
- Fito reguladores y/o hormonas específicas



# **Clasificación de Bioestimulantes: Por lo que hacen y no por lo que son**

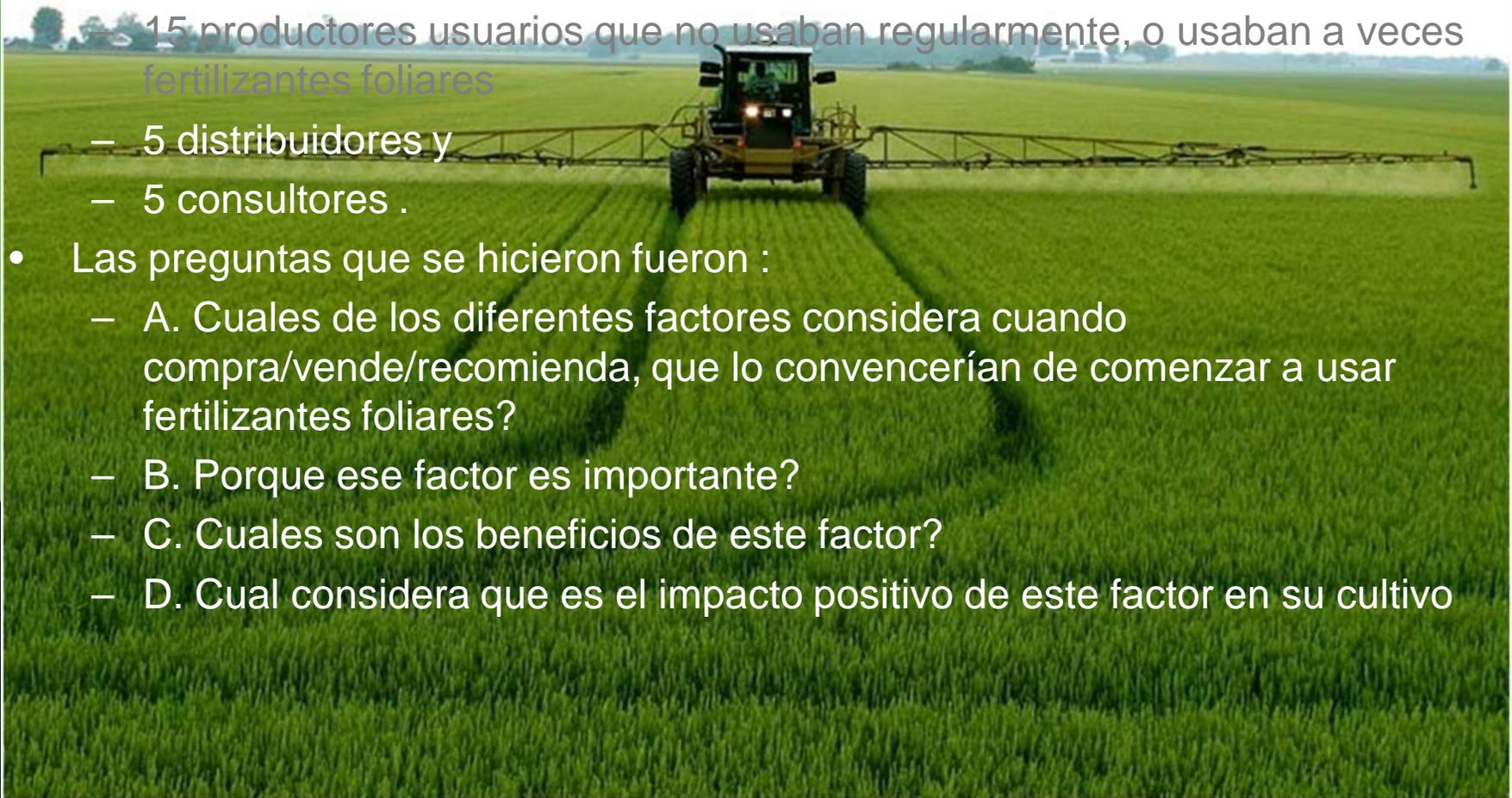
- 
- 1. Existencia de análogos en plantas**
  - 2. Acción dentro de la planta**
  - 3. Acción fuera de la planta (suelo, superficie foliar)**
  - 4. Efectos físico o físico químico**
  - 5. Efecto metabólico, (incluidos antioxidantes)**
  - 6. Efectos hormonales**
  - 7. Efectos fisiológicos en eficiencia de uso de nutrientes**
  - 8. Efectos fisiológicos en la respuesta al estrés abiótico**
  - 9. Efectos fisiológico en la respuesta al estrés biótico**

# Como funcionan los bioestimulantes

- Múltiples modos de acción: aditivos y/o sinérgicos
- Mejoran la condición de la planta, promoción del crecimiento, o respuesta al estrés
- Principales mejoras: Eficiencia en la nutrición y respuesta al/ /los estrés/es (a)bióticos
- Actúan tanto fuera como dentro de la planta
- Efectos físicos, metabólicos, regulación génica y efectos hormonales
- Efecto logrado con sustancias muy simples y muy complejas
- Efectos generales como específicos de determinados cultivos
- Es condicional: efectos dependen del estado nutricional de la planta, del suelo, presión de patógenos, condición de estrés, etc.

# La Decisiones en Fertilización Foliar

- Se condujo un panel encuestando 40 individuos
  - 15 productores usuarios regulares de fertilizantes foliares
  - 15 productores usuarios que no usaban regularmente, o usaban a veces fertilizantes foliares
  - 5 distribuidores y
  - 5 consultores .
- Las preguntas que se hicieron fueron :
  - A. Cuales de los diferentes factores considera cuando compra/vende/recomienda, que lo convencerían de comenzar a usar fertilizantes foliares?
  - B. Porque ese factor es importante?
  - C. Cuales son los beneficios de este factor?
  - D. Cual considera que es el impacto positivo de este factor en su cultivo



# Factores que deciden la compra/venta/recomendación de fertilizantes foliares

FACTOR		% de Respuestas
1	Precio del producto; 19	37
2	Calidad del producto; 9	17
3	Deficiencia de Nutriente ; 9	17
4	Cond. climática; 6	11
5	Precio del grano; 5	10
6	Estado del cultivo; 4	8

Cada factor recibió mas de una respuesta

# Factores considerados cuando se compran/venden/recomiendan fertilizantes foliares

Factor	Porque es importante?
<b>1</b> PRECIO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se asocia al margen bruto y a la diferencia de rinde</li><li>• A veces las diferencias no son claras y los márgenes son muy estrechos (productor)</li><li>• Mayor rentabilidad</li></ul>
<b>2</b> CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Que el producto sea efectivo y produzca los resultados pretendidos</li><li>▪ Evitar problemas con las mezclas</li></ul>
<b>3</b> DEFICIENCIA NUTRICIONAL del SUELO	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Contribuye a reducir las deficiencias nutricionales en especial en relación a los micronutrientes</li><li>▪ Los micronutrientes contribuyen a lograr mayores rendimientos y complementa la nutrición del cultivo con los elementos faltantes</li></ul>

# Factores considerados cuando se compran/venden/recomiendan fertilizantes foliares

Factor	Porque es importante?
<b>4</b> CLIMA - LLUVIAS	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ EL 2do factor mas mencionado. La "seca" y el "nivel de humedad" son elementos recurrentes de justificación</li><li>▪ Rol fundamental para la aplicación de fertilizantes, si hay buena humedad las plantas absorben mas</li></ul>
<b>5</b> PRECIO del GRANO	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cuanto mejores son los precios, mayor es la inversión en tecnología</li></ul>
<b>6</b> ESTADO DEL CULTIVO	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Se procura el balance hormonal</li><li>▪ El cultivo responde mejor cuando esta condición de estrés hídrico o térmico</li></ul>

# Por que pueden ayudar las fertilizaciones foliares

- Picos temporarios de demanda de nutrientes que limitan el aporte desde las raíces por re-movilización desde las hojas (senescencia )
- Picos del demanda período de crecimiento de los cultivos inducen una demanda superior a la oferta de nutrientes, incluso en suelos bien fertilizados.)
- Competencia por carbohidratos entre raíces y brotes en períodos de alta demanda puede reducir la funcionalidad de las raíces y la adquisición de nutrientes aun en suelos fértiles

# Cualquier factor que restringe el crecimiento de las raíces limita la absorción de nutrientes



**Pobre aireación**

**Compactación**

**Drenaje**

**Enfermedades**

**Temperatura**

**Acidez**

Algunos ejemplos donde la fertilización foliar como suplemento de la fertilización al suelo ofrece ventajas importantes

# Fertilización en tabaco Virginia. Jujuy

- Est.Exp. La Posta Perico Jujuy. 2012-13 y 2013-14
- Cuatro Dosis de Aplicación: 0, 3, 6 y 9 kg/ha de Sulfato de potasio en 3 momentos.
- Aplicación de  $K_2O$  de base: 256 kg/ha; Testigo: 272 kg/ha

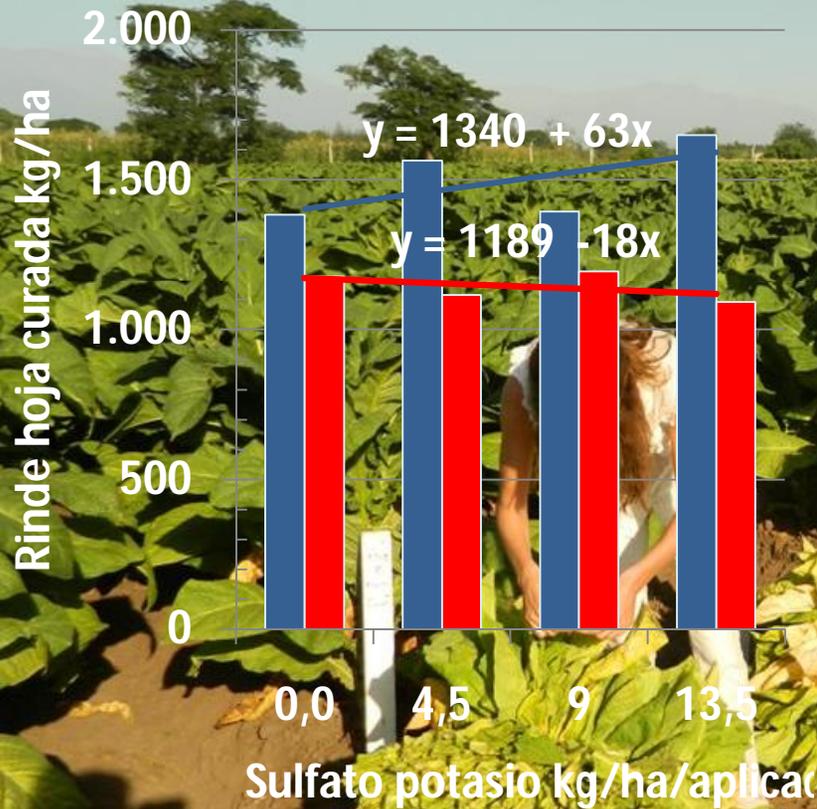


- Evaluación de rendimiento por calidad comercial
- Cada Clase Comercial se define por posición en la planta y calidad intrínseca (color, integridad, textura, etc.) y la industria le asigna un valor diferente

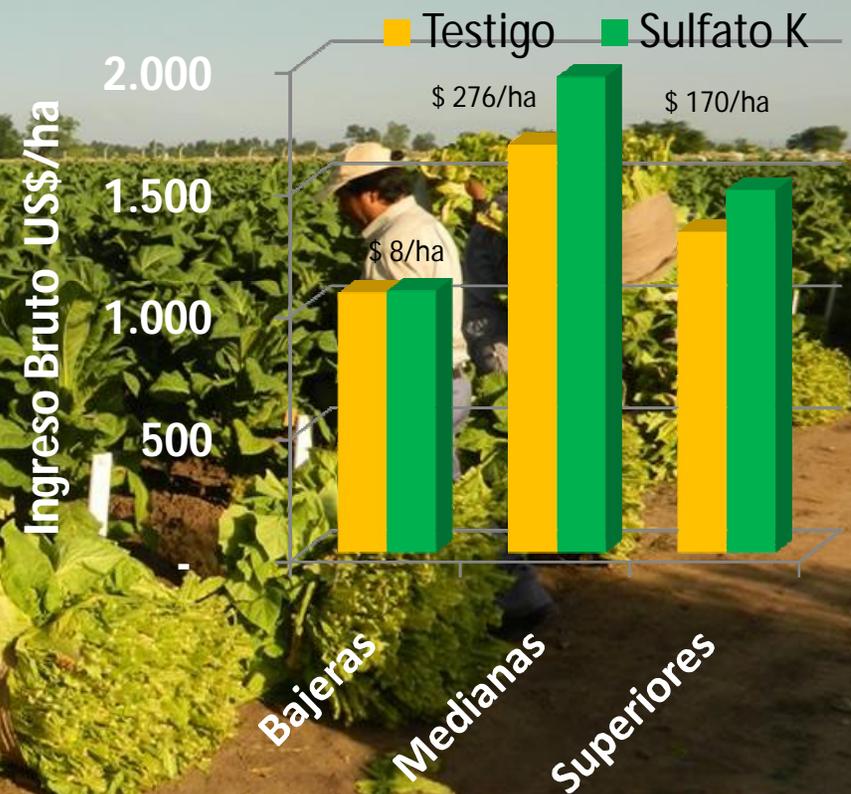
# Resultados



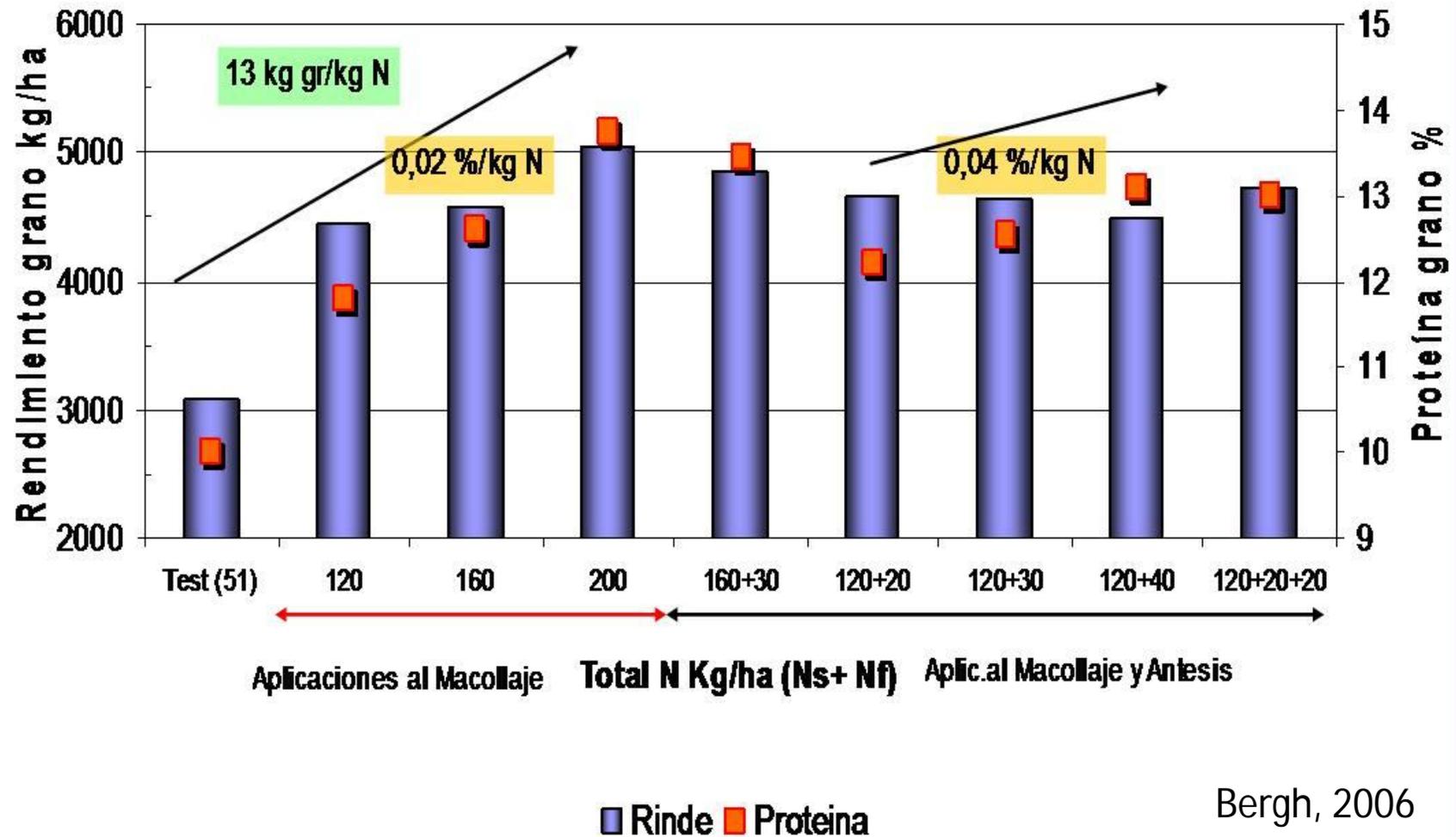
■ 1° + 2° + 3° ■ 4° + 5° & otras



Clases 1° a 3°



# Urea en trigo. Aumento de rendimiento y de calidad



# Conclusiones

- Dos campañas de experimentos en el mismo sitio en dos escenarios climáticos contrastantes indican un claro efecto positivo de la aplicación foliar de Sulfato de Potasio, en el rendimiento y calidad comercial de tabaco Virginia.
- Los tratamientos de fertilización resultaron en un efecto mayor en las hojas de posición media y superiores, las que poseen mayores precios. Por otra parte el mayor efecto en peso se observó en las tres primeras clases de cada posición, las que tienen el mayor precio.
- Las diferencias entre los ingresos brutos del testigo y el promedio de los tratamientos fertilizados fue de US \$ 454/ ha, promedio de los 2 años, varias veces el costo de aplicación, (~ 30 US \$ kg/ha), in considerar la menor aplicación de  $K_2O$  de base en las parcelas tratadas.

# Precisión estadística

- Muchos experimentos son reportados como faltos de diferencias estadísticas, así como muchos otros no son publicados por la misma razón
- La precisión estadística de una experiencia común en parcelas experimentales con adecuada variabilidad, i.e. un CV no mayor del 10 % , exigiría no menos de 7 a 8 repeticiones cuando menos, para tomar como significativas respuestas de 300 kg/ha de grano.
- A la dosis comercial de un producto. i.e \$ 10/ha y precio soja \$ 27 /q, se precisan 2,7 qq/ha para pagar el costo de aplicación.



# Fertilización Foliar en Maíz (Meta-análisis)

- Se seleccionaron 26 trabajos de investigación con 29 testigos y 108 tratamientos de fertilización foliar.
- Ensayos INTA y CREA; bases de datos electrónicas (EBSCO y MINCYT); Google Academic Search y ensayos propios.
- Se seleccionaron únicamente los ensayos que: (a) se hayan realizado en la región pampeana; (b) no hayan sido conducidos por empresas que comercialicen fertilizantes; (c) incluían alguna medida de variabilidad.



# Conclusiones

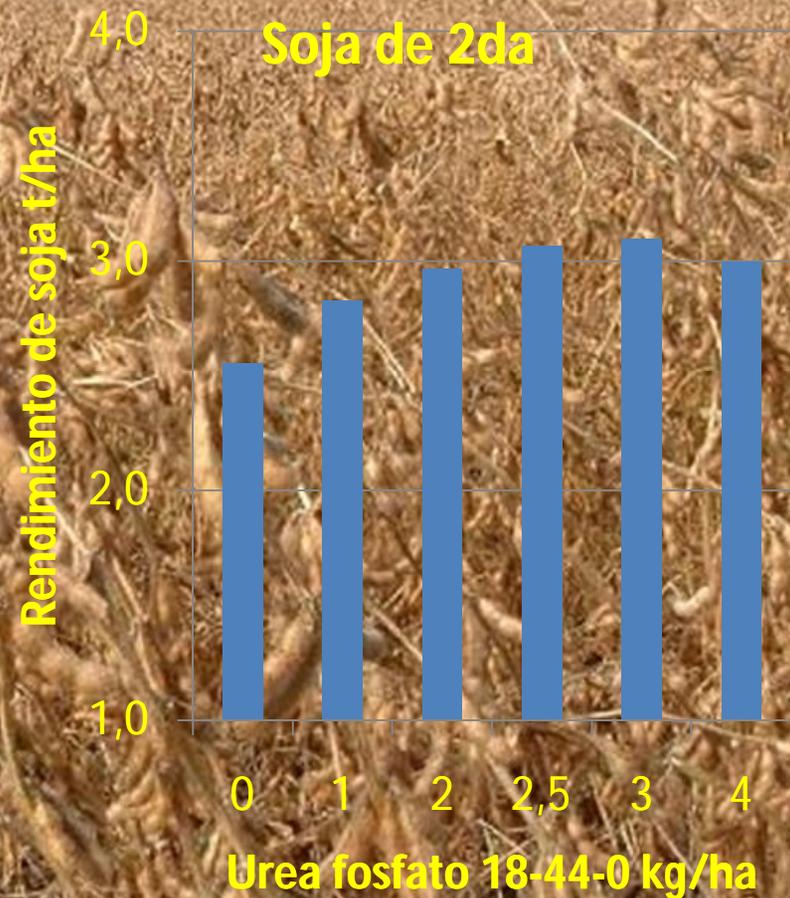
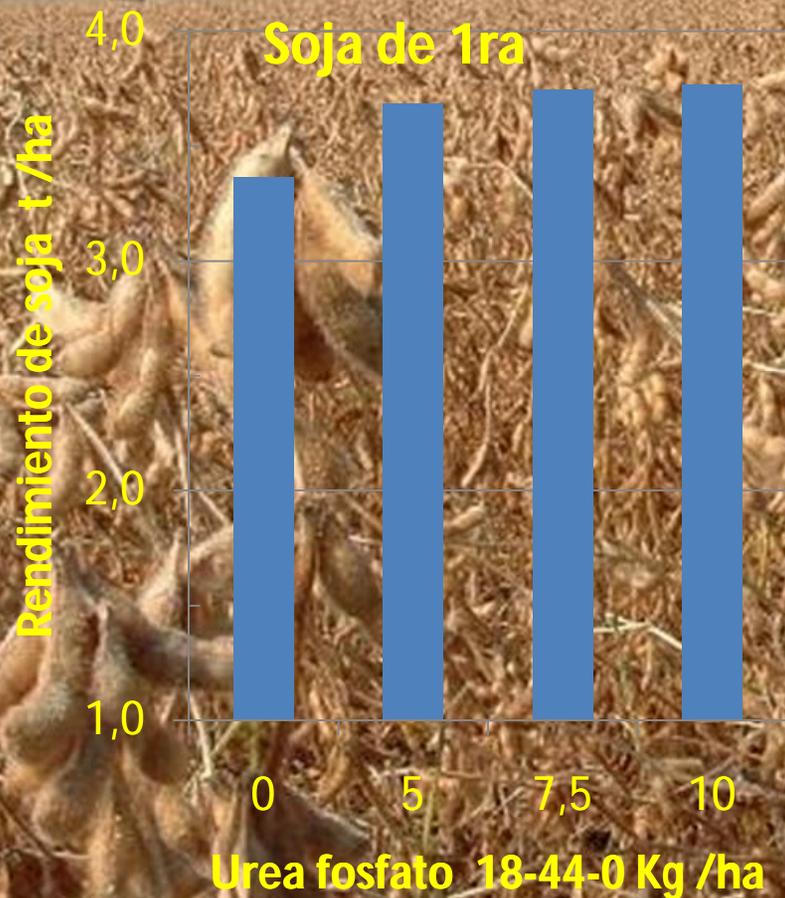
- La utilización de fertilizantes foliares en maíz aumenta significativamente el rendimiento en promedio.
- El aumento del rendimiento fue mayor para los híbridos que en líneas endocriadas. (9,1 vs 4,2 t/ha)
- El efecto sobre los híbridos fue un aumento promedio de 518 kg/ha [370 - 665 kg/ha], o 5,7%.
- El aumento sobre las líneas endocriadas fue 160 kg/ha [81 - 239 kg/ha], o 3,8 %
- A mayores rendimientos la respuesta en rendimiento de los fertilizantes foliares no solo es mayor en kilos sino también en porcentaje. En un lote de 7 t/ha el aumento es del 10% pero de 15% para uno de 11 t/ha



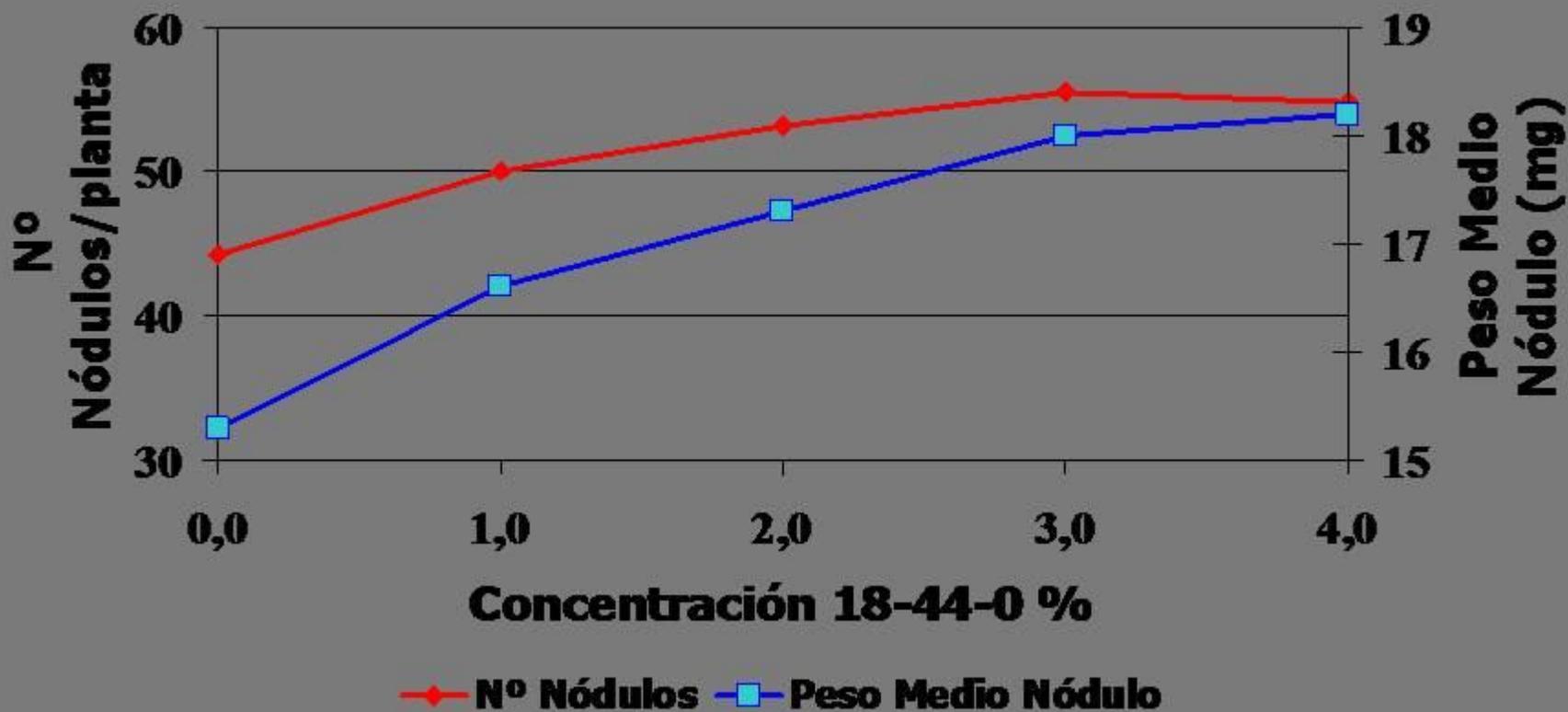
## Fertilización Foliar en Soja

1. Comienzo de ciclo N,P,K (V4-V6)
2. Micronutrientes en mitad de ciclo (B, Mn)
3. Llenado de granos N,P,K,S (R2-R7)

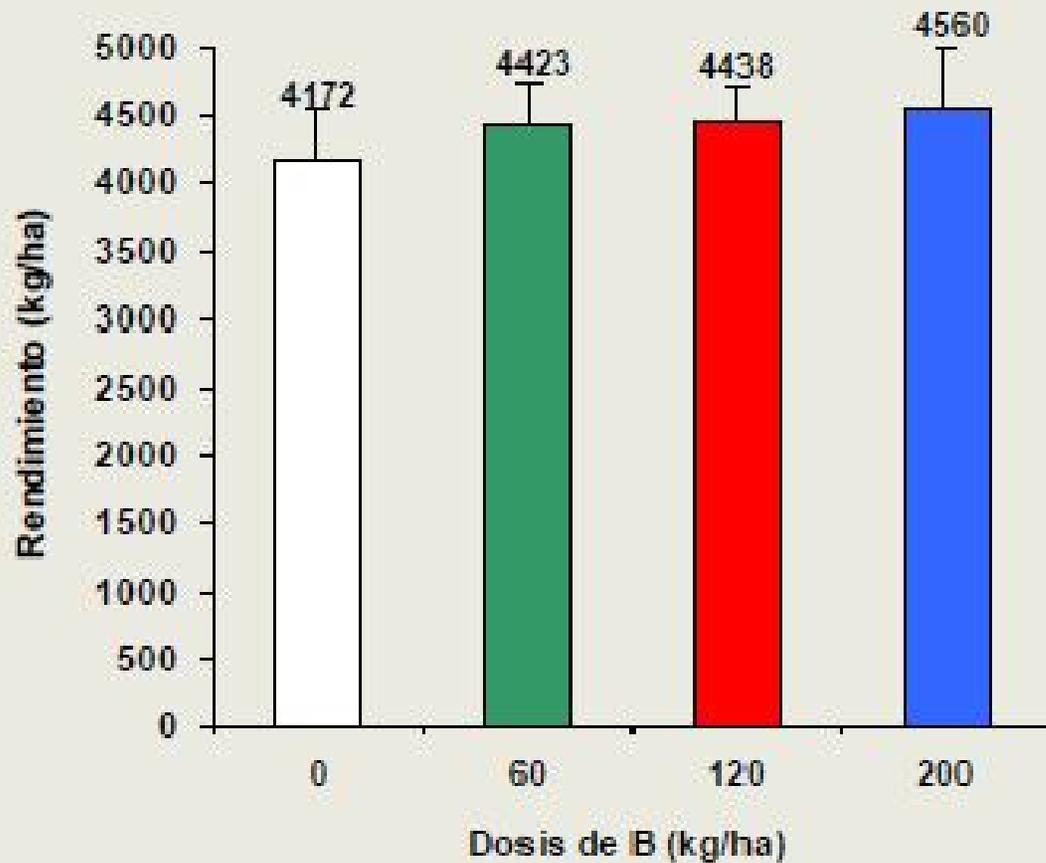
# Aplicación foliar de Urea fosfato 18-44-0 en etapas juveniles de soja (V3- V4)



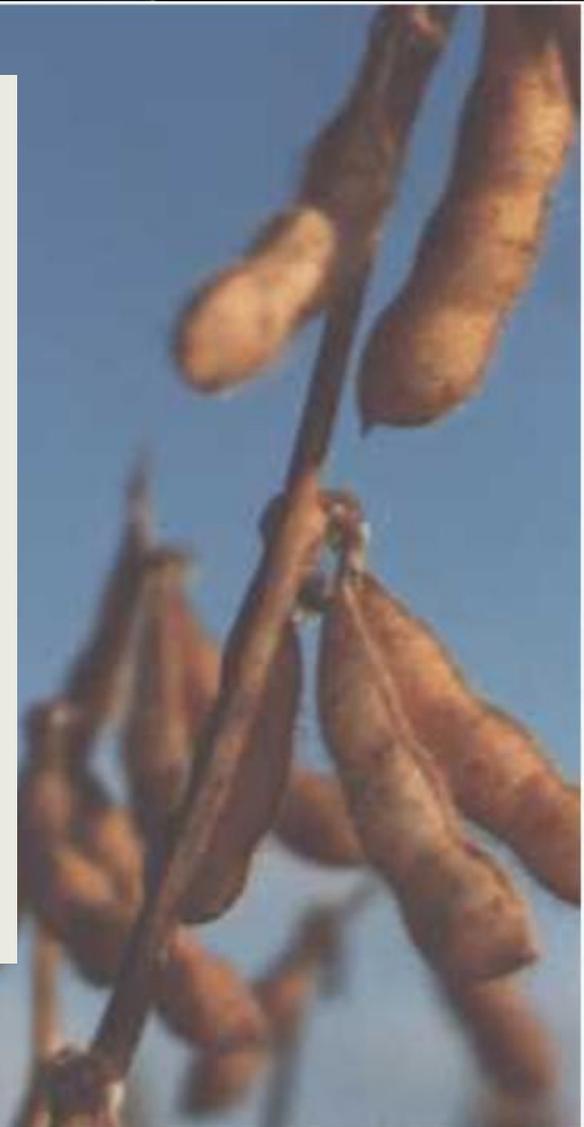
# Mejor nodulación a la floración: Mayor rendimiento



# Micronutrientes en mitad del ciclo

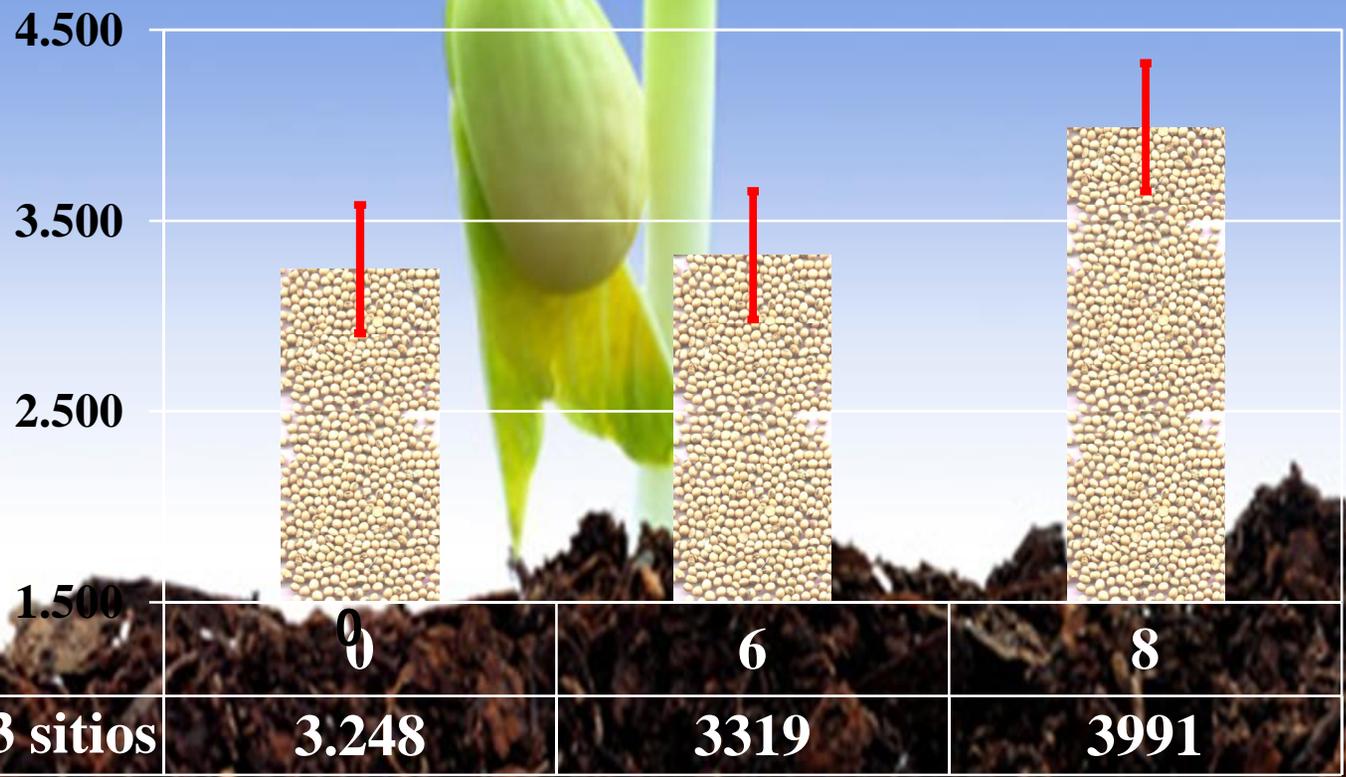


Pergamino.  
Ferraris et al., 2011



# Aplicación en llenado de granos (R3-R5)

Rinde Soja kg/ha



■ 53 sitios

Lt 2-3-4-6/ha

# Fertilizacion foliar en melón. Texas



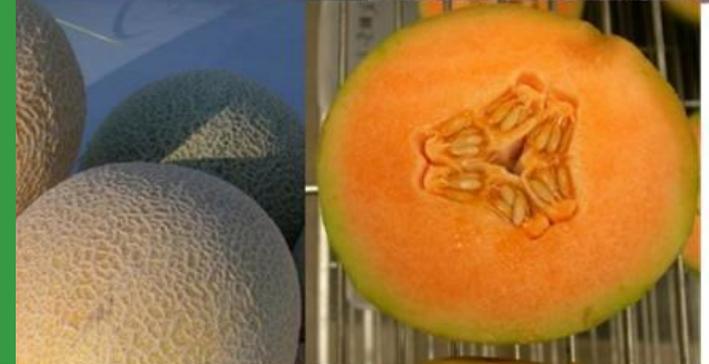
- 7 Fuentes de K Foliar:
- Momento & dosis  
8 kg  $K_2O$ /ha semanalmente (6-8am) desde cuaje a madurez

Jifon, 2006-07



# Evaluaciones

- **Producción**
- **Firmeza de fruto**
- **Color Interno**
- **Concentración de K en tejidos**
- **Solidos Solubles (Brix**
- **Azucares Totales**
- **Vitamina C**
- **$\beta$ -caroteno**



# Resultados de 3 años

	Testigo	Promedio Fertilizados	Diferencia	
Rendimiento (t/ha)	18,9	21,1	2,2	+11,7 %
Grados Brix°	8,4	10,0	1,6	+19,2 %
Azucares Totales (mg/g p fresco)	45,7	55,9	10,2	+ 22,3 %
Firmeza de fruto	10,0	12,5	2,5	+ 25 %



# Conclusiones

- **La fertilización Foliar ha sido ampliamente adaptada en la agricultura moderna para asegurar una optima performance del cultivo en particular cuando la provisión de nutrientes del suelo o fertilizantes no es adecuadas o incierta**
- **Los fertilizantes foliares ofrecen ventajas específicas sobre los de suelo en múltiples escenarios ambiente-cultivo-fenología específico**
- **Muchas veces se lo ve como un “seguro” para minimizar perdidas potenciales de rinde antes deficiencias impredecibles de nutrientes**
- **Si bien los costos de aplicación pueden no ser considerados, el análisis del costo beneficio debe ser meticuloso, tomando en cuenta no solo el valor del producto sino también las llamadas “limitantes ocultas” causantes de perdidas de potencial de rendimiento.**
- **Es muy difícil predecir la probabilidad de la respuesta a los fertilizantes foliares así como no es fácil determinar con precisión el momento adecuado de aplicación o el produce mas adecuado.**



Muchas gracias por su atención

[rjrmelgar@gmail.com](mailto:rjrmelgar@gmail.com)