

**“Fertilización con Cloruros en el norte de Bs As”  
Efectos sobre la sanidad y los rendimientos de los cultivos.**

**Pergamino  
22 de Julio de 2007**

**Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris**



# Hoja de Ruta

- **Presentación de la problemática.**
- **Hipótesis generales a todos los cultivos.**
- **Cloruros en trigo. Resultados de 5 años de ensayos. Efectos sobre la sanidad y el rendimiento del cultivo. Interacción con otras prácticas de manejo.**
- **Cloruros en cebada cervecera. Efectos sobre la sanidad, el rendimiento y la calidad.**
- **Cloruro de Potasio en maíz. Variables asociadas a respuesta.**
- **Cloruros en Soja. Severidad de mancha marrón y rendimientos.**
- **Que aprendimos trabajando sobre cloruros.**
- **Conclusiones y perspectivas.**



## Antecedentes

- El rendimiento, la calidad comercial y la tolerancia o resistencia a enfermedades son el objetivo central en los programas de mejoramiento genético (Calzolari et al., 1997; Calzolari y Polidoro, 2004).
- Sin embargo, estos factores son afectados también por el ambiente y las prácticas de manejo (McCaig, 1997).
- Los nutrientes afectan estos procesos.
- De manera indirecta, los nutrientes incrementan el área foliar, prolongan su duración, fortalecen y promueven el crecimiento de la planta (Marschner, 1995), mejorando la tolerancia a enfermedades y mitigando las pérdidas de rendimiento que estas pudieran generar.
- Algunos nutrientes como los cloruros actúan de manera directa a través de un efecto fungicida y fungistático (Fixen et al., 1986, 1993).
- En la región pampeana, diversos trabajos han informado incrementos de rendimiento por la utilización de cloruros en Trigo (Díaz Zorita y Duarte, 2002; Melgar et al., 2000; 2001; Ventimiglia et al., 2003).
- En algunos de estos ensayos, existe evidencia que permitiría atribuir la respuesta a un mejor comportamiento sanitario.



## Efecto de los cloruros sobre las enfermedades

Cultivo	Enfermedad		Fuente
	Nombre Común	Nombre Científico	
<b>Cebada</b>	Podredumbre radicular	<i>Cochliobulus sativus</i>	Shefelbine, 1986 Goos <i>et al.</i> , 1987
<b>Trigo</b>	Podredumbre radicular	<i>Helminthosporium sativum</i>	Fixen, 1993
	Septoriosis de la gluma o del nudo	<i>Septoria nodorum</i>	Fixen, 1993
	Roya de la hoja	<i>Puccinia recondita</i>	Fixen, 1993
	Roya estriada o amarilla	<i>Puccinia striiformis</i>	Scheyer <i>et al.</i> , 1987
	Oídio	<i>Erysiphe graminis</i>	Grybauskas <i>et al.</i> , 1988
	Pietín	<i>Gaeumannimyces graminis</i>	Scheyer <i>et al.</i> , 1987
	Mancha amarilla	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Fixen, 1993



## Hipótesis generales

1. El trigo y también otros cultivos otros responden a la aplicación de Cl en la región pampeana.
2. El efecto del cloro se explica por una menor incidencia de enfermedades de hoja.
3. El efecto del cloro depende del genotipo sembrado y de la estrategia de control químico de enfermedades implementada.

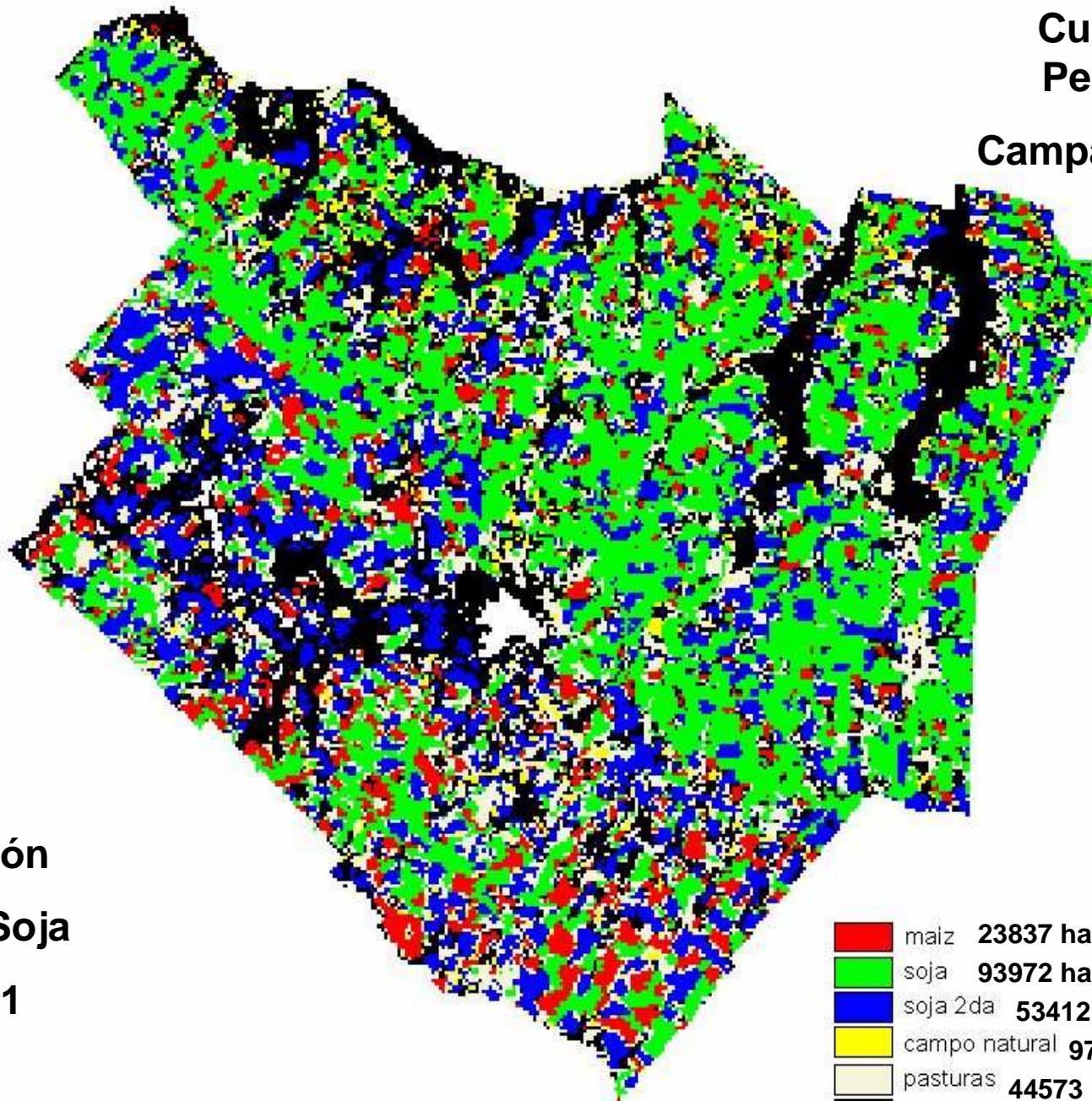









*Cultivo de Trigo*

# Cultivos en Pergamino

## Campaña 2007/08



Relación  
Maíz : Soja  
6,2 : 1

	maíz	23837 has
	soja	93972 has
	soja 2da	53412 has
	campo natural	9740 has
	pasturas	44573 has
	otros	



# Condiciones ambientales durante el período analizado

*Q: Radiación interceptada por unidad de tiempo térmico de desarrollo*

Condiciones ambientales	Año 2002	Año 2003	Año 2004	Año 2005	Año 2006	Año 2007
Insolación efectiva media (hs)	<b>6,9</b>	8,0	6,9	7,2	7,1	5,9
T media del período °C	<b>18,1</b>	15,8	15,8	15,1	17,1	15,0
Cociente fototermal (Q) (Mj m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> )	<b>1,02</b>	1,30	1,24	1,24	1,10	1,12

**La tecnología que se utiliza actualmente para trigo ha sido desarrollada bajo condiciones ambientales óptimas**





*Año 2003*

**Efecto sobre las variedades  
Manejo integral junto a fungicidas**



Ings. Agrs. Gustavo Ferraris & Lucrecia Couretot  
Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino

*“Fertilización con cloruros”*  
Efectos sobre sanidad y rendimientos

## Diseño: Bloques al azar con dos repeticiones

### Tratamientos evaluados

	Manejo enfermedades				
Variedades	Testigo	KCl 100	Fhb	KCl 100 + Fhb	Fhb + Fa
PMol	X	X	X	X	X
A303	X	X	X	X	X
B13P	X	X	X	X	X
B10	X	X	X	X	X
RChur	X	X	X	X	X
PGau	X	X	X	X	X
RTij	X	X	X	X	X



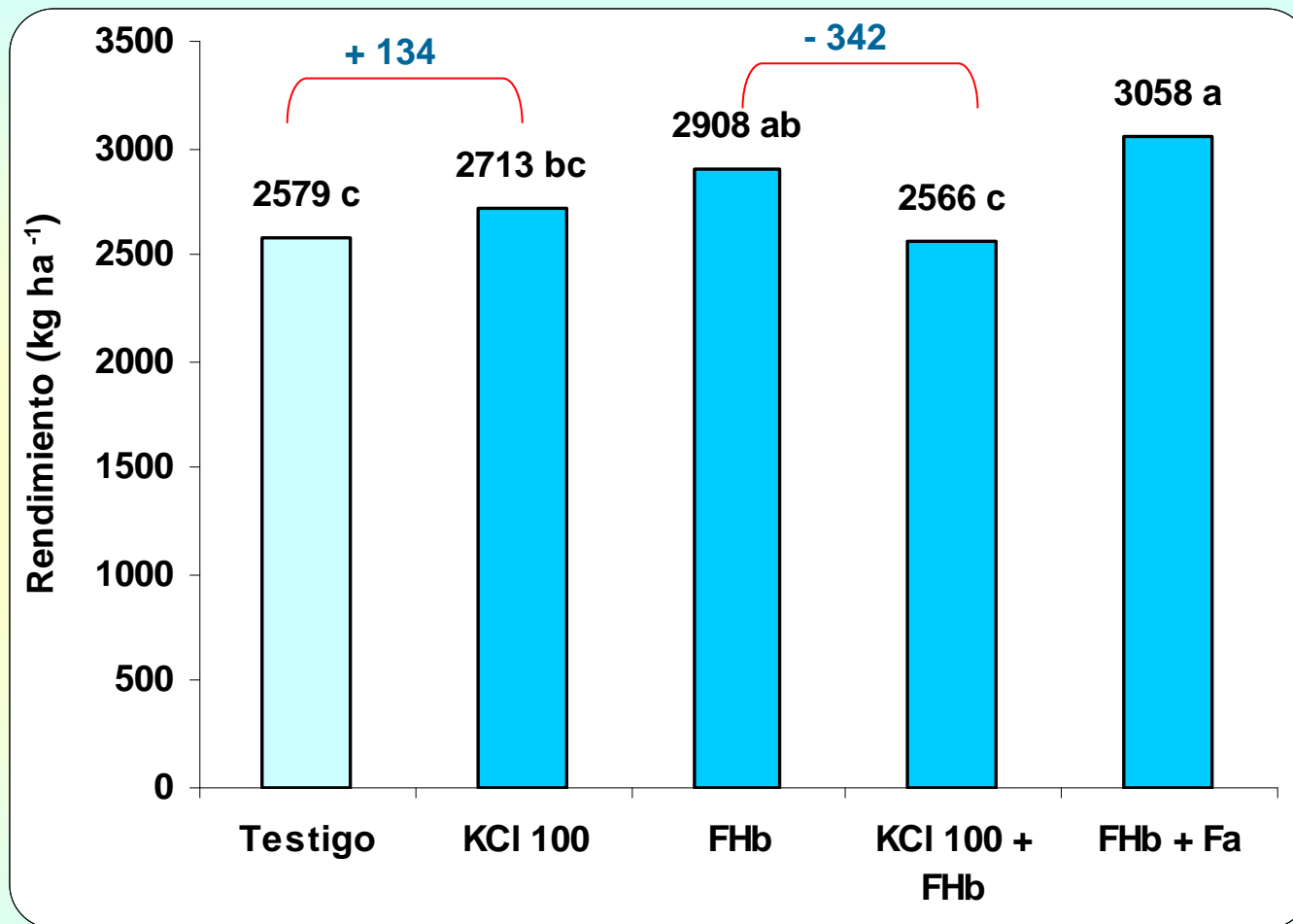
## Resultados Evaluación de enfermedades

	Manejo de enfermedades				
Cultivares	Testigo	KCl	Fhb	KCl + Fhb	Fhb + Fa
B10	50 S	30 S	0	0	0
A303	5 S	5 S	0	0	0
PMol	0	0	0	0	0
RTij	0	0	0	0	0
B13	0	0	0	0	0
PGau	0	0	0	0	0
RChur	0	0	0	0	0



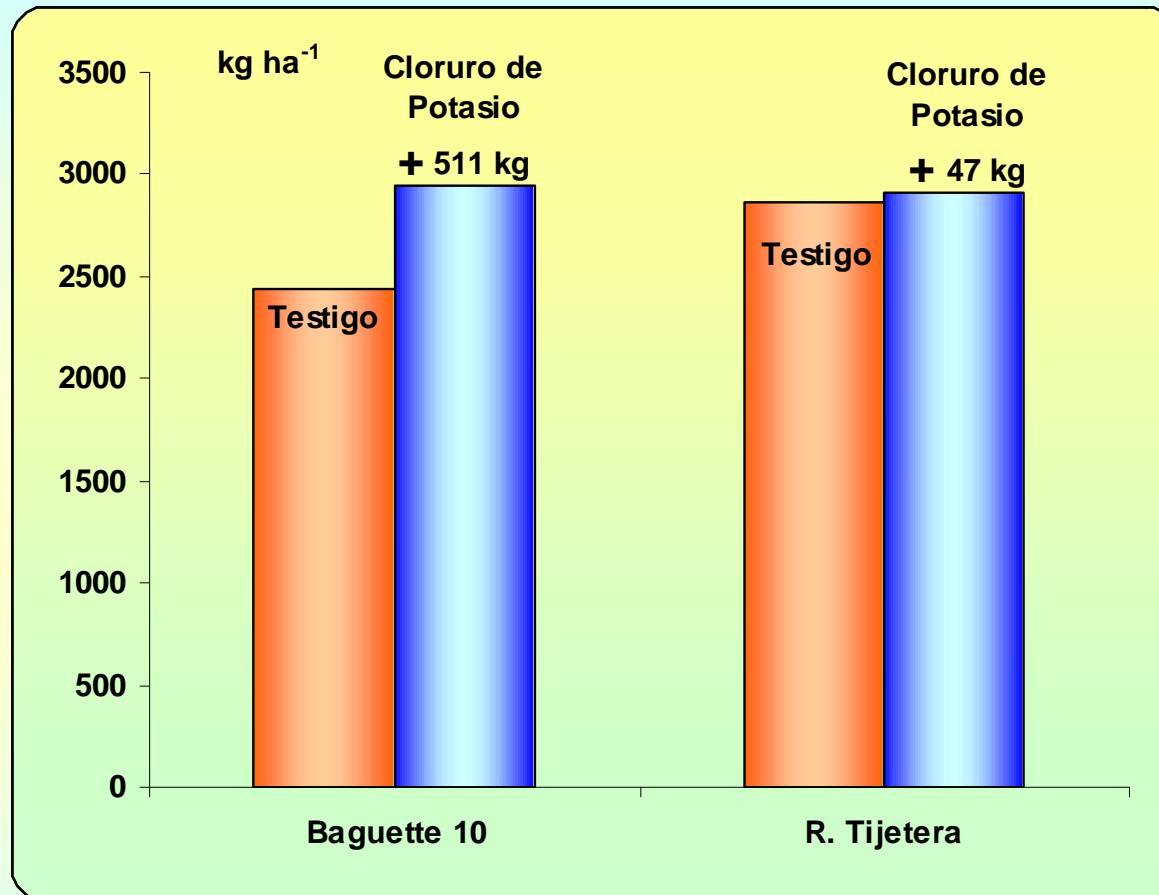
## Resultados

### Rendimientos por tratamiento



# Efecto de los cloruros sobre los rendimientos

## Resultados por variedad. 2003/04



**Efecto de tratamiento sobre las enfermedades, trasladado luego a rendimientos.**

**Respuesta media sin F de 133 kg ha<sup>-1</sup>, alcanzando 511 kg ha<sup>-1</sup> en B10, la variedad más susceptible a enfermedades.**



*Año 2004*

**Efecto sobre las variedades. Año II**  
**Manejo integral junto a fungicidas. Año II**



Ings. Agrs. Gustavo Ferraris & Lucrecia Couretot  
Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino

*“Fertilización con cloruros”*  
Efectos sobre sanidad y rendimientos

## Diseño: Bloques al azar con dos repeticiones

### Tratamientos evaluados

Variedades	Manejo enfermedades				
	Testigo	KCl 100	Fhb	KCl 100 + Fhb	Fhb + Fa
PMol	X	X	X	X	X
A304	X	X	X	X	X
B11P	X	X	X	X	X
B10	X	X	X	X	X
BMat	X	X	X	X	X
BGua	X	X	X	X	X
RTij	X	X	X	X	X
KCap	X	X	X	X	X



## Resultados Evaluación de enfermedades

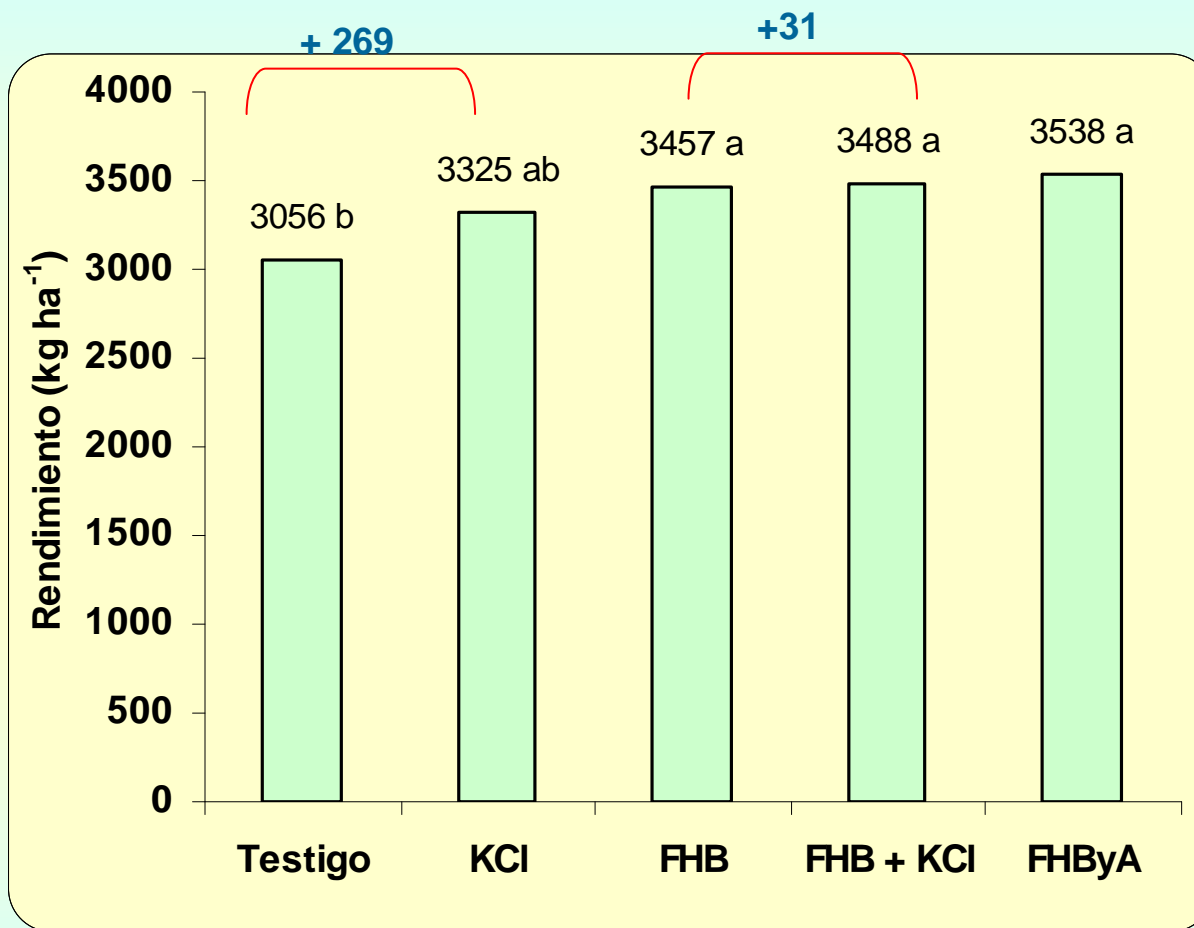
Cultivares	Severidad enfermedades			
	Roya de la hoja <i>Puccinia recóndita</i>	Manchas foliares <i>Dreschlera tritici</i> <i>repentis-Septoria tritici</i>	Fusariosis <i>Fusarium</i> <i>graminearum</i>	Area foliar verde remanente
PMol	10	20	0	70
A304	0	20	0	80
B11P	25	15	0	65
B10	30	20	0	50
BMat	10	25	0	65
BGua	10	20	0	70
RTij	trazas	10	0	90
KCap	0	25	0	75



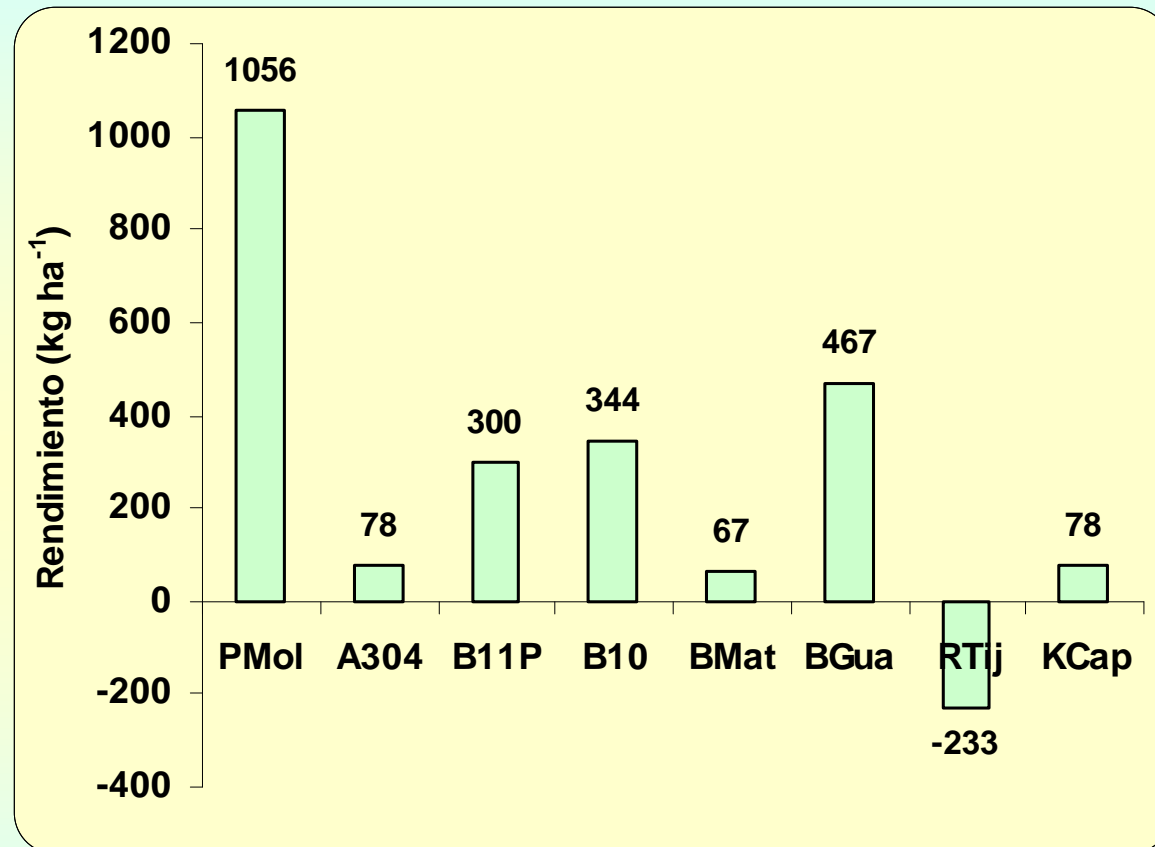


# Resultados

## Rendimientos por tratamiento



## Efecto de los cloruros sobre los rendimientos Resultados por variedad. 2004/05



**No se observó una reducción marcada en la incidencia de enfermedades.  
La respuesta media fue sin F de 269 kg ha<sup>-1</sup> y con Fhb de 31 kg ha<sup>-1</sup>**



*Años 2005, 06, 07*

**Efecto sobre las variedades  
Manejo integral junto a fungicidas**



Ings. Agrs. Gustavo Ferraris & Lucrecia Couretot  
Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino

*“Fertilización con cloruros”*  
Efectos sobre sanidad y rendimientos

## Detalle de las experiencias

Genotipo	Pergamino 2005	Pergamino 2006	Pergamino 2007 CL	Pergamino 2007 CC	Ww 2007	Ramallo 2007	Santa Lucía 2007
Sitio y partido	Rancagua Pergamino	INTA Perg Pergamino	INTA Perg Pergamino	INTA Perg Pergamino	Wheelwright Gral López	VillaRamallo Ramallo	Santa Lucía San Pedro
Serie de Suelo	Pergamino	Pergamino	Pergamino	Pergamino	Hughes	Ramallo	Portela
Tipo de Suelo	Arg. típico	Arg. típico	Arg. típico	Arg. típico	Arg. típico	Arg. vértico	Arg. vértico
Fecha de siembra	11-Junio	22-Julio	13-Junio	26-Junio	1-Julio	8-Junio	25-Julio
Variedad	Baguette 11 P. Gaucho	K. Chajá Baguette 13	Baguette 11	DM Cronox	DM Cronox	K. Escorpión	K. Escorpión
Niveles de infección Roya anaranjada	B11: B a Mod PGau: Alto	KCh: Bajo B13: Mod Alto	Bajo a Moderado	Alto	Alto	Bajo a Moderado	Bajo a Moderado
Niveles de infección Manchas foliares	B11: Bajo PGau: Moderado	KCh: Alto B13: Bajo a Moderado	Bajo	Moderado	Moderado	Alto	Alto
Efectos estudiados	Dosis KCl Variedades Fungicidas	Dosis KCl Variedades Fungicidas	Dosis KCl	Dosis KCl	Dosis KCl	Dosis KCl	Dosis KCl
Aplicación de fungicida	Ambas situaciones	Ambas situaciones	No	Si	Si	Si	No



Ings. Agrs. Gustavo Ferraris & Lucrecia Couretot  
Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino

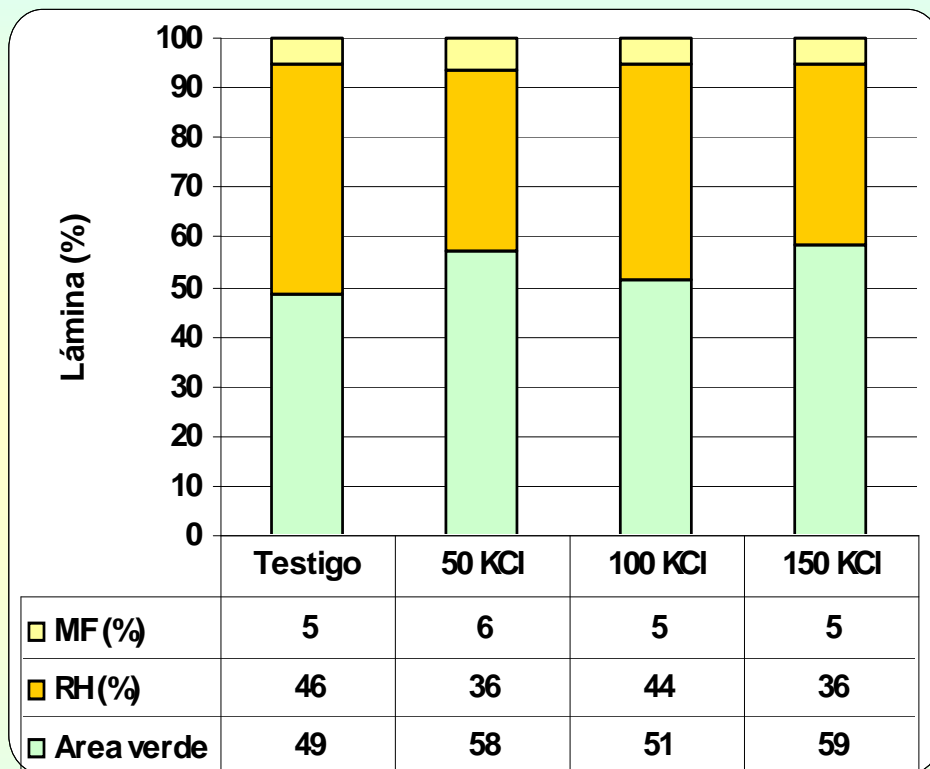
*“Fertilización con cloruros”*  
Efectos sobre sanidad y rendimientos

## Características del ambiente. Suelo y Agua

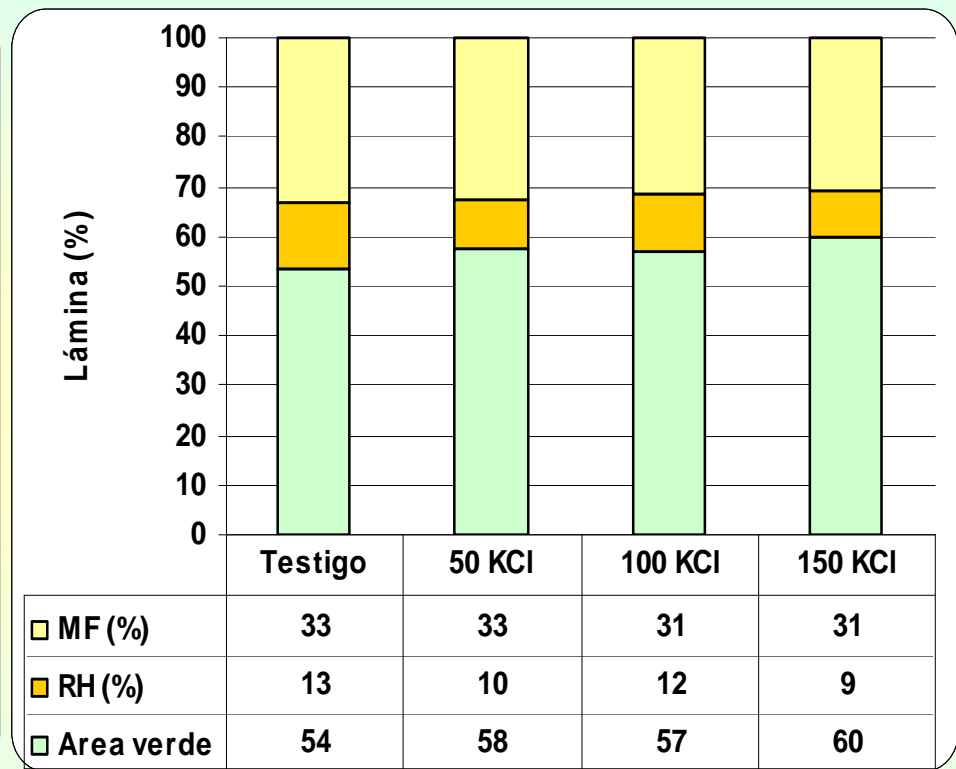
Genotipo	Pergamino 2005	Pergamino 2006	Pergamino 2007 CL	Pergamino 2007 CC	Ww 2007	Ramallo 2007	Santa Lucía 2007
MO (%)	2,9	3,1	2,8	2,7	3,7	2,7	2,9
P Bray (mg kg <sup>-1</sup> )	12	18	24	24	69	7,1	4,8
N suelo+ fert	134	151	180	151	187	125	125
Dosis aplicada de P (kg ha <sup>-1</sup> )	20	20	28	18	23	40	40
Dosis aplicada de S (kg ha <sup>-1</sup> )	20	20	19	13	10	20	20
Cl- (mg kg <sup>-1</sup> 0-20 cm)	8,2	8,0	8,3	9,7	6,2	6,6	9,2
Cl- (mg kg <sup>-1</sup> 20-40 cm)	8,2		8,0	12,1	6,5	6,2	7,7
Cl- (mg kg <sup>-1</sup> 40-60 cm)	8,2		9,9	12,7	7,1	6,5	9,3
pH	6,2	5,7	5,9	5,7	5,6	6,2	6,0
Almacenaje de agua a la siembra	bueno	bueno	excelente	muy bueno	excelente	muy bueno	muy bueno
Condición física del suelo	regular	muy buena	muy buena	muy buena	excelente	bueno	regular



## Resultados Evaluación de enfermedades



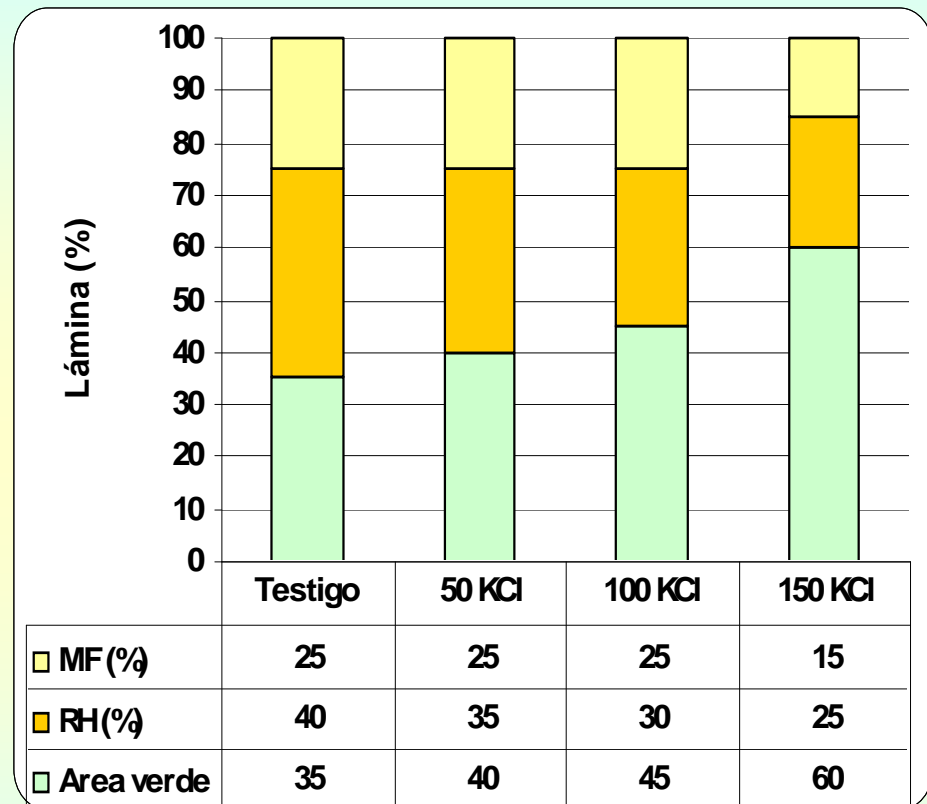
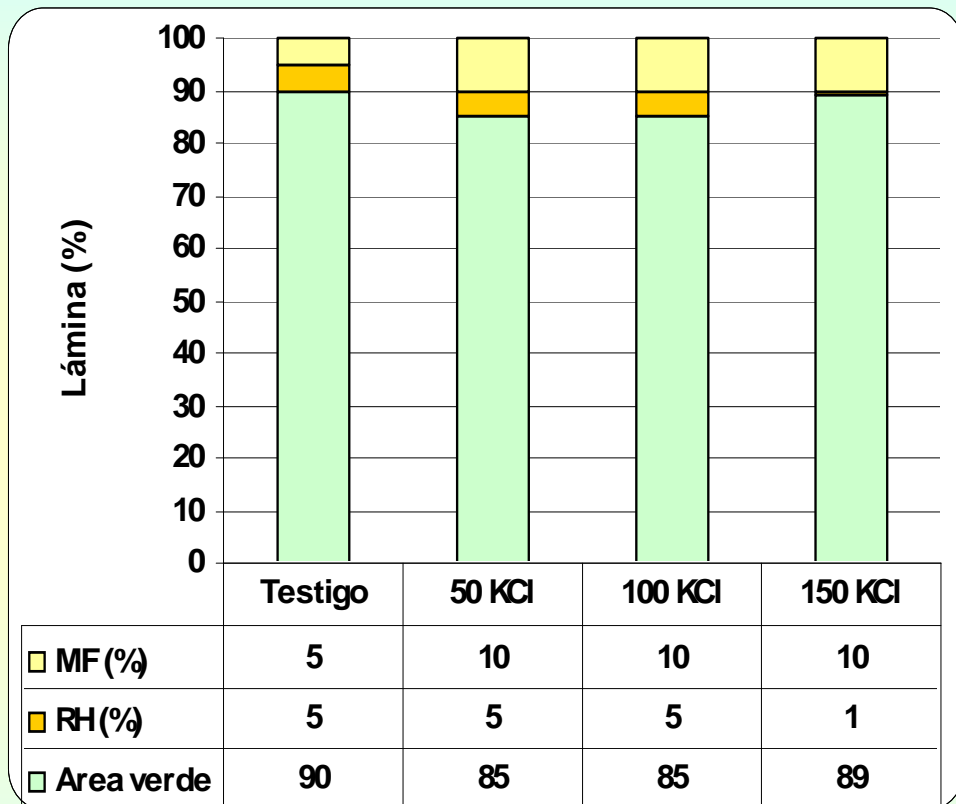
**Año 2005**  
 $\chi$ =B11P-PGau s/F, c/F  
Zadoks 71-75



**Año 2006**  
 $\chi$ =KChaj – B13P. s/F, c/F  
Zadoks 71

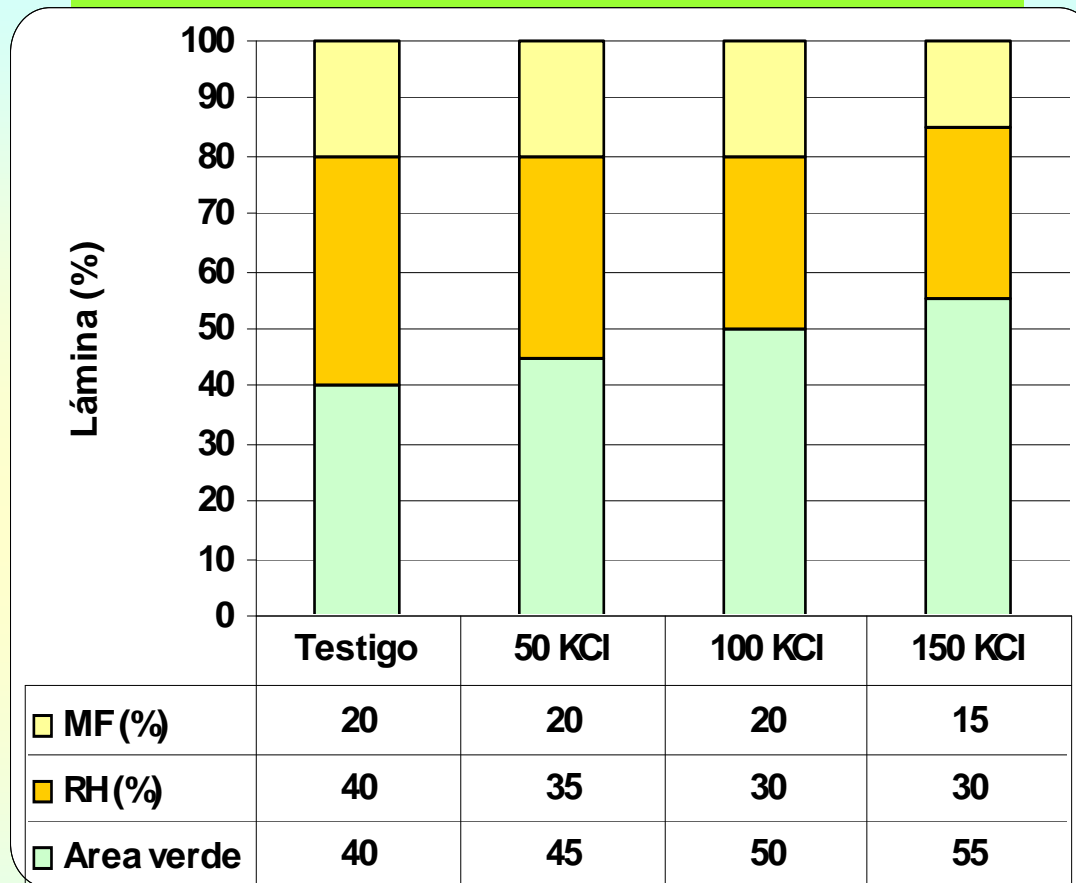


## Resultados Evaluación de enfermedades



## Resultados

### Evaluación de enfermedades



Año 2007. Wheelwright

$\chi$ =DM Cronox. c/F

Zadoks 65





## Resultados Evaluación de enfermedades

Fertilización	Pergamino	Pergamino
	2005	2006
Variedad	0,000	0,001
Fungicida	0,000	0,466 n.s.
Dosis KCl	0,006	0,010
Variedad x Fungicida	0,632 n.s.	0,035
Fungicida x Dosis KCl	0,660 n.s.	0,810 n.s.
Variedad x Dosis KCl	0,276 n.s.	0,100 n.s.
Variedad x Fungicida x Dosis KCl	0,632 n.s.	0,888 n.s.
<b>Coef de variación</b>	<b>8,5</b>	<b>8,2</b>

Variables en estudio (7 ensayos 2005-2006-2007)	Valor de P=
Sitio	0,000
Dosis KCl	0,017
Sitio x Dosis KCl	0,246
<b>Coef de variación</b>	<b>9,8 %</b>



## Resultados Análisis de los rendimientos

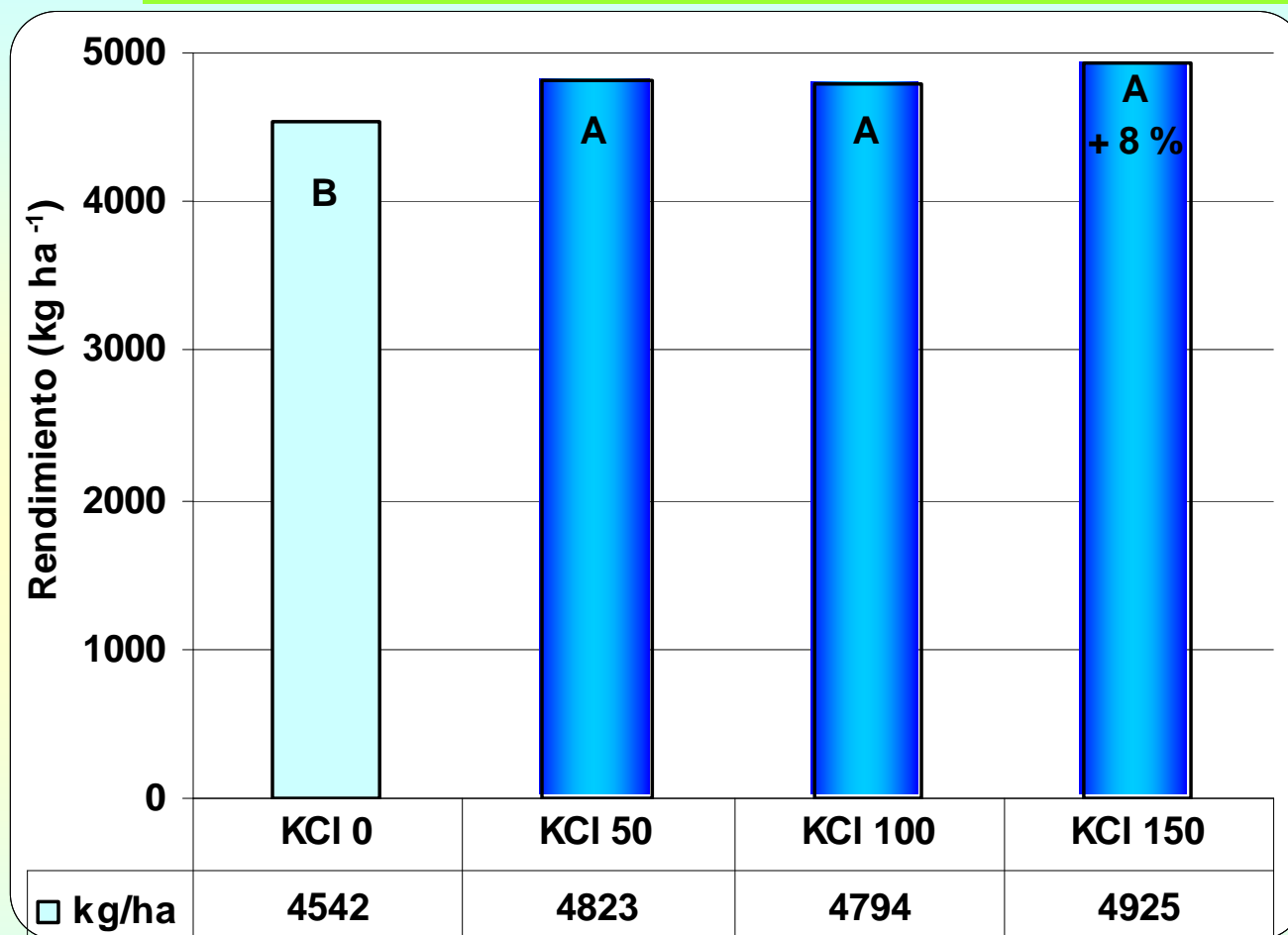
Dosis KCl	Pergamino 2005	Pergamino 2006	Pergamino 2007 CL	Pergamino 2007 CC	Ww 2007	Ramallo 2007	Santa Lucía 2007	Promedio
KCl 0	4479	3316	4974	4995	4837	4944	4250	4542
KCl 50	4955	3497	4801	5638	5767	4889	4217	4823
KCl 100	5036	3574	5350	5577	4785	5000	4233	4794
KCl 150	5045	3744	5157	6263	4970	5033	4267	4925
Valor de P=	0,048	0,01	0,10	0,04	0,01	0,23	0,86	0,023
CV (%)=	11,2	8,3	5,6	9,1	5,2	1,6	1,8	10,9
RR (KI 0 /maximo)	0,89	0,89	0,93	0,80	0,84	1,00	0,98	0,92
Rend Máximo	KCl 150	KCl 150	KCl 100	KCl 150	KCl 50	KCl 150	KCl 150	KCl 150

**Cuatro sitios con respuesta significativa. En tres de los cuatro sitios con  $P < 0,05$ , el rendimiento máximo se obtuvo con la dosis de KCl 150.**



## Resultados

### Media de 7 ensayos de dosis de KCl

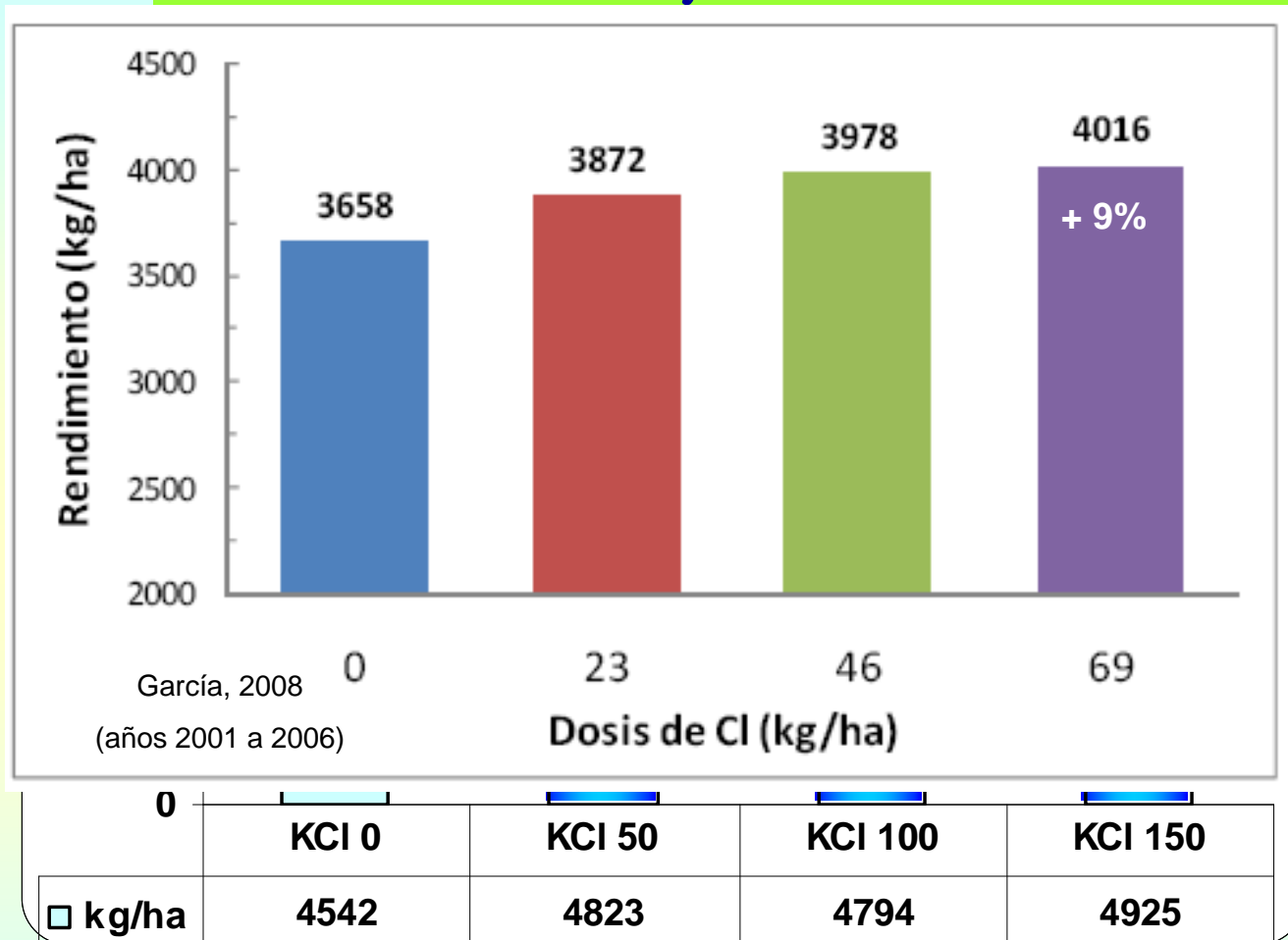


**Incremento medio de un 8 %. Efecto de KCl significativo, sin efecto de dosis.**



## Resultados

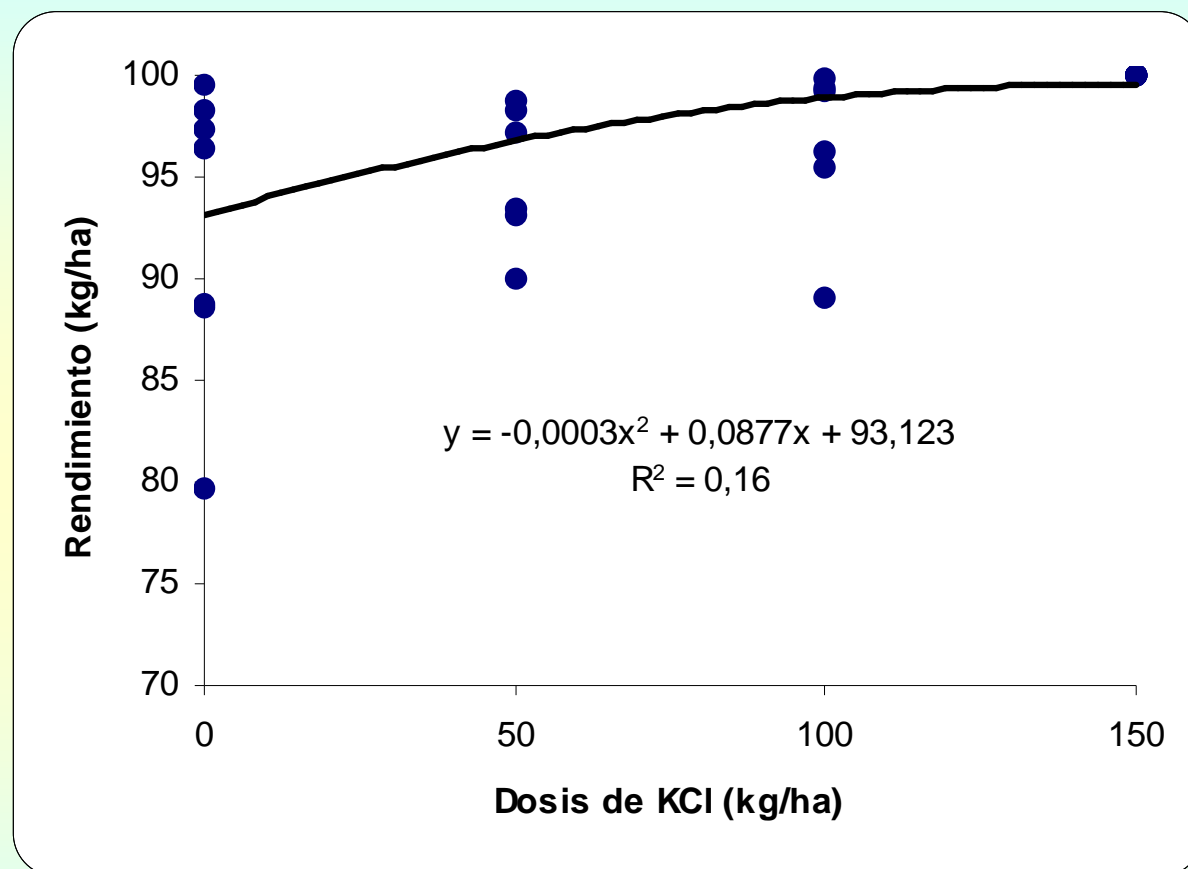
### Media de 7 ensayos de dosis de KCl



**Incremento medio de un 8 %. Efecto de KCl significativo, sin efecto de dosis.**

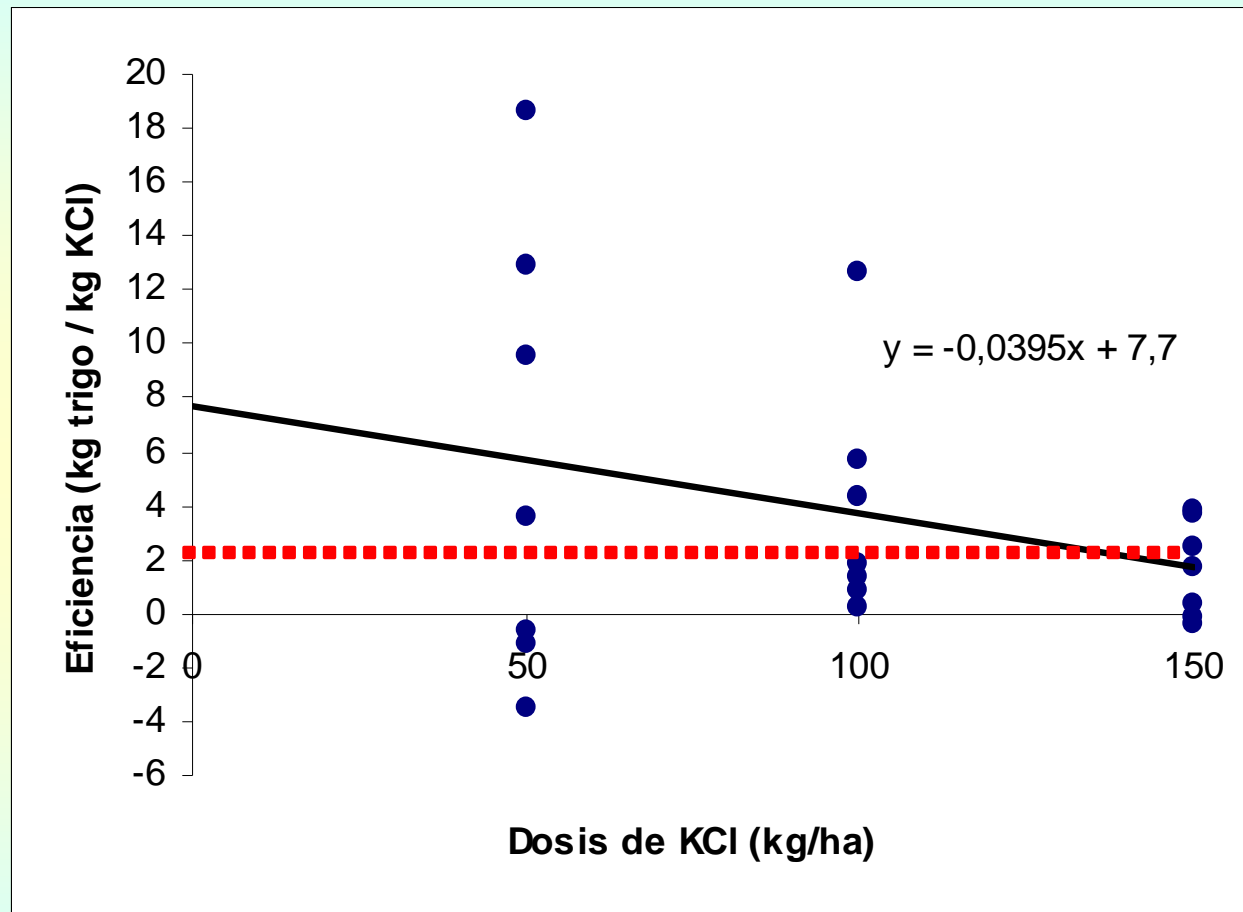


## Relación entre RR y Dosis de KCl Funciones de respuesta

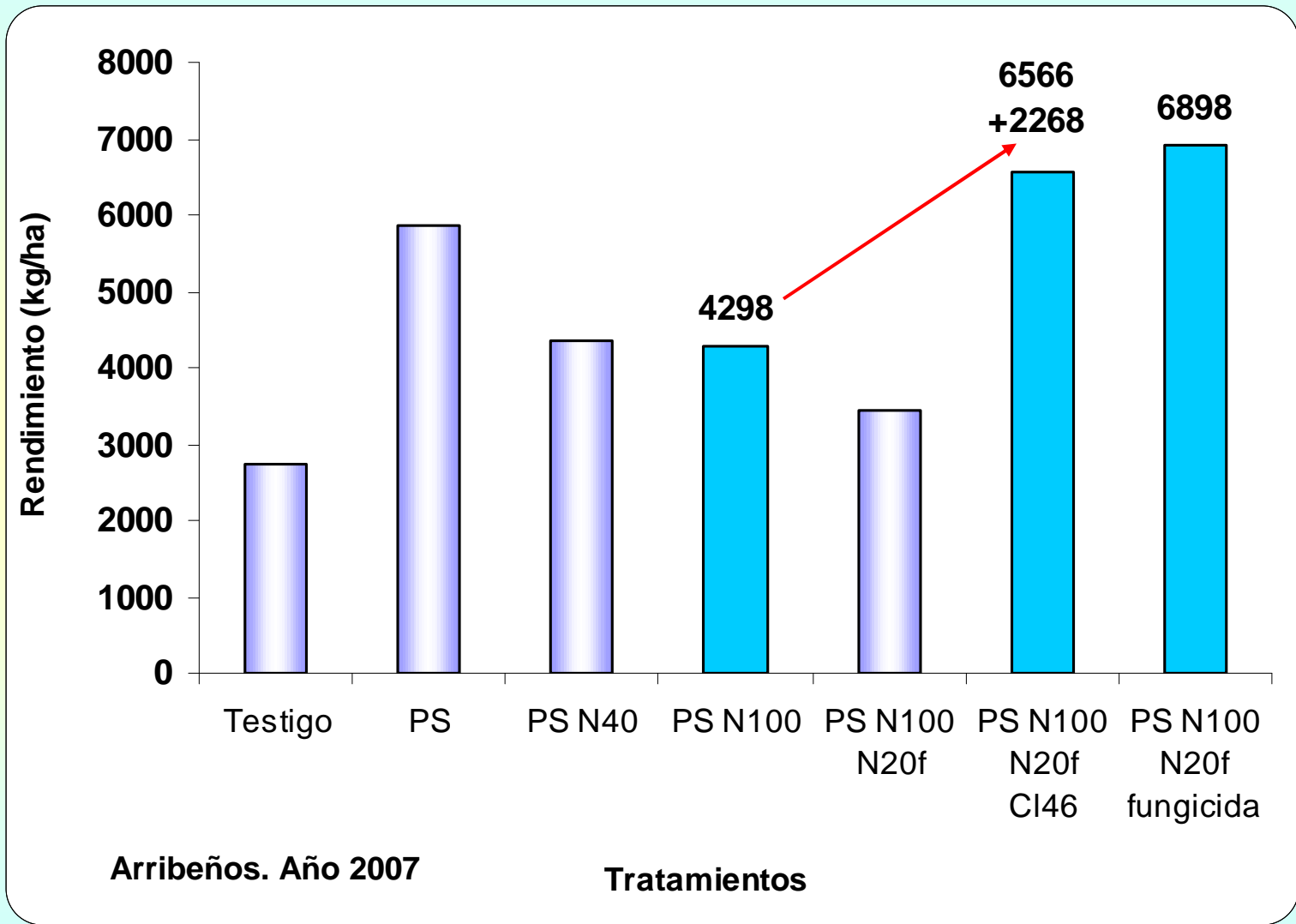


## Relación de eficiencia

**Kg trigo : kg KCl en función de dosis aplicada**



Ensayo extensivo de estrategias de fertilización  
*Arribeños. Suelo Serie Santa Isabel. Variedad Baguette 13P*



Ings. Agrs. Gustavo Ferraris & Lucrecia Couretot  
 Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino

*“Fertilización con cloruros”*  
 Efectos sobre sanidad y rendimientos

*Cultivo de Cebada cervecera*





## Fertilización con cloruros en cebada cervecera

**Diseño: Bloques completos al azar con 4 repeticiones.**

**Tratamientos en arreglo factorial 2x2.**

**Localidad de La Trinidad (General Arenales)**

**Variedad Scarlett. Año 2006.**

**Suelo Serie Rojas (intergrado a Delgado)**

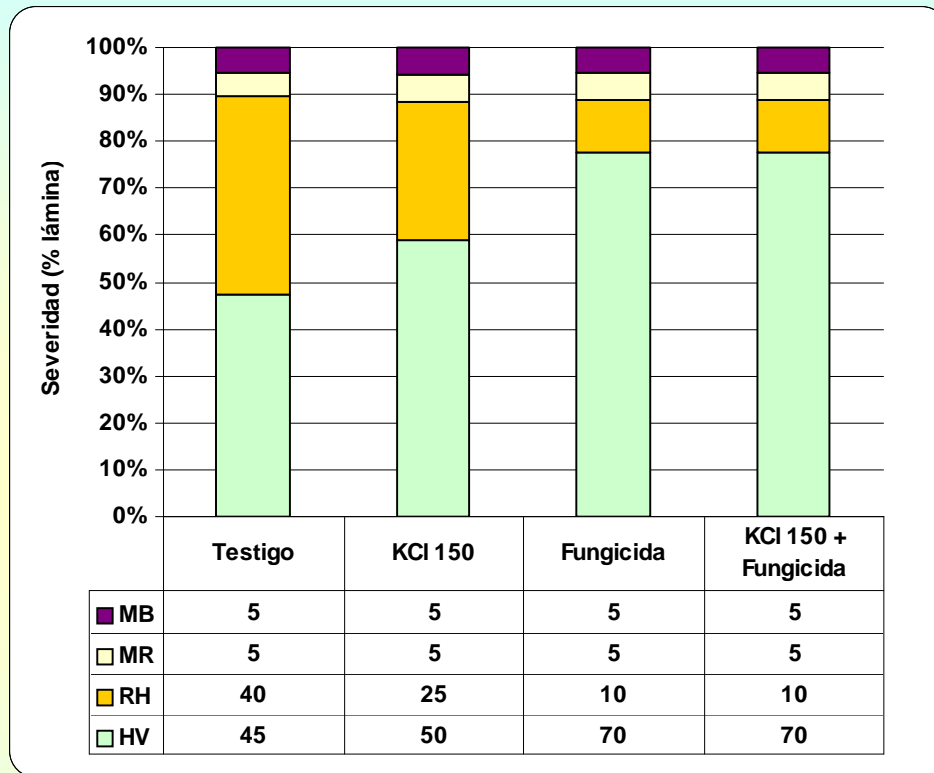
### Tratamientos evaluados

	Tratamientos
T1	Testigo
T2	KCI 150
T3	Fungicida
T4	KCI 150 + Fungicida



# Resultados

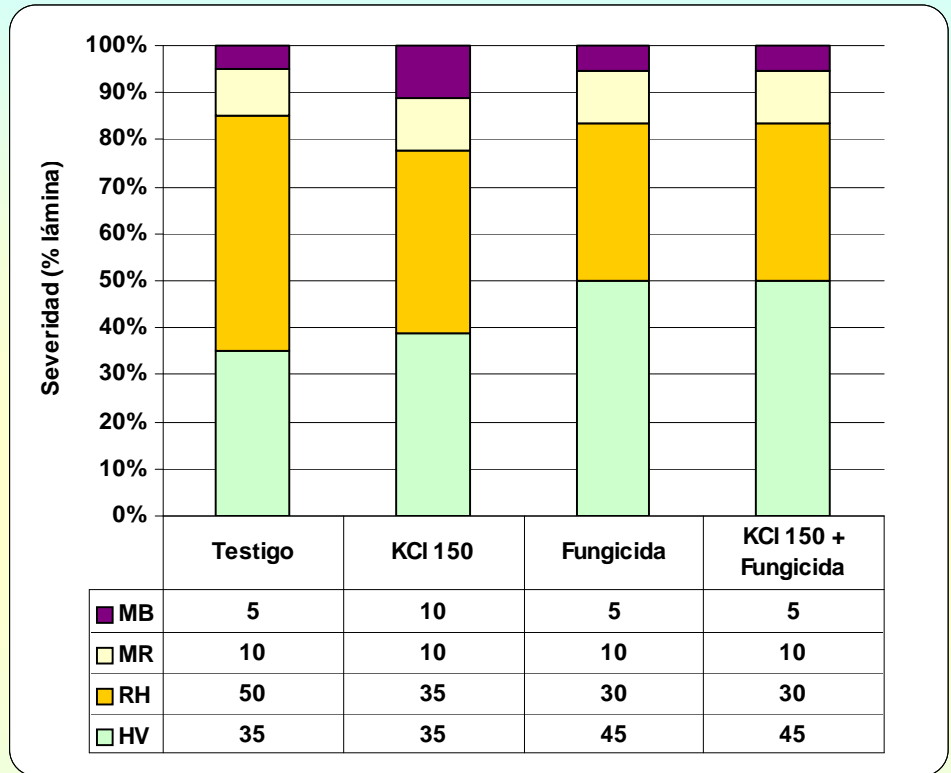
## Evaluación de enfermedades (Severidad)



**Hoja Bandera**

HV= Hoja verde remanente.

MR: Mancha en red (*Dreschlera teres*)



**Hoja Pre-bandera**

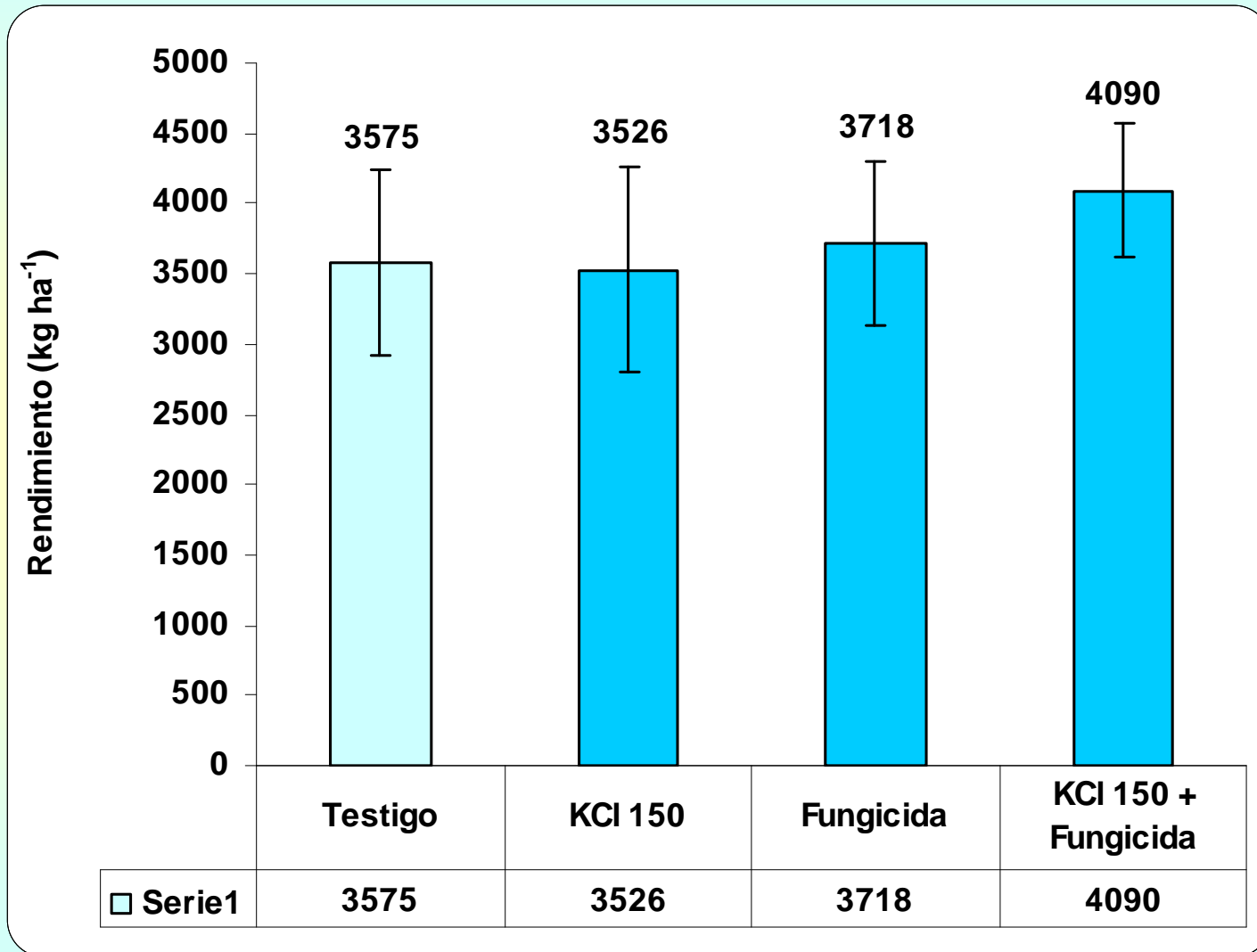
RH: Roya de la Hoja (*Puccinia hordeii*)

MB: Mancha borrosa (*Bipolaris sorokiniana*)

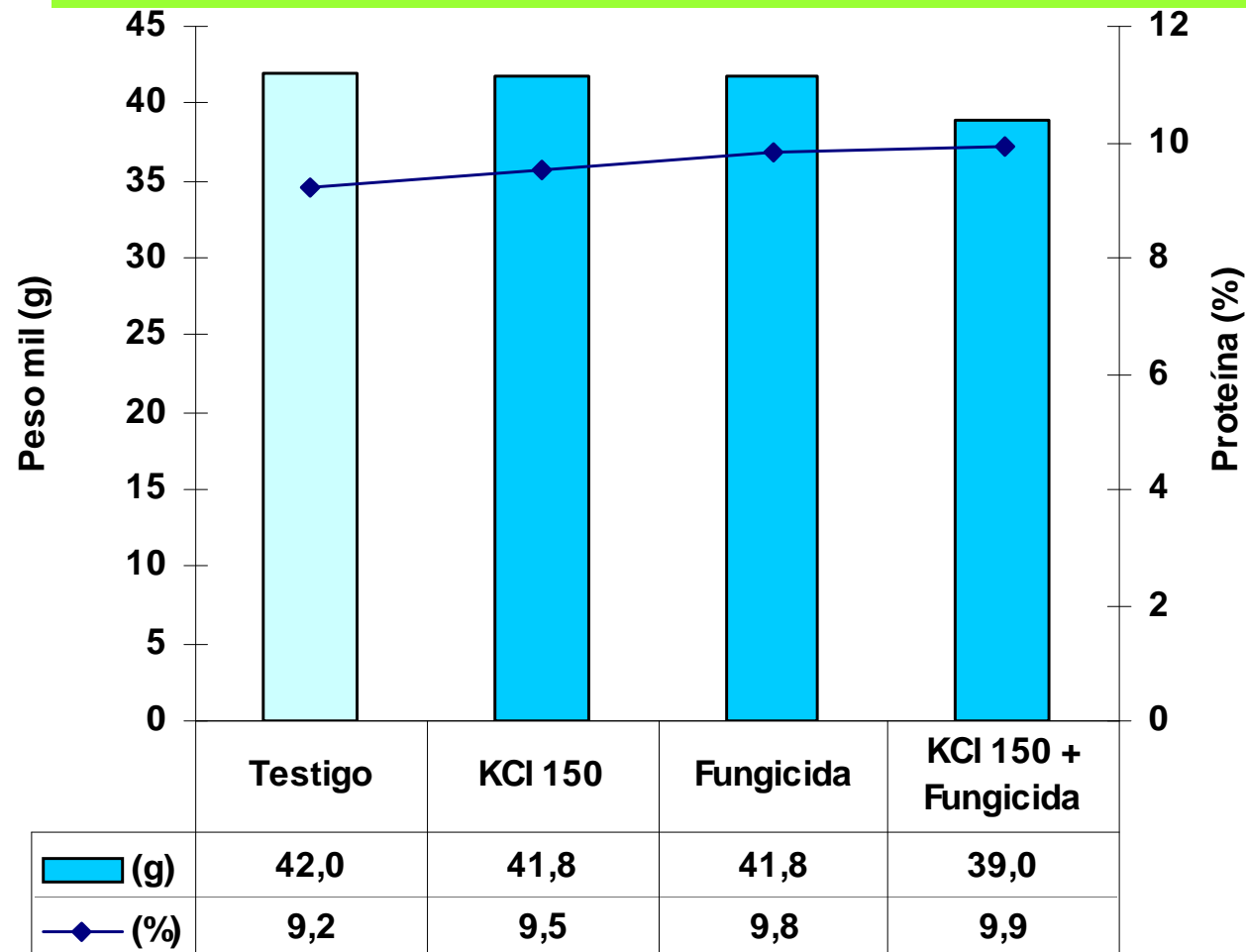


# Resultados

## Rendimiento de los tratamientos



## Resultados Componentes y calidad



**\* Muy importante: las diferencias positivas en los rendimientos no afectaron la calidad comercial.**



Ings. Agrs. Gustavo Ferraris & Lucrecia Couretot  
Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino

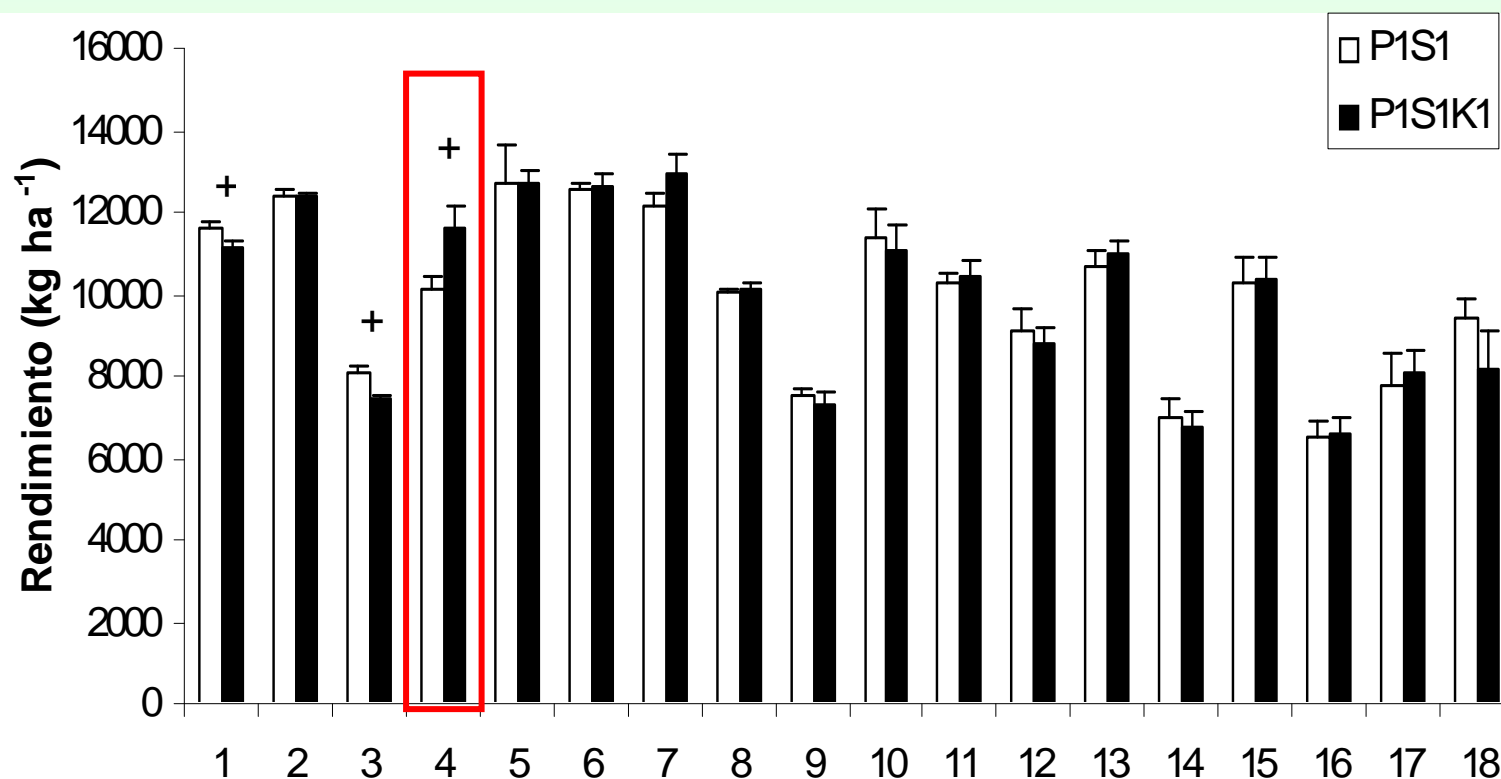
*“Fertilización con cloruros”*  
Efectos sobre sanidad y rendimientos

# *Cultivo de Maíz*



13 12:43 PM

## Fertilización con KCl 200 en la región Pampeana



Exp	K ppm	P<
1	449	0.07
2	507	NS
3	536	0.05
4	566	0.09
5	663	NS
6	692	NS
7	585	NS
8	546	NS
9	585	NS
10	569	NS
11	566	NS
12	663	NS
13	312	NS
14	351	NS
15	468	NS
16	546	NS
17	624	NS
18	546	NS

Salvagiotti et al., 2006

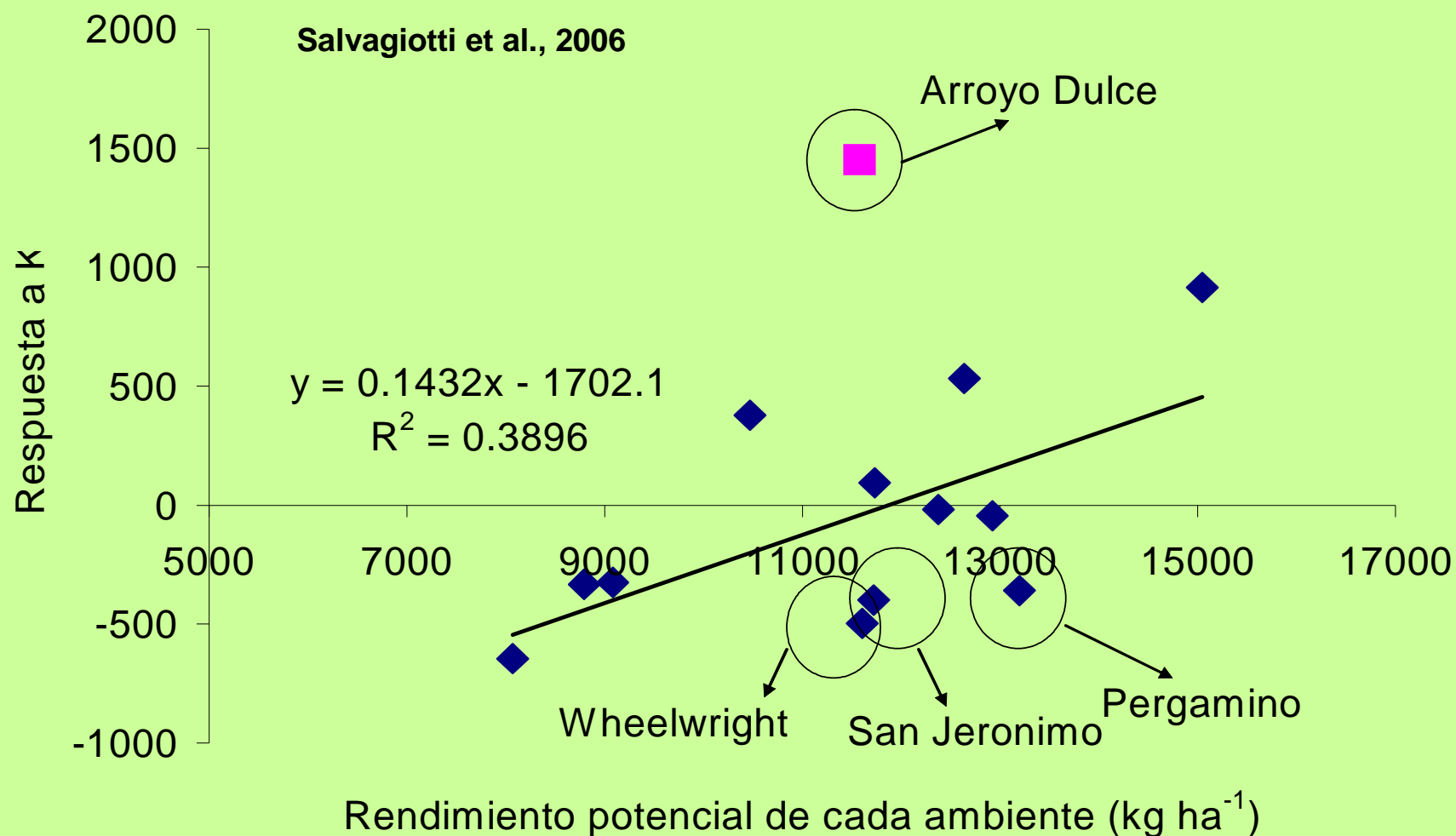


Ings. Agrs. Gustavo Ferraris & Lucrecia Couretot  
Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino

“Fertilización con cloruros”  
Efectos sobre sanidad y rendimientos

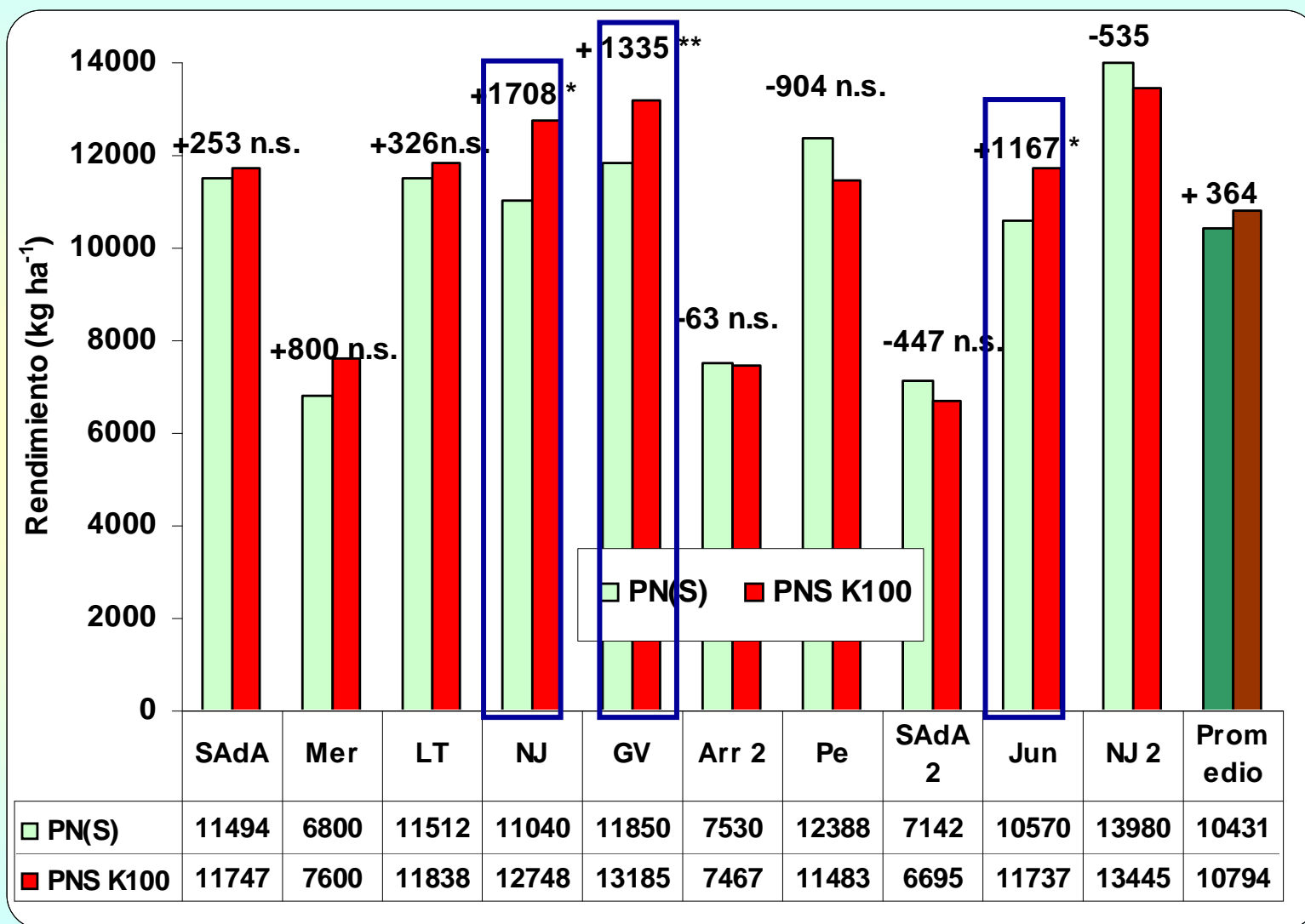
## *Fertilización con KCl 200 en la Región pampeana*

### *Respuesta a altos niveles de productividad?...*



## *Red de fertilización aditiva. Aplicación de KCl 200*

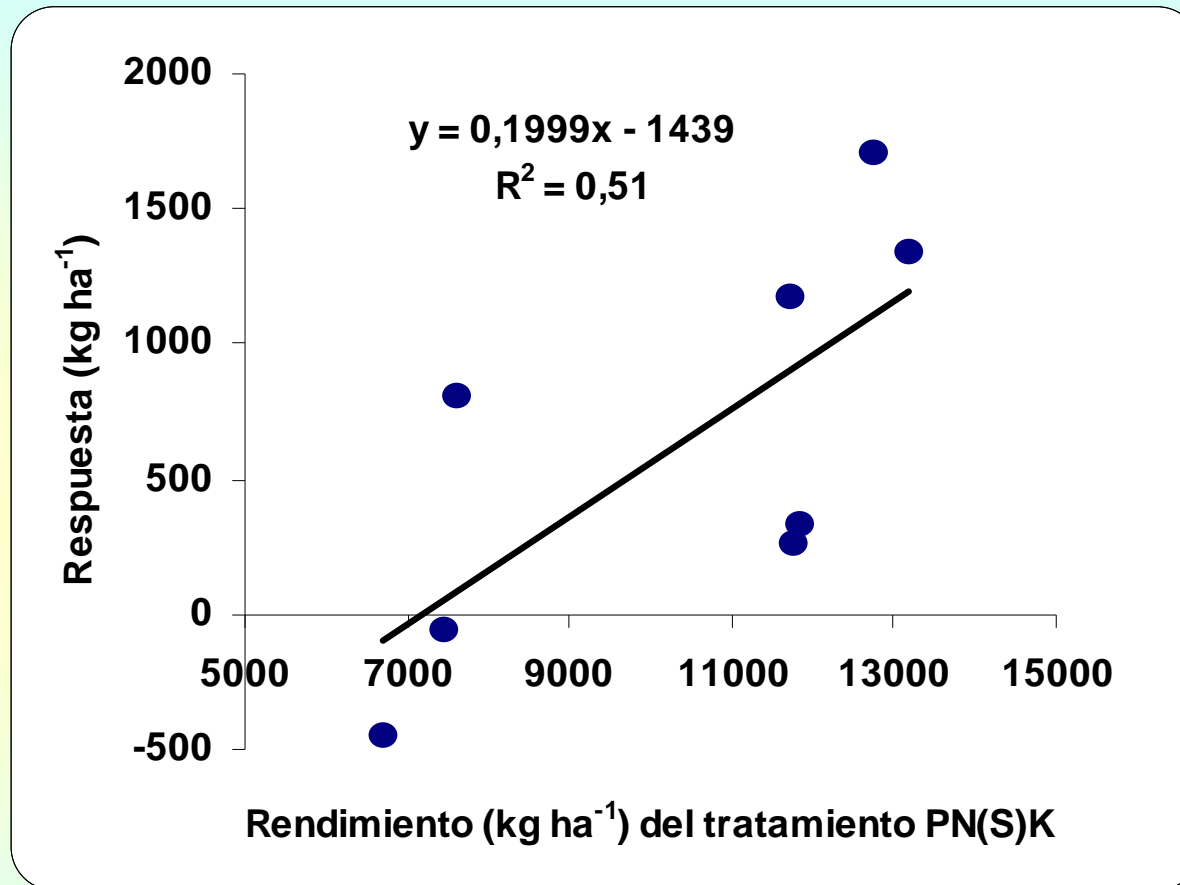
### *Campañas 2006/07 y 2007/08*





## Red de fertilización aditiva.

### K. Respuesta a altos niveles de productividad?...



\* La respuesta se debería a un efecto Potasio, más que a cloruros.

\* Se hipotetiza un desfase entre la demanda y la tasa de liberación de Potasio, en altos niveles de rendimiento.



# *Cultivo de Soja*



## *Uso de cloruro de Potasio en Soja*

**Diseño: Bloques completos al azar con 4 repeticiones.  
Tratamientos en arreglo factorial 2x2.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Producto y dosis</b>
<b>Tratamiento 1</b>	Testigo
<b>Tratamiento 2</b>	150 kg KCl /ha
<b>Tratamiento 3</b>	Fungicida 500 cm <sup>3</sup> /ha
<b>Tratamiento 4</b>	150 kg KCl /ha + Fungicida 500cm <sup>3</sup> /ha

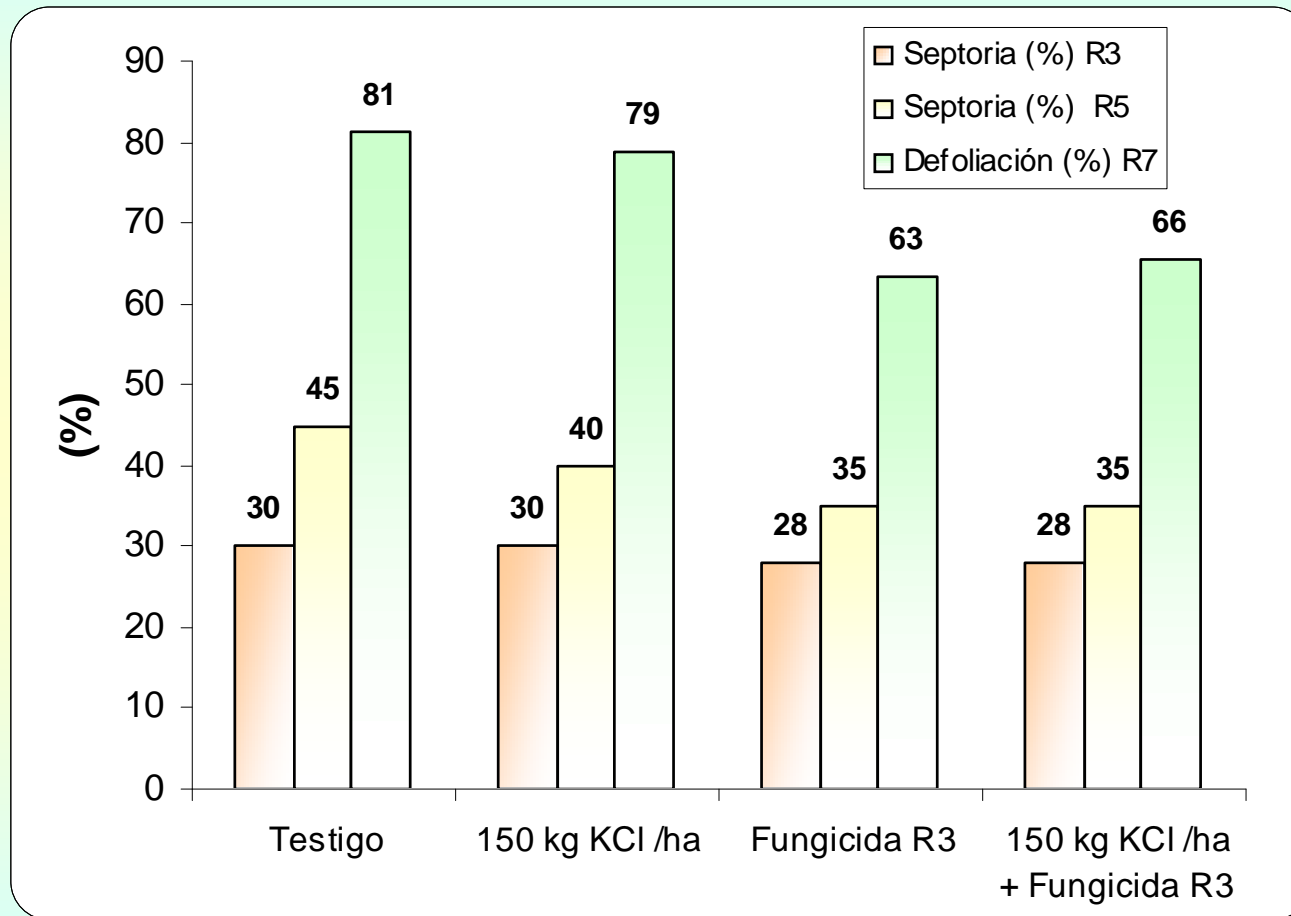
**Pergamino 2006/07.**

**Variedad DM 4200 RR. Buena disponibilidad hídrica. Inoculado y fertilizado con PS**

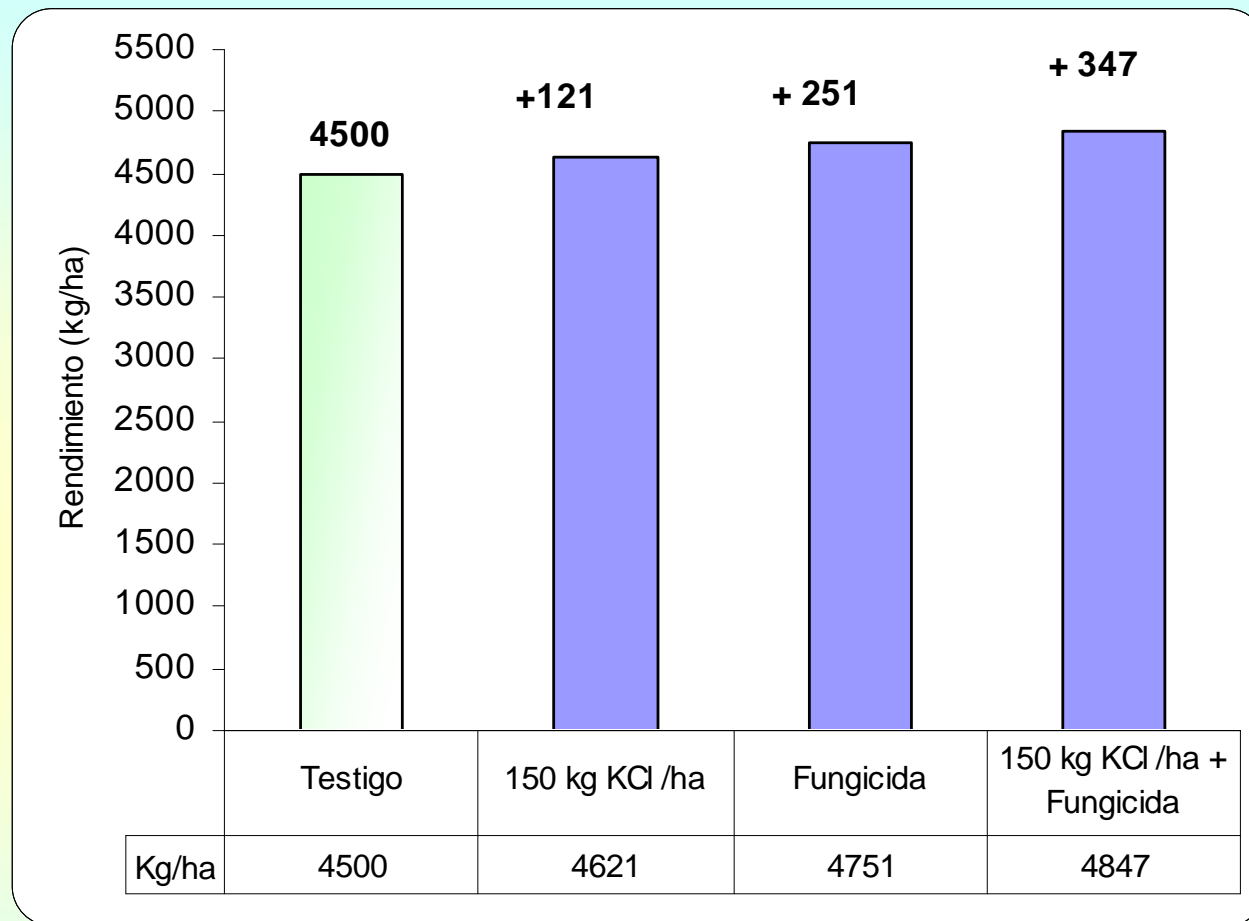


## Uso de cloruro de Potasio en Soja

Evaluaciones de severidad de Mancha marrón en dos estadios R3 - R5 y defoliación, expresado en (%). Pergamino. Campaña 2006/07



## *Rendimientos por uso de KCl en Soja*

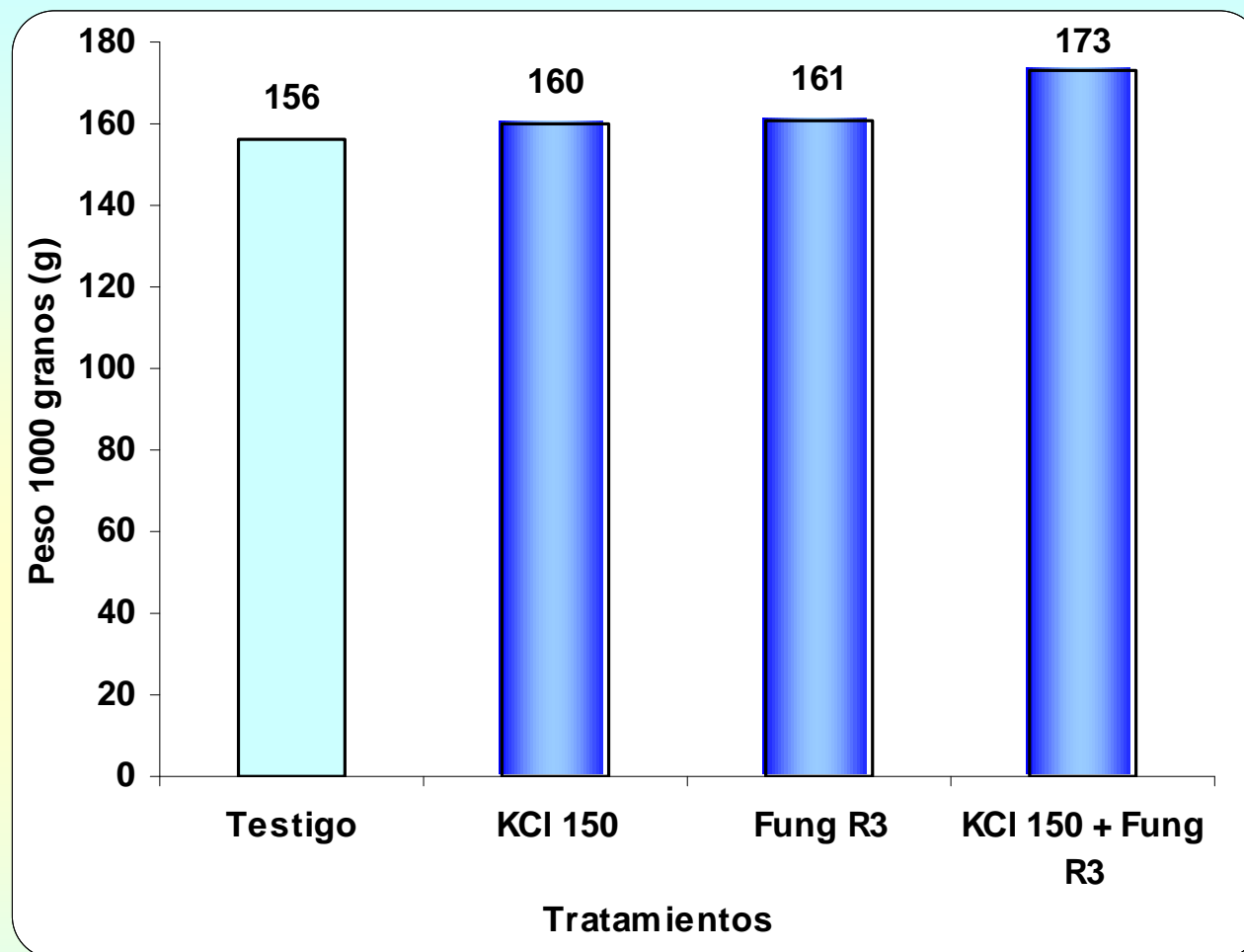


\* Fungicida y KCl disminuyeron la severidad de Sg y su defoliación, incrementaron el PG y provocaron una tendencia positiva n.s. sobre los rendimientos.

\* Con o sin aplicación de fungicidas, el uso de KCl puede realizar un aporte adicional para mejorar la sanidad e incrementar los rendimientos del cultivo



## Componentes del rendimiento involucrados



\* El peso de los granos pareciera ser el principal componente de los rendimientos involucrado.

\* Con o sin aplicación de fungicidas, el uso de KCl puede realizar un aporte adicional para mejorar la sanidad e incrementar los rendimientos del cultivo



## Que aprendimos sobre Cloruros...

- ✓ Se han observado respuestas frecuentes a KCl en todos los cultivos. Por frecuencia y magnitud, los cultivos de mayor respuesta parece ser los cereales de invierno
- ✓ Confiabilidad de los análisis de suelo (umbral crítico 20 ppm en capa superficial, 30 kg ha<sup>-1</sup> 0-60 cm) y de los análisis foliares (0,4 % en planta entera u hoja bandera en Z39).
- ✓ La respuesta es mayor y más consistente en suelos arenosos, ciclos húmedos, cultivos con problemas sanitarios. Se han determinado respuestas sólo en ausencia de fungicidas o independientemente de su utilización. En el primer caso se debería a un efecto sobre la sanidad del cultivo, y en la segunda zona, a efectos sobre la sanidad y el metabolismo nutricional.
- ✓ El Cl<sup>-</sup> es muy soluble y los cultivos recuperan 60 a 70 % del aplicado como fertilizante: Aplicaciones al voleo eficientes, en general a la siembra.
- ✓ En otras regiones del mundo se ha evaluado en aplicaciones al macollaje o foliar, con muy buenos resultados.
- ✓ Fuentes de bajo costo: KCl o NaCl, solo viable KCl.
- ✓ Dosis de aplicación, buenos resultados con 50 kg ha<sup>-1</sup> de KCl, rendimientos máximos con 150 kg ha<sup>-1</sup>.
- ✓ Su utilización es económicamente factible, al menos en trigo y cebada (soja).

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en tres años de investigaciones permiten:

- \* Aceptar parcialmente la hipótesis 1. –existe respuesta a cloruros-
- \* Aceptar parcialmente la hipótesis 2 -mejor comportamiento sanitario- aunque se manifestó más en la supresión de enfermedades que en la interacción KCl \* fungicida sobre los rendimientos.
- \* La hipótesis 3 no pudo ser demostrada. La respuesta estuvo en algunos casos asociada al cultivar, pero no al uso de fungicidas.

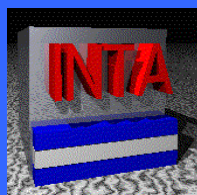






*Muchas Gracias por su atención!...*

**Ing. Agr. (M.Sc.) Gustavo N. Ferraris**



**Desarrollo Rural  
Pergamino**



**Ings. Agrs. Gustavo Ferraris & Lucrecia Couretot**  
**Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino**

*“Fertilización con cloruros”*  
**Efectos sobre sanidad y rendimientos**