



## Proyecto Regional Agrícola Desarrollo Rural INTA PERGAMINO

### ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN ENTRE VARIEDADES Y PRÁCTICAS DE MANEJO DE ENFERMEDADES

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot\*

#### Introducción:

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). Dentro de los aspectos de manejo, una variable que permite incrementar la tolerancia a los patógenos de manera directa o indirecta es la nutrición. De manera general, 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 disminuyendo 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). 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). Si bien estos trabajos no han profundizado en explicar los procesos fisiológicos involucrados, de manera indirecta existe evidencia que permitiría atribuir la respuesta a un mejor comportamiento sanitario. Así por ejemplo, Ferraris y Couretot (2004) evaluando siete cultivares, observaron la mayor respuesta a cloruros en un cultivar susceptible a roya anaranjada (*Puccinia recóndita*) cuando no se utilizaron fungicidas que permitieran controlarla. El objetivo de esta experiencia fue generar información respecto al comportamiento varietal del trigo y su interacción con prácticas de manejo de las enfermedades que lo afectan, incluyendo el control químico y la nutrición, en el norte de la provincia de Buenos Aires.

#### Materiales y métodos:

El ensayo fue realizado en Pergamino, sobre un suelo serie Arroyo Dulce (Argiudol típico), de óptima productividad. La implantación del cultivo se realizó en siembra directa, siendo soja de primera el antecesor. El diseño correspondió al de bloques completos aleatorizados, con dos repeticiones y arreglo factorial de tratamientos. Los factores evaluados se describen a continuación:

##### **Factor 1: Variedades**

PMol: Produsem Molinero

A304: ACA 304

B11: Nidera Baguette 11

B10: Nidera Baguette 10

BMat: Buck Mataco

BGua: Buck Guapo

RTij: Relmó INIA Tijetera

KCap: Klein Capricornio

---

\* Técnicos de Desarrollo Rural INTA Pergamino

## **Factor 2: Manejo de enfermedades**

T: Testigo.

KCl: KCl (100 kg ha<sup>-1</sup>) aplicado a la siembra.

Fhb: Fungicida (Kresoxim-metil 12,5 % + Epoxiconazole 12,5 %) aplicado en estado Zadoks 39 (Hoja bandera expandida).

KCl + Fhb: KCl (100 kg ha<sup>-1</sup>) + Fungicida (Kresoxim-metil 12,5 % + Epoxiconazole 12,5 %) aplicado en estado Zadoks 39 (Hoja bandera expandida).

Fhb + Fa: Fungicida (Kresoxim-metil 12,5 % + Epoxiconazole 12,5 %) aplicado en estado Zadoks 39 (Hoja bandera expandida) + Fungicida (Metconazole 9 %) aplicado en estado Zadoks 65 (Antesis).

Las dosis de aplicación fueron de 0,75 l ha<sup>-1</sup> para Kresoxim-metil + Epoxiconazole y de 1 l ha<sup>-1</sup> en Metconazole. El fertilizante KCl fue aplicado al voleo a la siembra. La fertilización de base consistió en la aplicación de 80 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno, 13 kg ha<sup>-1</sup> de Fósforo y 8,5 kg ha<sup>-1</sup> de Azufre.

Entre las determinaciones efectuadas, se realizó una evaluación de enfermedades (Ing. Lucrecia Couretot) en los estadíos Zadoks 39 y Zadoks 71-75. Se evaluó el rendimiento y sus componentes, número y peso de los granos. La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Para la interpretación de los resultados se realizaron análisis de la varianza, comparaciones de medias y análisis de regresión lineal.

## **Resultados y discusión:**

### **Caracterización edafoclimática del ambiente**

En la localidad de Pergamino, la estación de crecimiento se caracterizó por las bajas precipitaciones en la primera parte del ciclo de cultivo y las excelentes condiciones para el llenado de los granos, con buena insolación y temperaturas moderadas. Las precipitaciones mensuales para el período Junio-Noviembre, en comparación con el registro histórico y el de dos campañas anteriores se presenta en la Tabla 3:

Tabla 1: Precipitaciones mensuales Junio-Noviembre 2004, en comparación con las dos campañas anteriores y las medias históricas. EEA INTA Pergamino.

Meses	Precipitaciones medias 1900-2003 (mm)	Precipitaciones 2002 (mm)	Precipitaciones 2003 (mm)	Precipitaciones 2004 (mm)
Junio	38,5	1,6	8,4	3,7
Julio	36,5	9,0	108,1	22,8
Agosto	40,6	98,8	15,7	62,1
Setiembre	55,0	30,5	19,2	1,5
Octubre	104,9	250,7	37,8	61,7
Noviembre	100,6	138,4	82,4	91,6
<b>Total</b>	<b>376,1</b>	<b>529,0</b>	<b>271,6</b>	<b>243,4</b>

Los excelentes rendimientos alcanzados durante los años 2003 y 2004 demuestran la relativamente baja influencia de las precipitaciones sobre los rendimientos del cultivo, frente a otros factores como luminosidad y temperatura. La relación entre radiación incidente y temperatura media constituye el cociente fototérmico (Andrade et al., 1996; Fisher, 1985). En el año 2004, este cociente fue elevado durante todo el ciclo de cultivo (Figura 1), gracias a la ocurrencia de gran cantidad de días soleados (comparar con año 2002, ciclo húmedo de bajos rendimientos, Tabla 2) y temperaturas moderadas (comparar con año 2003, ciclo seco de rendimientos elevados, Tabla 4 y Figura 1.b). Esto permitió la

obtención de excelentes rendimientos en el área triguera norte de la provincia de Buenos Aires.

Tabla 4: Temperatura máxima y media, radiación solar incidente y cociente fototermal durante el período crítico alrededor de antesis para el año 2004, en comparación con 2002 (bajos rendimientos), y 2003 (altos rendimientos). Se tomó un período de 40 días para cubrir las variaciones de ciclo entre cultivares.

	año 2002	año 2003	año 2004
<b>Período crítico 10 Set - 20 Oct</b>			
T máxima, promedio del período (°C)	23,5	23,9	23,0
T media, promedio del período (°C)	17,0	16,0	14,9
Radiación solar diaria media del período (MJ m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> )	16,2	19,3	19,9
Q (Coeficiente fototérmico) medio del período	1,42	1,94	2,23

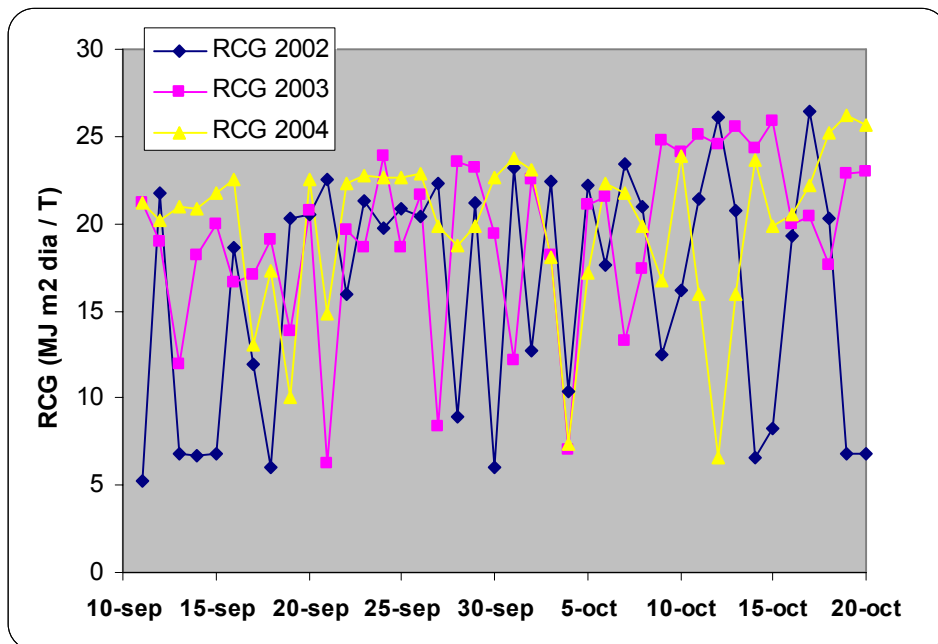


Figura 1.a

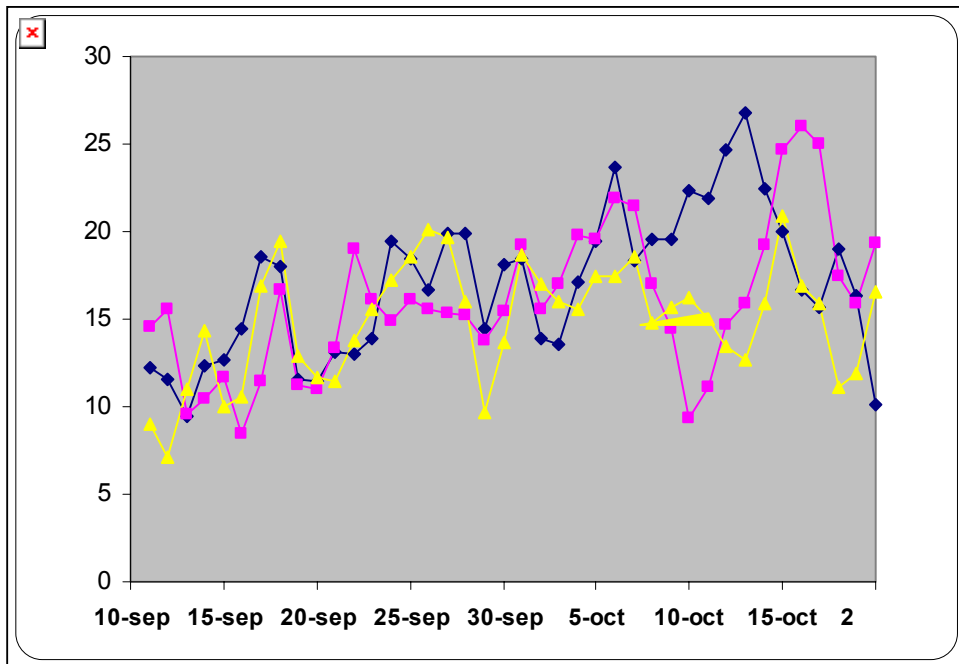


Figura 1.b

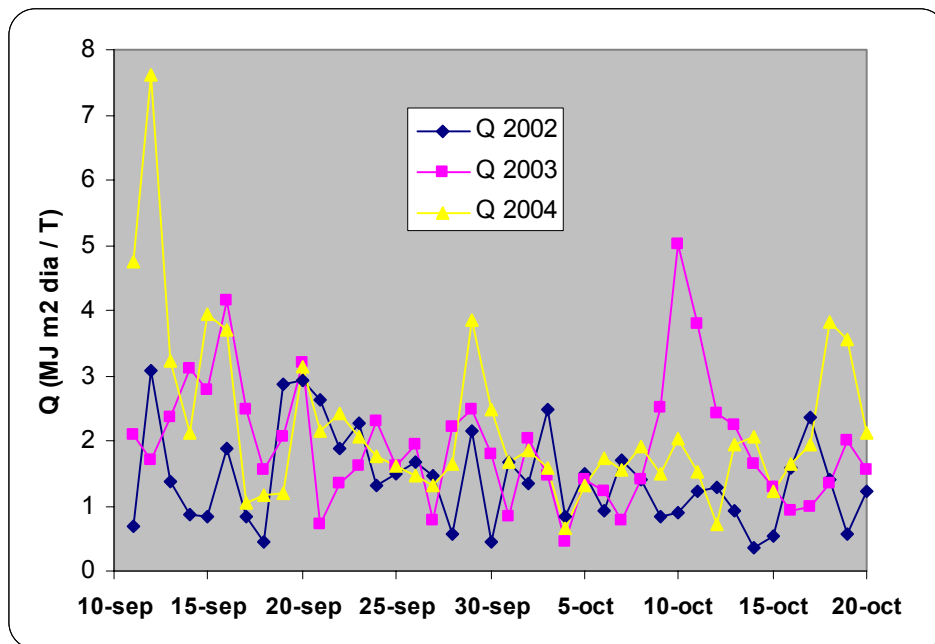


Figura 1.c

Figura 1: Radiación solar media, temperatura media y cociente fototermal diarios durante el período crítico alrededor de anátesis para el año 2004, en comparación con 2002 (bajos rendimientos), y 2003 (altos rendimientos). Se tomó un período crítico de 40 días para cubrir las variaciones de ciclo entre cultivares.

***Incidencia y severidad de enfermedades. Rendimientos de grano***

En el estado Zadoks 39 se realizó una evaluación de enfermedades foliares, que se completó en Zadoks 71-75 con la evaluación de Fusariosis de la espiga. Influenciado por las

condiciones ambientales descritas de un balance hídrico ajustado, bajas temperaturas y ausencia de precipitaciones en el período de susceptibilidad a enfermedades de la espiga, las enfermedades se presentaron con baja severidad, a excepción de Roya anaranjada de la hoja en los cultivares susceptibles.

Tabla 5: Evaluación de enfermedades foliares en hoja bandera expandida (Zadoks 39) y de Fusariosis de la espiga en grano lechoso (Zadoks 71-75). La evaluación se realizó en los tratamientos testigo.

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

Considerando los rendimientos (Tabla 6), se determinaron diferencias significativas entre tratamientos de manejo de enfermedades ( $P=0,028$ ) y entre variedades ( $P=0,000$ ), sin interacción entre ambos factores ( $P=0,479$ , CV= 13,1 %). Las diferencias de rendimiento se asociaron a cambios en el número de granos, y no en el peso de los mismos (Figura 2)

Tabla 6: Rendimiento de grano de los tratamientos evaluados, promedio de dos repeticiones.

Variedad	Manejo enfermedades				
	Testigo	KCl	Fhb	KCl + Fhb	Fhb + Fa
PMol	3300	4356	3722	4067	4222
A304	3689	3767	3667	3867	3467
B11P	3645	3945	3456	4611	4456
B10	2811	3156	3522	3400	3845
BMat	3378	3445	3934	3345	3356
BGua	2145	2611	3245	2745	3033
RTij	2867	2633	3611	3267	3334
KCap	2611	2689	2500	2600	2589

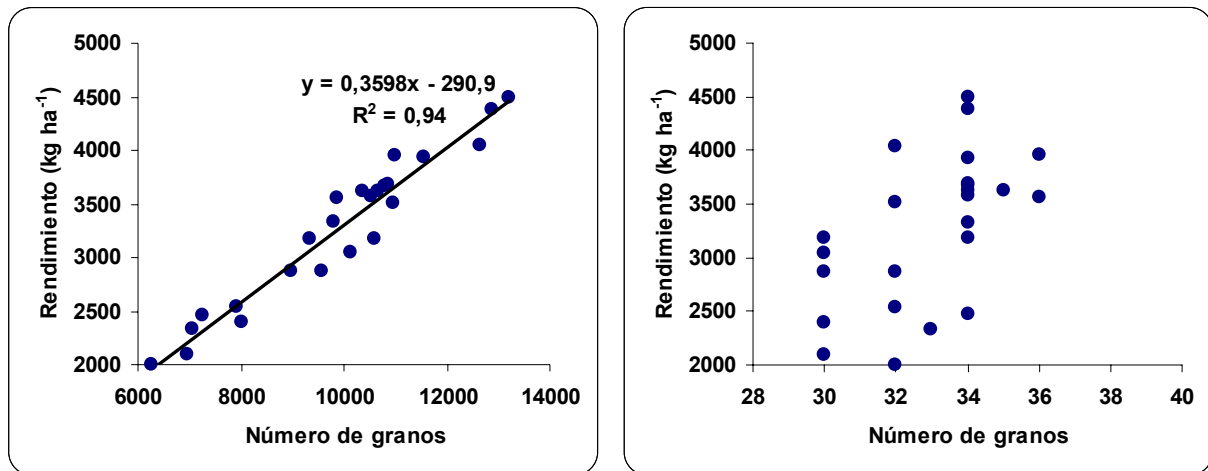


Figura 2: Relación entre el rendimiento y sus componentes, número y peso de los granos.

Dentro de las prácticas de manejo de enfermedades, cuatro tratamientos constituyeron un grupo sin diferencias significativas entre sí. El testigo, con rendimientos inferiores, no integró este grupo (Figura 3). Como ya se ha mencionado, estos resultados se obtuvieron bajo condiciones ambientales poco predisponentes para la aparición de enfermedades. Aún así, se observa que la fertilización con KCl en promedio incrementó los rendimientos en 269 kg ha<sup>-1</sup> cuando no se aplicó fungicida, y esta diferencia disminuyó a 31 kg ha<sup>-1</sup> en presencia del fungicida, sosteniendo la hipótesis de un mejor comportamiento sanitario por agregado de cloruros. Por su parte, las variedades B11P, PMol, y ACA 304 constituyeron el grupo de tratamientos de rendimiento más elevado, encolumnándose luego el resto de las variedades (Figura 4).

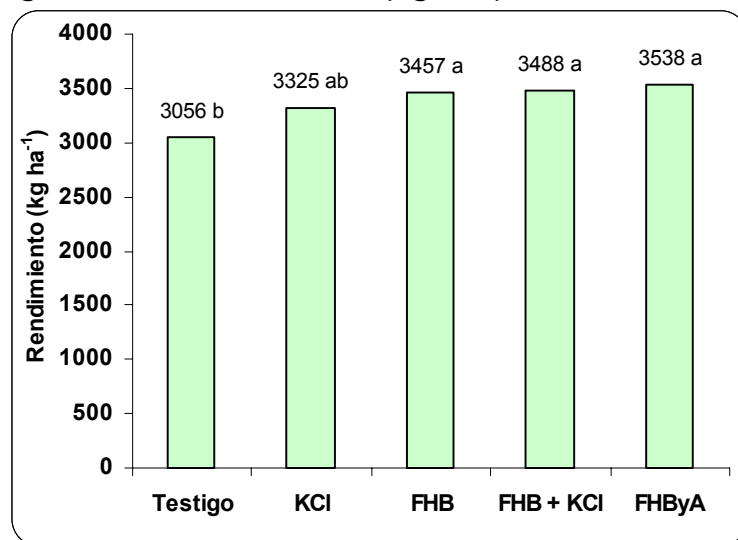


Figura 3: Rendimiento de grano de diferentes tratamientos de manejo de enfermedades. Resultados promedio de ocho variedades y dos repeticiones.

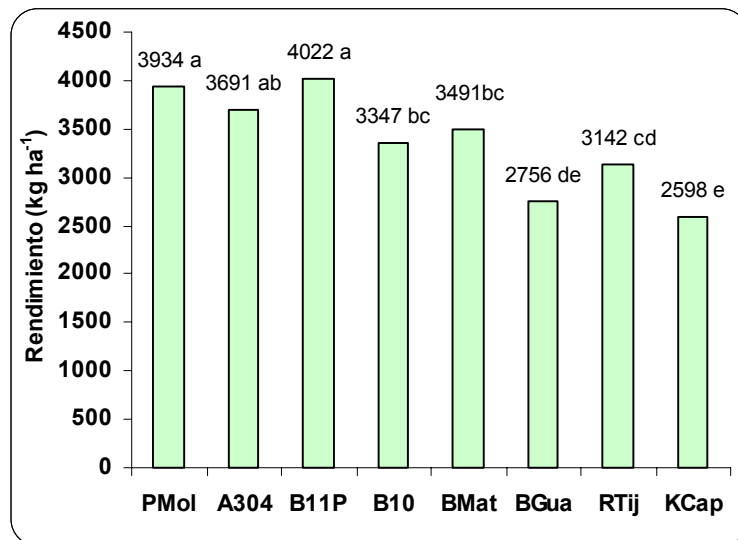


Figura 4: Rendimiento de grano de diferentes variedades de trigo de ciclo largo, promedio de cinco prácticas de manejo y dos repeticiones.

Si bien en términos estadísticos se mencionó la ausencia de interacción variedad x manejo de enfermedades, cuantitativamente la respuesta a la aplicación de KCl y fungicidas difirió entre las variedades (Figuras 5, 6 y 7).

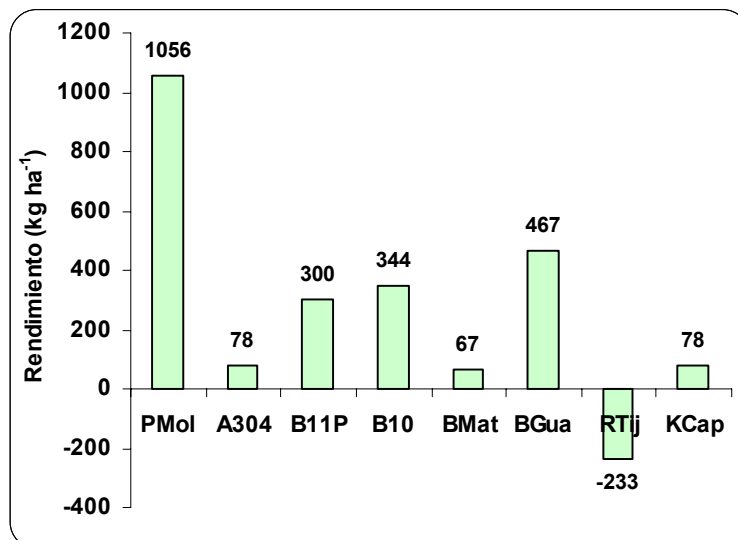


Figura 5: Incrementos de rendimiento por fertilización con KCl en diferentes variedades de trigo. El incremento se calculó como la diferencia entre KCl y Testigo, sin utilización de fungicidas

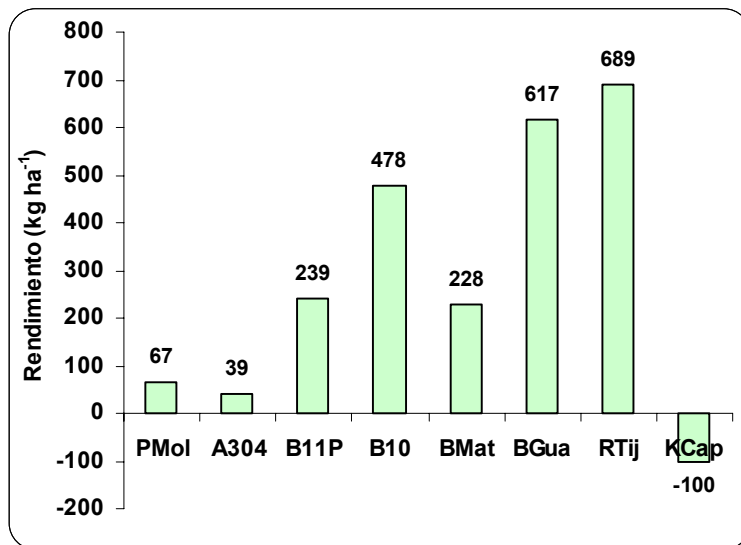


Figura 6: Incrementos de rendimiento por la aplicación de fungicida en el estado de hoja bandera expandida (Zadoks 39) en diferentes variedades de trigo. El incremento se calculó como un promedio de los tratamientos con y sin agregado de KCl.

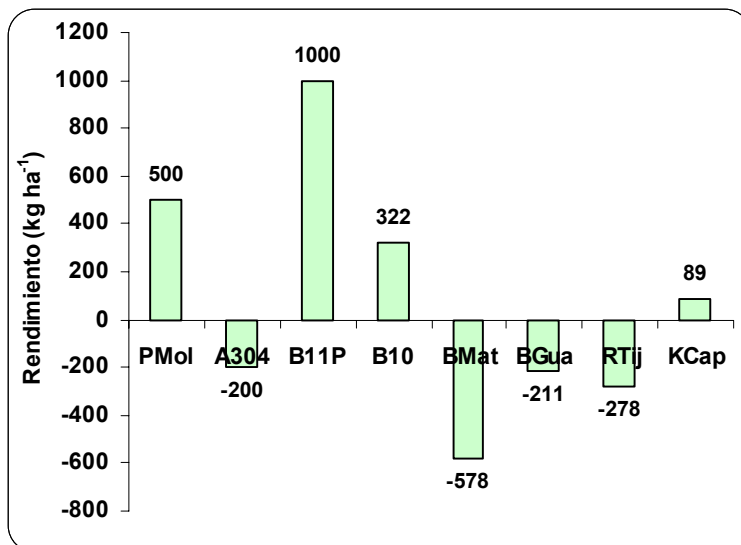


Figura 7: Incrementos de rendimiento por la aplicación de fungicida en el estado de antesis (Zadoks 65) en diferentes variedades de trigo. El incremento se calculó como la diferencia entre los tratamientos con fungicida en hoja bandera y antesis, y aquellos que solo recibieron la aplicación en hoja bandera.

Dentro de las variedades, B10 y B11P mostraron respuesta a KCl y a los fungicidas en ambos momentos de aplicación. La explicación estaría dada en la presencia de Roya anaranjada de la hoja en ambos cultivares. En un trabajo previo, Ferraris y Couretot (2004) determinaron respuesta a KCl y a fungicidas en B10 bajo similares condiciones de producción. También Fixen (1993) en EEUU informó respuesta a cloruros en cultivares susceptibles a Roya. Equivalentes resultados presentó BGua, aunque en este caso sin incrementar los rendimientos por la aplicación de Metconazole en antesis. PMol, BMat y



RTij mostraron un comportamiento variable, y A304 y KCap, variedades de reciente aparición y buen perfil sanitario, expresaron escasa respuesta al uso de fungicidas o KCl.

### Conclusiones:

El cultivo de trigo durante el ciclo 2004/05 se desarrolló bajo condiciones favorables de radiación y temperatura, alcanzando elevados niveles de productividad. Las enfermedades se expresaron con baja severidad a excepción de los cultivares que por su susceptibilidad genética fueron afectados por Roya anaranjada de la hoja (*Puccinia recóndita*). Aún en este contexto, se determinaron diferencias significativas entre estrategias de manejo de enfermedades. Por segundo año consecutivo, la fertilización con KCl y el uso de fungicidas en hoja bandera expandida demostraron ser alternativas para incrementar los rendimientos del cultivo. No sucede lo mismo con el uso de fungicidas en antesis, lo cual estaría más relacionado a las condiciones ambientales.

Dentro de las variedades, B11P, PMol y A304 fueron las de mejor comportamiento. Sin que se haya detectado interacción *variedad x manejo* estadísticamente significativa, los cultivares expresaron variabilidad en la respuesta a diferentes estrategias de manejo. B10, B11P y BGua respondieron a la fertilización y a la aplicación de fungicidas, A304 y KCap, de buena sanidad, no incrementaron sus rendimientos por estas prácticas, y PMol, BMat y R Tij mostraron un comportamiento aleatorio.

### Bibliografía:

- Andrade, F., A. Cirilo, S. Uhart y M. Otegui. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. CERBAS-INTA Balcarce, FCA-UNMP-Dekalb Press. 292p.
- Calzolari, A., O. Polidoro y H. Conta. 1997. La evaluación de la producción de trigo en la EEA Pergamino. Revista de Tecnología Agropecuaria, INTA EEA Pergamino. II (4): 45-48.
- Calzolari, A. y O. Polidoro. 2004. La calidad del trigo en Argentina. Sus características en las diferentes regiones trigueras. Revista de Tecnología Agropecuaria, INTA EEA Pergamino. IX (26): 31-32.
- Carmona, M. (2001) Manual para el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de trigo. Carmona, M. Ed. 32 pp.
- Díaz Zorita, M y G. Duarte. 2002. Avances en trigo con cloruro de potasio. Fertilizar, 26 (VII): 12-13.
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2004. Estudio de la interacción entre variedades y prácticas de manejo de enfermedades. pp 55-56. En: Resumen del simposio de actualización técnica para profesionales "Fertilidad 2004. Fertilidad de Suelos para una agricultura sustentable". INPOFOS, Rosario.
- Fisher, R. 1985. Number of kernel in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. J. Agric. Sci. 105:447-461.
- Fixen, P.E., G.W. Buchenau, R.H. Gelderman, T.E. Schumacher, J.R. Gerwing, F.A. Cholick and B.G. Farber. 1986. Influence of soil and applied chloride on several wheat parameters. Agron. J. 78:736-740.
- Fixen, P.E. 1993. Crop responses to chloride. Advances in Agronomy. 50: 107-150.
- Magrin, G., A. Hall, C. Baldy y M. Grondona. 1993. Spatial and interannual variations in the photothermal quotient: Implications for the potential kernel number of wheat crops in Argentina. Agric. For. Meteorol. 67:29-41.
- Marschner, H.E. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. Academic Press, London/San Diego/New York/Boston/Sydney/Tokyo, 889 p.
- Mc Caig, T. 1997. Temperatura and precipitación effects on durum wheat grown in southern Saskatchewan for fifty years. Canadian Journal of Plant Science. 77 (2): 215-223.
- Melgar, R., M.E. Camozzi y J. Lavandera. 2000. Trigo, los que vienen llegando. Fertilizar, 18 (V): 20-21.
- Melgar, R., M.E. Camozzi, M. Torres Duggan y J. Lavandera. 2001. Enfermedades de Trigo: Más vale prevenir. Fertilizar, 23 (VI): 30-34.

- Slafer, G.; D. Miralles; R. Savin; E. Whitechurch y F González. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en trigo. Pp 99-132. En: E. Satorre; R. Benech Arnold; G. Slafer; E. de la Fuente; D. Miralles; M. Otegui y R. Savín. Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía, UBA. 783p.
- Ventimiglia, L., S. Rillo, H. Carta y P. Richmond. 2003. Evaluación de la fertilización con cloro y potasio sobre el rendimiento de trigo en 9 de Julio. En: Experimentación en campo de productores. Resultados campaña 2002/2003: 53-58. UEEA 9 de Julio, INTA
- Zadoks, J.C., T.T. Chang, and C.F. Konzak. 1974. A decimal code for growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.