



LA ESTANZUELA

Jornada Técnica CULTIVOS DE INVIERNO

ABRIL 2005

Serie Actividades de Difusión N°404

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA

U R U G U A Y

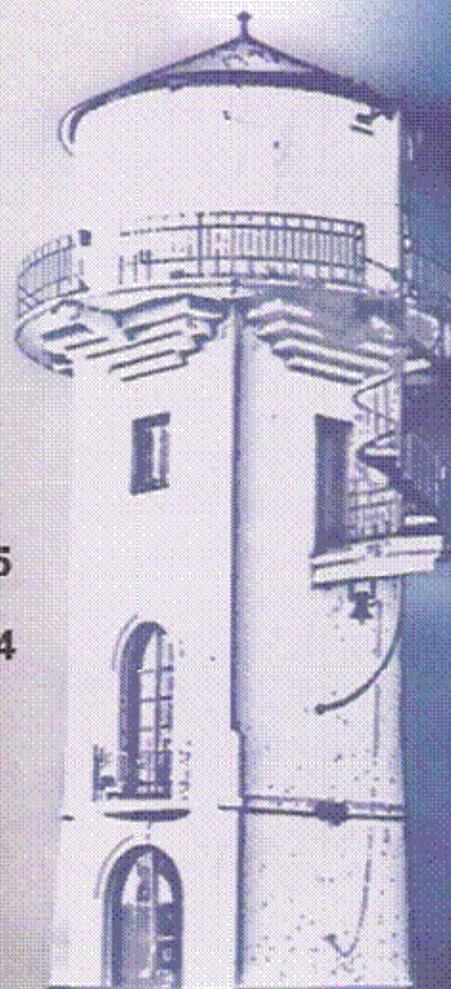


TABLA DE CONTENIDO

	Página
Tolerancia a exceso hídrico: un nuevo objetivo para el Programa de Mejoramiento Genético de cebada	1
<i>Juan E. Díaz, INIA La Estanzuela</i>	
Uso de fungicidas en cebada	5
<i>Silvia Pereyra, INIA La Estanzuela</i>	
Roya de la Hoja y Oidio de Trigo y Cebada	10
<i>Silvia Germán, Martha Díaz, Silvia Pereyra, Marina Castro</i>	
Componentes de la Calidad Industrial del Trigo	22
<i>Daniel Vázquez, INIA La Estanzuela</i>	
Calidad del grano de trigo: Fertilización con N y otros Nutrientes	26
<i>Adriana García Lamothe, INIA La Estanzuela</i>	
Fertilización con N en Trigo bajo siembra directa: Urea vs. fuente de liberación lenta y el efecto de micronutrientes	29
<i>Adriana García Lamothe, INIA La Estanzuela</i>	
Efecto de diferentes estrategias de fertilización sobre el rendimiento y la calidad del trigo en sistemas con siembra directa	38
<i>Adriana García Lamothe, INIA La Estanzuela</i>	
Tecnología para alto rendimiento en Trigo	44
<i>Adriana García Lamothe, Martha Díaz de Ackermann, INIA La Estanzuela</i>	
Cultivares de trigo del INIA: Comportamientos y recomendaciones para la zafra 2005	56
<i>Rubén P. Verges, INIA La Estanzuela</i>	
LE 2303-INIA Tero: Nueva variedad de trigo de ciclo intermedio	73
<i>Rubén P. Verges, INIA La Estanzuela</i>	

Tolerancia a exceso hídrico: un nuevo objetivo para el Programa de Mejoramiento Genético de Cebada

Juan E. Díaz Lago¹

Introducción

Las principales zonas de producción de cereales de invierno del mundo se caracterizan por tener moderada pluviosidad. En estas zonas suelen implementarse medidas de manejo tendientes a conservar el agua para evitar la deficiencia durante los períodos más críticos del desarrollo del cultivo. En Uruguay, en cambio, las precipitaciones invernales superan a la demanda por parte del cultivo. Las frecuentes lluvias de invierno generan condiciones predisponentes para el desarrollo de enfermedades y favorecen el lavado de nitrógeno hacia estratos profundos del perfil del suelo. Los programas de mejoramiento genético de trigo y cebada y la investigación en manejo de cultivos han atendido estas problemáticas en forma sistemática y expresa. El recambio varietal suele responder a cambios en el comportamiento sanitario de los cultivares y las nuevas variedades suelen promoverse por combinar buen rendimiento y calidad industrial acompañado de un nivel de resistencia adecuado a las múltiples enfermedades que atacan los cultivos. Los organismos de investigación destinan importantes recursos a la evaluación de nuevos fungicidas, al estudio de estrategias y momentos de aplicación y a la definición de mejores rotaciones de cultivos que reduzcan el riesgo de que se produzca una epidemia. Simultáneamente, la investigación nacional lleva décadas contribuyendo información y propuestas para un mejor manejo de la fertilización nitrogenada.

Las precipitaciones invernales sumadas a los suelos diferenciados, con un horizonte B pesado y relativamente impermeable, generan condiciones para que se presenten frecuentes excesos hídricos temporarios. La cebada es particularmente sensible al exceso de agua. La incapacidad de crecer y desarrollarse en suelos parcialmente anegados puede apreciarse cuando se siembra cebada en bajos o zonas planas y ocasionalmente el problema puede presentarse en una proporción importante de la chacra, como ocurrió en los años 2001 y 2002. El exceso de agua genera deficiencia de oxígeno a nivel radicular y este stress abiótico se traduce en menor número de espigas producto de un limitado macollaje y un menor número de granos por espiga. La importancia relativa de los diferentes componentes de rendimiento dependerá del momento en que ocurra el exceso hídrico en el ciclo del cultivo.

En ensayos sembrados en suelos degradados, con problemas de drenaje o en posiciones topográficamente planas, suelen registrarse bajos rendimientos de grano y parcelas total o parcialmente “perdidas” por problemas de implantación o mal desarrollo, como consecuencia de la ocurrencia de excesos hídricos. El programa de mejoramiento genético de cebada y la evaluación oficial evitan sembrar en estas situaciones para controlar el error experimental. La ausencia de ensayos bajo condiciones de exceso hídrico y la particular susceptibilidad de la cebada al anegamiento estimula la formulación de las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es el nivel de tolerancia a exceso hídrico de los cultivares comerciales?
- ¿Es posible mejorar el nivel de tolerancia con el germoplasma que dispone el programa de mejoramiento genético o es necesario introducir cultivares o líneas experimentales del extranjero?
- ¿Cómo se mide la tolerancia a exceso hídrico?
- ¿Cuál es el error experimental asociado a la evaluación de esta variable?
- ¿Las diferencias observadas en un ambiente se aprecian en otros ambientes afectados por exceso hídrico?
- ¿Qué importancia le asignamos a la tolerancia a exceso hídrico a la hora de seleccionar y promover nuevas líneas experimentales?
- ¿Una mayor tolerancia a exceso hídrico se asocia a problemas con aspectos de calidad industrial?

Para comenzar a contestar estas preguntas el programa de mejoramiento sembró en el 2004 un ensayo en un área con acceso a agua de riego. Sin embargo, el fenómeno fue más notorio en los ensayos para rendimiento. Los ensayos sembrados en La Estanzuela y en Dolores con siembra directa permitieron evaluar la tolerancia a exceso hídrico con inesperada precisión. En esta oportunidad el exceso hídrico se produjo en el período vegetativo y la variable elegida para evaluar la tolerancia a exceso hídrico fue el

¹ Ing. Agr., Ph.D., Responsable del Proyecto Mejoramiento Genético de Cebada Cervecera, INIA La Estanzuela. E-mail: jdiaz@le.inia.org.uy

amarillamiento de hojas. La literatura internacional señala a este indicador como el más aconsejable. El amarillamiento de hojas se evaluó por apreciación visual usando una escala de 0-5, donde valores de 0 y 1 indican ausencia de amarillamiento. A continuación se presentan algunos resultados de estas primeras evaluaciones de la tolerancia a exceso hídrico.

Resultados y Discusión

El ensayo sembrado a los efectos de evaluar la tolerancia a exceso hídrico de los 90 cultivares y líneas experimentales que componen el Ensayo Final del programa de mejoramiento, se regó en numerosas oportunidades para favorecer la ocurrencia de excesos hídricos. Sin embargo, las diferencias entre cultivares fueron más notorias en los ensayos que se habían sembrado para evaluar rendimiento y calidad. Estos ensayos fueron sembrados con siembra directa sobre situaciones que habían sido laboreadas en la primavera anterior. El cuadro 1 resume el valor promedio observado para los cultivares comerciales y algunas líneas experimentales.

Cuadro 1. Indicador de tolerancia a exceso hídrico promedio de tres ensayos con tres repeticiones. Escala 0-5 (MDS: 0,6 p=0,05)

Variedad o Cruza	EH
Defra / CLE 193	1.7
Defra / CLE 193	1.8
Defra / CLE 187	1.8
Defra / CLE 187	1.9
Defra / CLE 193	1.9
Defra / CLE 187	1.9
Defra / CLE 187	1.9
CLE 187 / CLE 170	2.0
Defra / CLE 193	2.1
E. Quebracho / Perun	2.1
INIA Ceibo	2.2
CLE 232	2.5
CLE 233	2.7
Q. Ayelén	2.7
N. Daymán	2.8
MUSA 016	2.9
PI 355447 /5* Bowman // ND 13111	2.9
Perun	2.9
MUSA 936	2.9
Shyri // ND 11177 / ND 11465 /3/ ND 15403	3.1
Clipper	3.1
N. Carumbé	3.2
E. Quebracho	3.2
PI 355447 /5* Bowman // ND 13111	3.2
ND 13296 // ND 14550 / ND 14822 /3/ ND 161	3.2
Shyri // ND 11177 / ND 11465 /3/ ND 15403	3.3
ND 13296 // ND 14550 / ND 14822 /3/ ND 161	3.3

En el cuadro 1 se aprecia que los cultivares comerciales tuvieron una tolerancia intermedia. Los peores registros correspondieron a E. Quebracho, N. Carumbé y Clipper. El cuadro también ilustra que existen cruza con niveles destacados de tolerancia a exceso hídrico (Defra / CLE 193 y Defra / CLE 187).

En el otro extremo se encuentran líneas experimentales derivadas de cruzas introducidas de Dakota del Norte.

La información recabada en los tres ambientes permitió hacer estimaciones de heredabilidad para la variable y comparar esta con la observada para variables conocidas. El gráfico 1 presenta la heredabilidad estimada para cinco variables: rendimiento de grano, resistencia a vuelco, tolerancia a exceso hídrico, altura de planta y ciclo a espigazón.

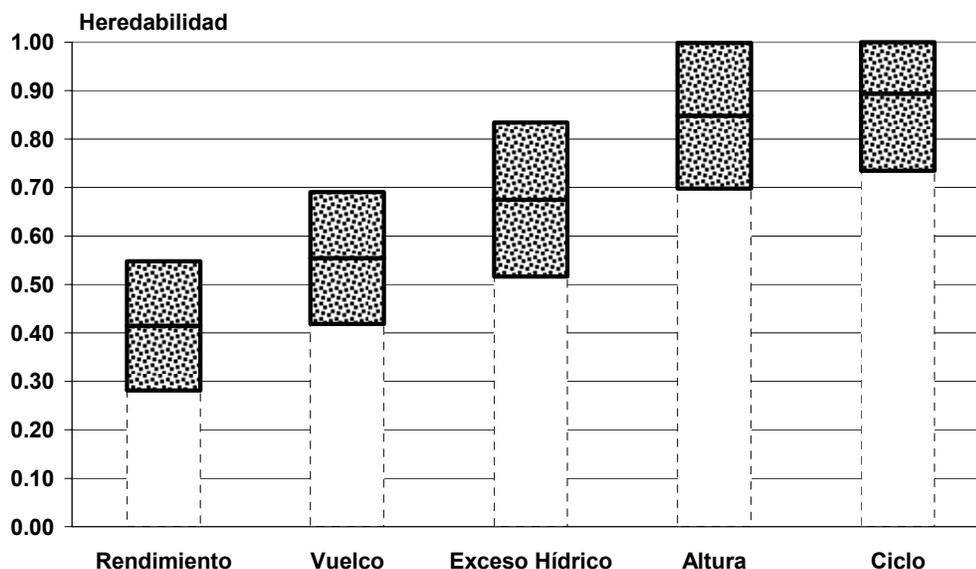


Gráfico 1. Heredabilidad estimada para rendimiento de grano, resistencia a vuelco, tolerancia a exceso hídrico, altura de planta y ciclo a espigazón. La heredabilidad presentada corresponde a la esperada cuando se evalúa la variable en tres ambientes con tres repeticiones. El gráfico presenta el valor de heredabilidad estimada +/- 1 desvío estándar.

Esta primera estimación de la heredabilidad de la variable tolerancia a exceso hídrico indica que es relativamente fácil de evaluar y que hay oportunidad de hacer progreso genético con el material disponible en el programa de mejoramiento.

El gráfico 2 resume la relación observada entre el valor observado de tolerancia a exceso hídrico y el rendimiento de grano por hectárea en uno de los ambientes (Ensayo Estanduela Época 2). Las repeticiones 2 y 3 de este ensayo fueron protegidas con dos aplicaciones de fungicida para controlar una epidemia de roya de la hoja (agente causal *Puccinia hordei*). El uso de fungicida permite visualizar mejor la relación que existe entre el nivel de tolerancia a exceso hídrico y el rendimiento de grano cosechado.

El coeficiente de determinación indica que un 23 % de la variación en rendimiento de grano observada en las repeticiones 2 y 3 del ensayo Estanduela 2 puede ser atribuida a las diferencias observadas en tolerancia a exceso hídrico. Por otra parte, la regresión lineal indica que por cada punto adicional en la escala de tolerancia a exceso hídrico el rendimiento de grano se redujo en 543 kg/ha.

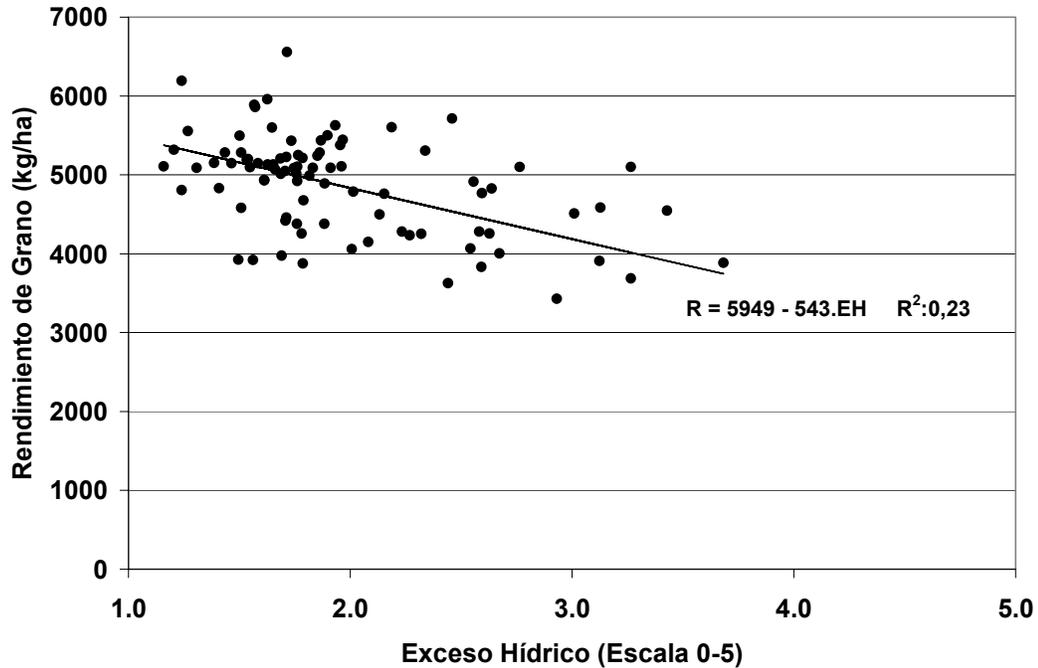


Gráfico 2. Rendimiento de grano (kg/ha) en función de la tolerancia a exceso hídrico evaluada como amarillamiento de hojas usando una escala 0-5. Datos correspondientes a las repeticiones 2 y 3 del ensayo Estanzuela Época 2.

Conclusiones Preliminares

- La evaluación del amarillamiento de hojas basales como indicador de la tolerancia a exceso hídrico parecería ser consistente entre repeticiones y ambientes.
- Los valores de heredabilidad confirman que la variable es relativamente fácil de evaluar y que hay oportunidad de hacer progreso genético con el material disponible en el programa de mejoramiento.
- Los cultivares comerciales tienen en principio una tolerancia intermedia, correspondiendo los peores registros a E. Quebracho, N. Carumbé y Clipper.
- Los resultados encontrados indicarían que en las etapas más avanzadas del programa de mejoramiento genético existen cruzas con niveles destacados de tolerancia a exceso hídrico (Defra / CLE 193 y Defra / CLE 187).
- Las evaluaciones realizadas sugieren que un conjunto de líneas experimentales derivadas de cruzas introducidas de Dakota del Norte podrían tener niveles bajos de tolerancia a exceso hídrico.
- Para usar esta variable como uno de los criterios de selección se requiere mayor información sobre la importancia relativa de poseer niveles elevados de tolerancia a exceso hídrico y sobre las eventuales consecuencias que esta característica pueda tener sobre la calidad industrial.

Uso de fungicidas en cebada

Silvia Pereyra¹

Introducción

Las enfermedades en cebada son una de las limitantes principales para obtener rendimientos y calidad de grano adecuados en nuestro país. La magnitud de estas pérdidas es función de la enfermedad presente, del momento en el ciclo del cultivo en que la misma se establece, de la susceptibilidad del cultivar y de las condiciones ambientales imperantes.

Las **manchas foliares** (mancha en red causada por *Drechslera teres* f. sp. *teres*, mancha borrosa causada por *Bipolaris sorokiniana* y escaldadura causada por *Rynchosporium secalis*), la **roya de la hoja** (causada por *Puccinia hordei*), el **oídio** (causada por *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) y la **fusariosis de la espiga** (causada principalmente por *Fusarium graminearum* y *F. poae*) son las enfermedades más importantes en términos de frecuencia de ocurrencia, niveles epidémicos y daños que ocasionan.

Es posible minimizar los riesgos de que las enfermedades alcancen niveles capaces de disminuir rendimientos y calidad de grano sólo con el uso combinado de las herramientas de manejo disponibles: desde la elección de la chacra y cultivar a sembrar, sanidad de la semilla a utilizar, fecha de siembra, y eventualmente la aplicación de fungicidas. Por lo tanto, la decisión de la aplicación de fungicidas estará ligada a situaciones en que alguna(s) de las demás medida(s) de control es (son) deficiente(s).

El objetivo de esta presentación es brindar información que asista a una decisión económica y racional de aplicar fungicidas en cebada.

Importancia económica de las enfermedades

Las pérdidas en el rendimiento de grano causadas por las manchas foliares y la roya de la hoja han sido estimadas en el rango de 10 a 33% y 17 a 25%, respectivamente. Estas enfermedades afectan además en forma significativa la calidad física del grano (ver el detalle por enfermedad en el Cuadro 1). Las pérdidas ocasionadas por la fusariosis de la espiga en cebada en el país han sido estimadas hasta en 14% en rendimiento de grano (Cuadro 1). Aún cuando son reducciones de rendimiento menores a las causadas por las enfermedades foliares, se debe tener en cuenta que la característica sobresaliente de esta enfermedad es que los hongos que la causan (las distintas especies de *Fusarium*) pueden producir distintas toxinas nocivas para la salud humana y animal.

A nivel nacional no se han determinado pérdidas causadas por oídio, sin embargo en la literatura se citan disminuciones promedio de 10% en rendimiento de grano y hasta superiores a 30% en países donde esta enfermedad es endémica (Czembor y Czembor, 2002).

Cuadro 1. Estimaciones de pérdidas porcentuales en rendimiento, peso y tamaño de grano causadas por las principales enfermedades de cebada en Uruguay

Enfermedad	Rendimiento en grano (%)	Peso de grano (%)	Clasificación de 1 ^a +2 ^a (%)
Mancha en red ^a	13-33	11-15	7-37
Escaldadura ^b	10-30	3-16	5-35
Mancha borrosa ^c	7-30*	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
Roya de hoja ^a	17-25	9-15	3-25
Fusariosis de espiga ^d	13-14	-	-

Datos obtenidos en INIA La Estanzuela en ^a 1991-1995, ^b 1994-1996, ^c 2003-2004 y ^d 2002 (dos cultivares)

* Pérdidas principalmente por quebrado de caña ocasionado por mancha borrosa

n.s.: no significativas

Las funciones de pérdidas en rendimiento para mancha en red, escaldadura, roya de la hoja, y preliminarmente para mancha borrosa que se han determinado en nuestras condiciones pueden ser tomadas como una referencia al momento de decidir la aplicación de fungicidas (Cuadro 2)

¹ Ing. Agr. M. Sc. Protección Vegetal, INIA La Estanzuela. E-mail: spereyra@le.inia.org.uy

Cuadro 2. Funciones de pérdidas de rendimiento en grano para mancha en red, escaldadura, roya de la hoja y mancha borrosa

Enfermedad	Estado vegetativo del cultivo	Función
Mancha en Red	2-3 nudos a Espigazón	$Y = 100 - 1.10 S$
	Espigazón a grano lechoso	$Y = 100 - 0.39 S$
Escaldadura	2-3 nudos a Espigazón	$Y = 100 - 1.42 S$
Roya de la hoja	2-3 nudos a Espigazón	$Y = 100 - 2.90 S$
	Espigazón a grano lechoso	$Y = 100 - 0.57 S$
Mancha Borrosa	Principio espigazón a grano lechoso	$Y = 100 - 0.20 I^x$

Y : porcentaje del rendimiento esperado

S : severidad (área foliar afectada) de la enfermedad (%)

I : incidencia (hojas afectadas en el total de hojas evaluadas) de la enfermedad (%)

Aspectos a considerar al decidir la aplicación de fungicidas

El criterio para determinar el momento de aplicación es dinámico y debe estar basado en los siguientes puntos:

1. Comportamiento sanitario del cultivar

Conocer el comportamiento sanitario del cultivar a sembrar es fundamental para su manejo. Esta información (Cuadro 3) está disponible antes de cada zafra en las publicaciones de INIA/INASE (Resultados experimentales de evaluación de trigos y cebadas de los últimos tres años para el registro nacional de cultivares, Castro *et al.*, 2005) o en la página web www.inia.org.uy/convenio_inase_inia.

Cuadro 3. Caracterización del comportamiento sanitario de cultivares de cebada cervecera en producción y con tres años o más en evaluación final.

Cultivares	MB	MR	ESC	RH	FUS	OIDIO
AMBEV 488	IA	BI	I	BI	I	A
CLE 202 (INIA CEIBO)	IA	B	B	A	IA	BI
CLE 203 (INIA AROMO)	IA	B	I	A	A	B
MUSA 016	I	IA	IA	A	A	BI
MUSA 936	IA	B	A	IA	IA	IA
NORTEÑA CARUMBE	I	BI	I	I	A	IA
NORTEÑA DAYMAN	I	I	I	A	IA	BI
PERUN	BI	A	IA	I	A	B
QUILMES AYELEN	I	IA	IA	I	I	B
DANUTA	I	I	B	B	BI	B
QUILMES AINARA	I	I	A	B	-	-
CLIPPER (testigo largo plazo)	I	I	A	A	IA	IA
Ac 92/5943/4	I	IA	A	B	I	B
Ac/89/5197/3	I	IA	I	B	IA	B
CLE 226	BI	BI	I	B	I	B
CLE 233	I	B	B	I	I	B

Modificado de Pereyra, Germán y Castro, 2005

MB: mancha borrosa causada por *Bipolaris sorokiniana*, MR: mancha en red causada por *Drechslera teres*, ESC: escaldadura causada por *Rynchosporium secalis*, RH: roya de la hoja causada por *Puccinia hordei*, FUS: fusariosis de la espiga causada por *Fusarium* spp., OIDIO: causada por *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*.

B: baja susceptibilidad, I: susceptibilidad intermedia; A: alta susceptibilidad.

Normalmente, los materiales categorizados como resistentes (B) o moderadamente resistentes (BI) no requieren aplicación de fungicidas para esa enfermedad en particular. En general, los cambios en el comportamiento de cultivares frente a las manchas foliares son paulatinos y permiten su caracterización gradual hacia mayor susceptibilidad de un año a otro. Por el contrario, los cambios varietales para roya de la hoja pueden ser más abruptos por lo que es importante estar familiarizado con la evolución del estado sanitario de los distintos cultivares durante la zafra.

A partir del 2004 se comenzó la caracterización del comportamiento sanitario de algunos cultivares de cebada según distintas estrategias de manejo del fungicida: control total, control estratégico y sin aplicación con el objetivo de contar con más elementos para manejar las enfermedades foliares de los distintos cultivares con fungicidas. El control total se realizó desde la aparición de los primeros síntomas y periódicamente cada 21 días, mientras que el control estratégico se realizó cuando cada uno de los cultivares llegó al nivel crítico.

En la Figura 1 se presenta información parcial generada en tres de los cultivares estudiados que poseen comportamientos diferenciales para mancha en red y roya de la hoja (ver Cuadro 3).

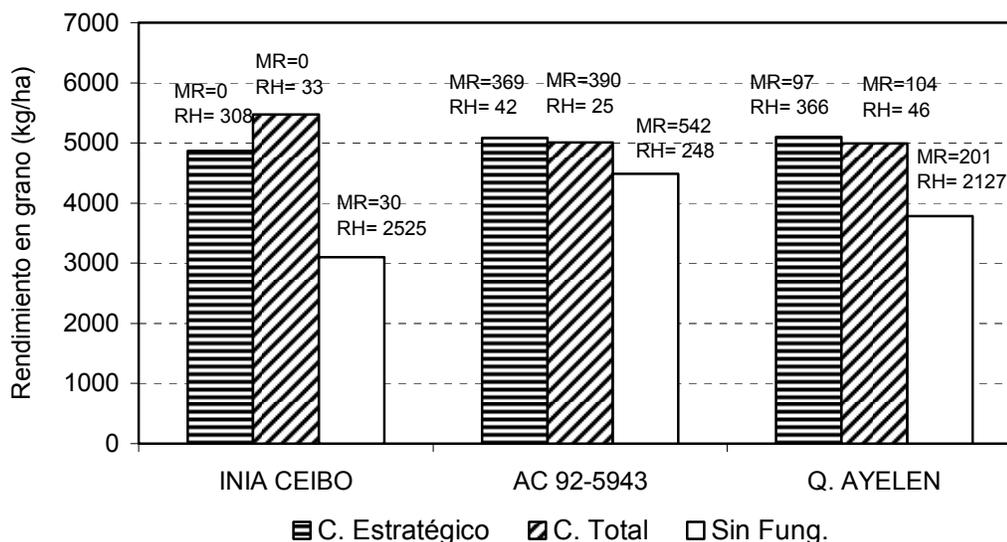


Figura 1. Rendimiento de grano (kg/ha) de tres cultivares con comportamiento sanitario diferencial (INIA Ceibo, AC92-5493 y Quilmes Ayelén) y tres manejos distintos del fungicida (control estratégico, control total y sin aplicación de fungicida) - INIA La Estanzuela, 2004.

MR representa el área debajo de la curva de progreso de la severidad de mancha en red y RH representa el área debajo de la curva de progreso de la severidad de roya de la hoja.

Bajo las condiciones del 2004 en Estanzuela, se justificó la aplicación de fungicidas en todos los cultivares, sin embargo, al comparar las dos estrategias de aplicación, se vio que el control estratégico no difirió del control total para las variables que se estudiaron (rendimiento en grano, rendimiento de 1°+2°, clasificación de 1°+2° y peso de grano) (Cuadro 4). La utilización del control estratégico significó 1 a 2 aplicaciones menos según el cultivar.

Cuadro 4. Promedios de áreas debajo de la curva de progreso de mancha en red y roya de la hoja, rendimiento de grano, rendimiento de 1°+2°, clasificación de 1°+2°, porcentaje de cuarta (4°) y peso de mil granos (PMG) de siete cultivares evaluados con distintos tratamientos de fungicidas.

Manejo del Fungicida	AUDPC MR ¹	AUDPC RH ²	Rendim. (kg/ha)	Rend. 1°+2° (kg/ha)	Clas. 1+2 (%)	4° (%)	PMG (g)
Control Estratégico	148.7 b ³	214.0 b	5074.0 a	4846.6 a	95.23 a	1.95	47.30 a
Control Total	109.0 b	126.5 c	5360.3 a	5134.7 a	95.89 a	1.39	46.86 a
Sin Fungicida	232.2 a	1312.4 a	4196.8 b	3763.1 b	89.32 b	2.93	42.11 b
P>F	0.0199	0.0001	0.0309	0.0189	0.0231	n.s.	0.0043

¹ Área debajo de la curva de progreso de severidad de mancha en red (MR)

² Área debajo de la curva de progreso de severidad de roya de hoja (RH)

³ Valores de medias seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes por mínima diferencia significativa (MDS) al 0.05

Es importante enfatizar el seguimiento de las enfermedades en cultivares con comportamientos sanitarios comprometidos desde etapas tempranas del cultivo para identificar el mejor plan de control químico.

2. Rendimiento potencial del cultivo

La aplicación del fungicida estará estrechamente relacionada al rendimiento esperado del cultivo. No es lo mismo decidir la aplicación en un cultivo con rendimiento potencial de 2000 kg/ha que de otro del cual esperamos 4000-4500 kg/ha. En este último caso será en donde más fácilmente se decida realizar la aplicación.

3. Estado vegetativo

En el caso de las enfermedades foliares, las reducciones en rendimiento son mayores cuanto más temprano en el ciclo del cultivo se inicie el desarrollo de las mismas. Para obtener una acción eficaz del fungicida, es necesario que este sea aplicado temprano en el desarrollo de la epidemia. Debido a que la mayoría de las enfermedades foliares tienen un ciclo cada 7-10 días según las condiciones ambientales, es deseable que se realicen monitoreos semanales desde elongación hasta grano lechoso para determinar el estado sanitario de los cultivos.

En el caso de fusariosis de la espiga en donde no se utilizan niveles críticos para determinar el momento de aplicación del fungicida, en nuestras condiciones se ha establecido que el control más eficiente se obtiene cuando ésta se realiza en espigazón (cuando aproximadamente el 50% de las espigas se encuentran fuera de la vaina).

4. Nivel de infección del cultivo comparado con los niveles críticos.

El nivel de infección del cultivo se obtiene mediante un monitoreo en 8-10 puntos de la chacra evaluando en cada punto 15 a 20 tallos por severidad y/o incidencia de la enfermedades presentes. Una vez obtenida esta información se debe comparar con el nivel crítico calculado para la chacra en cuestión.

El nivel crítico es el nivel de infección en el cual las pérdidas en rendimiento de grano igualan el costo de una aplicación de fungicida. Para determinar ese nivel crítico se utilizan las ecuaciones de pérdidas de rendimiento detalladas en el Cuadro 2 y se aplica la siguiente fórmula:

$$NC = \frac{(CP + CA) 100}{P * coef. * Re}$$

donde, *Re*: rendimiento esperado, kg/ha

P: precio de la cebada, U\$S/kg

CP: costo del producto, U\$S/ha

CA: costo de aplicación, U\$S/ha

coef.: coeficiente de pérdida de rendimiento por cada 1 % de severidad o incidencia de la enfermedad en cuestión (en negrita en ecuaciones del Cuadro 2)

Cuando los rendimientos potenciales del cultivo y/o precios de cebada son altos, los niveles críticos, tanto medidos en términos de severidad como incidencia, son tan bajos que se acercan al momento de detección de los primeros síntomas, principalmente en mancha borrosa.

En el caso de oídio, no se han establecido funciones de pérdidas de rendimiento en el país por lo que se recomienda manejar niveles críticos de 5% de severidad que son los utilizados en países como Brasil donde esta enfermedad es una de las predominantes.

Los niveles críticos se ofrecen como una guía y deben ser considerados en el contexto de los demás ítems antes mencionados y como una herramienta más disponible para decidir la aplicación.

5. Eficiencia del fungicida

La eficiencia de control de los diferentes productos disponibles (en las dosis recomendadas) en el mercado dependerán de la enfermedad a controlar. En el Cuadro 5 se presenta un resumen del comportamiento de distintos ingredientes activos y los correspondientes productos comerciales evaluados en INIA La Estanzuela en el período 1998-2004 para las principales enfermedades del cultivo en Uruguay.

Cuadro 5. Comportamiento de distintos fungicidas evaluados para el control de enfermedades en cebada en INIA La Estanzuela (1998-2004)

Ingrediente activo (<i>nombre comercial evaluado</i>)	MR ¹	ESC ¹	MB ¹	RH ¹	FUS ¹
Carbendazim + epoxiconazol (Swing)	I ²	I	-	-	-
Difenoconazol + propiconazol (<i>Taspa</i>)	I	I	-	-	-
Metconazol (<i>Caramba</i>)	I	I	-	-	I-A
Propiconazol (<i>Tilt</i>)	I	I	-	I-A	-
Tebuconazol (<i>Folicur</i>)	I	I	-	I-A	I-A
Flusilazol + carbendazim (<i>Fusión</i>)	I-A ³	-	I ³	A ³	I ³
Propiconazol + ciproconazol (<i>Artea</i>)	I-A ³	-	A ³	A ³	-
Azoxistrobin (<i>Amistar</i>)	B ⁴ /A	B	-	-	B ³
Azoxistrobin + A.M. (<i>Amistar + Nimbus</i>)	I ³	-	A ³	A ³	-
Azoxistrobin+ ciproconazol +A.M. (<i>AmistarXtra+Nimbus</i>)	A ³	-	A ³	A ³	-
Trifloxistrobin + ciproconazol (<i>Sphere</i>)	A	I-A	A ³	-	-
Piraclostrobin + epoxiconazol (<i>Opera</i>)	A	A	A ³	A ³	I
Trifloxistrobin + propiconazol (<i>Stratego</i>)	I-A	A	-	-	-
Kresoxim-metil + epoxiconazol (<i>Allegro</i>)	A	-	A ³	A ³	I ³
Trifloxistrobin + tebuconazol (<i>Nativo</i>)	A	-	A ³	A ³	-

¹ MB: mancha borrosa causada por *Bipolaris sorokiniana*, MR: mancha en red causada por *Drechslera teres*, ESC: escaldadura causada por *Rynchosporium secalis*, RH: roya de la hoja causada por *Puccinia hordei*, FUS: fusariosis de la espiga causada por *Fusarium* spp.

² Eficiencias de control: A: ALTA I: INTERMEDIA; B: BAJA

³: Información de un año

⁴: Baja eficiencia con condiciones de altas precipitaciones luego de la aplicación del fungicida

Los productos más eficientes para el control de oídio son tanto los triazoles como las mezclas de triazoles con estrobilurinas. La literatura extranjera cita eficiencias de control bajas del procloraz (Reuniao Pesquisa de Cevada, 2005) en el control de oídio.

Las mayores eficiencias se obtienen si se logra una cobertura máxima y uniforme del cultivo y ello implicará un ajuste adecuado de la tecnología de aplicación del fungicida

Consideraciones finales

La decisión de aplicar fungicidas en cebada es un proceso en el que se deben tener en cuenta el mayor número posible de los factores antes considerados. En muchas ocasiones, la simplificación por la falta de tiempo lleva a realizar aplicaciones muy tempranas o demasiado tardías como para obtener una respuesta conforme a la inversión que se realizó. Actualmente, contamos con algunas herramientas que permiten realizar la aplicación de fungicidas en forma más objetiva.

Finalmente, para lograr un cultivo que pueda expresar su máximo potencial se debe implementar siempre un manejo integrado de todas las medidas disponibles, realizadas en forma oportuna y eficiente.

Literatura consultada

Castro, M., Pereyra, S., Germán, S. y Vázquez, D. 2005. Resultados experimentales de evaluación para el registro nacional de cultivares, Cebada Cervecera. IN: Resultados experimentales de evaluación de trigos y cebadas de los últimos tres años para el registro nacional de cultivares, 2002-2003-2004. Resultados experimentales N°2. 50p.

Czembor J.H. and H.J. Czembor. 2002. Selections from barley landrace collected in Libya as new sources of effective resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Rostlinná Výroba, 48:217-223.

Pereyra, S. 1996. Estrategias para el control químico de enfermedades en cebada. Boletín de Divulgación N°57. 20p.

Reuniao Anual de Pesquisa de Cevada (XXIII). COMISSÃO DE PESQUISA DE CEVADA Indicações técnicas para produção de cevada cervejeira: safras 2003 e 2004. CNPT-EMBRAPA. En <http://www.cnpt.embrapa.br/cevada03/index.htm> accedido el 4 de abril del 2005.

Roya de la Hoja y Oidio de Trigo y Cebada

Silvia Germán¹, Martha Díaz, Silvia Pereyra, Marina Castro

Roya de la hoja

La roya de la hoja del trigo y de la cebada es causada por patógenos diferentes: *Puccinia triticina* y *P. hordei* respectivamente). Estas enfermedades son muy importantes a nivel mundial y regional. Estos patógenos producen pústulas anaranjadas en las hojas y vainas de los cereales, que corresponden a los cuerpos fructíferos que producen los propágalos de los hongos (urediniosporas). Los hongos del genero *Puccinia* son patógenos biotróficos, dado que sólo pueden vivir sobre tejido vivo de los huéspedes que afectan (trigo y cebada en el caso de *P. triticina* y *P. hordei* respectivamente).

Las temperatura óptima para el desarrollo de *P. triticina* es 20C y para *P. hordei* 15 a 20C. Ambos patógenos requieren de agua libre sobre la superficie del follaje para que ocurra infección, que puede ser provista por rocío o lluvias leves. Las precipitaciones fuertes retardan el desarrollo de la enfermedad por lavar las esporas que al mojarse germinan y mueren sobre el suelo al no tener sustrato susceptible. Por el contrario, las esporas sobreviven durante semanas si permanecen secas.

Los patógenos sobreviven durante el verano en plantas voluntarias de cultivares susceptibles (puente verde), de los que proviene el inóculo primario. El inóculo secundario proviene de cultivares susceptibles donde los patógenos pueden cumplir varios ciclos de infección (enfermedades poli cíclicas), multiplicándose asexualmente. El periodo de latencia (desde que se produce la infección hasta el inicio de la producción de esporas) es de 7 a 10 días en condiciones favorables. Las esporas son transportadas por el viento pudiendo diseminarse cientos de km. Las esporas se mueven libremente dentro de la zona epidemiológica donde se encuentra nuestro país y que también abarca a las regiones trigueras de Argentina, Brasil, Paraguay y zonas bajas de Bolivia. Por la forma de diseminación de las esporas y el alto potencial de producción de inóculo las epidemias de roya de la hoja pueden progresar rápidamente en cultivares susceptibles y condiciones climáticas favorables. La población de los patógenos esta compuesta por diversos patotipos o razas que difieren en su habilidad en atacar diversos cultivares o genotipos del huésped. La generación de variabilidad en el patógeno se produce por mutaciones.

La roya de la hoja se controla utilizando **cultivares resistentes** y **diversificando el área de siembra** en base al uso de cultivares con diversidad en la base de resistencia. Es frecuente la situación en que la dinámica del patógeno sea superior a la frecuencia de liberación y multiplicación de semilla de cultivares resistentes. Entonces debe **evitarse el uso de cultivares susceptibles a las mismas razas** de los patógenos. Se recomienda también la **eliminación de plantas voluntarias** de cultivares susceptibles, lo que frecuentemente no se lleva adelante por no visualizarse su efecto inmediato, aunque es una medida muy importante. Los cultivos que por su manejo posterior tienen alta probabilidad de presentar plantas voluntarias deberían sembrarse con cultivares resistentes si hay disponibilidad de estos. Cuando se presenta la enfermedad en cultivares susceptibles debe utilizarse **fungicidas eficientes** para controlar la roya de la hoja.

Roya de la hoja de trigo

La roya de la hoja del trigo es una de las enfermedades más importantes del cultivo, presentándose todos los años. Mas del 50% del área de trigo cultivada en la región (total aproximado de 9 millones de ha) se siembra con cultivares susceptibles o moderadamente susceptibles lo que provee una importante área donde el patógeno puede sobrevivir durante el verano. Las epidemias pueden comenzar temprano y alcanzar niveles importantes, provocando pérdidas de rendimiento superiores al 50% si no se utiliza control químico. A su vez, la alta producción de inóculo determina mayores oportunidades de ocurrencia de mutaciones y aparición de razas virulentas sobre cultivares previamente resistentes. Estas razas incrementan en frecuencia paralelamente al incremento del área de los cultivares susceptibles y disminuyen cuando el área de los mismos decrece. La variación anual de las razas del patógeno es muy importante y determina en general una corta duración de la resistencia de nuevos cultivares.

¹ Ing. Agr., Ph.D., Mejoramiento Genético de Cereales de Invierno, INIA La Estanzuela.
E-mail: sgerman@le.inia.org.uy

Comportamiento de cultivares comerciales.

En el cuadro 1 se presenta el comportamiento a campo frente a roya de la hoja de los cultivares de trigo inscritos en el Registro Nacional de Cultivares (INASE).

Cuadro 1. Coeficiente de infección promedio de ensayos y/o colecciones, máxima lectura y nivel de infección de roya de la hoja de cultivares comerciales de trigo. 2000-2004.

Cultivar	Coef. de infección promedio					Máxima	año	Nivel de Infección(2)
	2000	2001	2002	2003	2004	Lectura (1)		
Ciclo largo								
LE 2210-INIA Tijereta	0.5	4.4	1.5	3.7	15.6	50 MSS	2004	BI
LE 2245-INIA Gorrión	1.2	0.5	1.0	1.5	2.2	10 MRMS	2004	B
LE 2255-INIA Gavilán	1.3	2.8	8.2	10.1	3.7	50 MSS	2003	I
LE 2271-INIA Torcaza	0.5	0.4	3.0	5.1	9.7	20 MSS	2003	I
Baguette 10	--	8	--	48.0*	83.3	100 S	2004	A
Buck Guapo	5.8	0.3*	5.0*	0.8*	0.7*	40 MRMS	2000	B
Klein Martillo	1.8	--	--	18.0*	4.0*	30 MRMS	2003	B
Golia	9.0*	42.5*	45.0*	65.0*	30.7*	70 S	2003	A
Ciclo corto-intermedio								
Estanzuela Pelón 90	12.4	29.5	39.7	40.4	46.25	80 S	2003	A
INIA Boyero	13.2	28.8	38.0	12.5	36.0*	70 MS	2002	IA
INIA Mirlo	26.9	68.0	59.3	24.3	50.67	90 S	2002	A
LE 2193-INIA Caburé	20.7	70.4	40.0*	53.8	41.25	90 S	2002	A
LE 2249-INIA Churrinche	1.3	2.6	1.8	0.8	14.5	40 MSS	2004	I
LE 2303-INIA Tero	--	--	0.6	6.3	5	60 S	2003	BI
Klein Don Enrique	1.3	0*	75.0*	62.0*	63.0*	90 S	2002	A
Onix	--	--	22.3	17.0	29.83	60 S	2003	IA
Baguette 13 Premium	--	--	51.0	40.6	50.17	90 SMS	2004	A

* Colecciones de roya de la hoja (La Estanzuela y Young)

(1): porcentaje de infección y reacción (MR: moderadamente resistente, MS: moderadamente susceptible, S: susceptible)

(2): B: bajo, I: intermedio, A: alto

El comportamiento frente a la enfermedad se resume en el nivel de infección que ha mostrado cada cultivar, y es el comportamiento esperable a futuro si la población del patógeno se mantiene incambiada. En el caso de INIA Tijereta, se caracteriza su comportamiento teniendo en cuenta información adicional sobre su base de resistencia, que indica una probable estabilidad de su comportamiento. En el caso de INIA Torcaza se consideró también el nivel de infección observado en algunos cultivos comerciales para caracterizar su comportamiento.

Sin embargo la población del patógeno ha sido muy dinámica, por lo que es importante monitorear la variación del patógeno para entender que cultivares son susceptibles a las mismas razas, identificar nuevas razas potencialmente importantes y para asegurar la presencia de alta diversidad del patógeno al momento de seleccionar por resistencia a la enfermedad. En el caso de roya de la hoja del trigo, debido a la gran dinámica del patógeno, se analizan anualmente muestras recolectadas de campos experimentales y cultivos comerciales. Las razas se denominan con el código Prt utilizado también en otras partes del mundo.

En el cuadro siguiente se muestra la frecuencia de las distintas razas de *P. tritricina* identificadas en los últimos 5 años, restando analizar algunas muestras del año 2004.

Cuadro 2. Frecuencia de razas de *Puccinia triticina* identificadas en 2000-2004 y primer año en que las razas fueron identificadas.

Raza	Primer año	2000	2001	2002	2003	2004	Epidemia sobre
	detectada						
CCT	1998					1.2	
CCT-10	1998			11.2	4.7	1.1	Klein Don Enrique
KDG-10,20	1997	1.4	1.2				B.Yapeyú
KFG-10,20	1998	2.8					
LCG-10	1989		1.2				
LNG-10	1999		2.3	8.2			
LNG-10,20	2002			1.0			
LPG-10	1997	4.2	7.0	3.1	0.6		
MBD-10,20	1998	18.1	2.3	2.0	0.6		I Mirlo
MBG-10	1993			1.0			
MCB-10	2004					2.2	
MCD-10	2001		9.3	4.1	1.8	14.1	
MCD-10,20	1999	56.9	33.7	26.5	4.7	3.3	I Mirlo
MCG-10	1989	4.2	7.0	1.0	4.7	2.2	E.Cardenal
MCG-10,20	2003				1.2		
MCJ-10	2003				0.6		
MCP-10	2000	1.4		6.1	12.4	28.3	Klein Don Enrique
MCP-10,20	2002			1.0	3.0	3.3	Klein Don Enrique
MCR-10	1989	1.4	3.5	3.1	3.0	1.1	E.Federal
MCR-10,20	2004					2.2	
MCT-10	1992	1.4	7.0	1.0	1.2		
MCT-10,20	2002			1.0	1.2		
MDD-10,20	2002			2.0	1.8	2.2	
MDP	2002			4.1		4.3	
MDR	1998		4.7	4.1	0.6		
MDR-20	2002			4.1	9.5	1.1	
MDR-10,20	2003				0.6	17.4	
MDP-20						1.1	
MDP-10,20	2004					4.3	
MFD-10,20	2002			1.0	1.2		
MFP	2001		1.2	2.0	1.2	4.3	
MFP-10	2003				0.6		
MFP-10,20	2004					1.1	
MFR	1994	8.3	16.3	3.1	0.6		I.Caburé
MFR-20	2003				3.6		
MFR-10,20	2004					4.3	
MHG-10	2001		3.5	1.0			
MMD	2003				0.6		
MNG-10	1999			1.0			
MHP-10	2002			2.0			
MHR-10,20	2002			1.0			
MHT-10,20	2002			1.0			
SNG-10	2003				3.0		
SNG-10,20	2003				1.2		
SPG-10	2002			2.0	3.6		
TDD-10,20	1995				29.6	2.2	B.Yapeyú
TDJ-10,20	1996				0.6		
TDR-10,20	2004					1.1	
TFD-10,20	2002			1.0			
TFR-20	2003				0.6		
No. aislamientos		72	86	98	169	92	
No. de razas		10	14	28	32	20	
No. de razas frec.>5%		3	6	4	3	3	

De un total de 58 a 169 aislamientos analizados, se identificaron anualmente 10 a 32 razas diferentes. De estas solo 3 a 6 presentaron frecuencia superior al 5% en cada año. Las razas mas importantes fueron CCT-10 y MCP-10, que provocaron importantes epidemias sobre Klein Don Enrique, MBD-10,20 y MCD-10,20, que afectaron a INIA Mirlo y Estanzuela Pelón 90, TDD-10,20 que afectó a Buck Yapeyú, y MCD-10, MCG-10, MDR-10,20 y MDR-20.

La reacción en plántula de los cultivares comerciales frente a distintas razas del patógeno se indica en el cuadro 3.

Cuadro 3. Tipo de infección (1) de los cultivares comerciales frente a 14 razas de *Puccinia triticina*.

Frecuencia razas 2002	11.2	26.5	1.0	6.1	3.1	2.0	4.1		2.0	3.1	2.0	1.0		1.0
Frecuencia razas 2003	4.7	4.7	4.7	12.4	3.0	1.8		0.6	1.2	0.6				29.6
Frecuencia razas 2004	1.1	3.3	2.2	28.3	1.1	2.2	4.3	17.4	4.3					2.2
Cultivar	CCT-10	MCD-10,20	MCG-10	MCP-10	MCR-10	MDD-10,20	MDP	MDR-10,20	MFP	MFR	MHP-10	MHR-10,20	TDD-10,20	TFD-10,20
Ciclo largo														
LE 2210-INIA Tijereta	0	0	0;	0;	0;	3	1+2		22+	1-;	0;1-	0;	2-	0;1
LE 2245-INIA Gorrión		1=;	X=	;1=	2-;	1-	1-2-	3	;1=	3+	;1=		2-	3+4
LE 2255-INIA Gavilán	22+	0;	0;	;1=	12	1-	0;	;1=	;1=	0;	;1-	3	2-	1-
LE 2271-INIA Torcaza	0	0;	0;	0;	0;	2-	;1=	33+	0;	0;	1=	0;	3+	3+
Baguette 10	3+	3+	3+,X	4	3+	3+			3+	3+		4	3+	
Buck Guapo	1;	1-;	;1=	1-	1-	1=;		;1=	1=;	;1=		1-	0;	
Klein Martillo	0;	1-		1-	1-	2=;		;1=	1-;	1-;		12-	0;	
Golia		3+		3+	3+	3			3+	4			3+	
Ciclo corto-intermedio														
Estanzuela Pelón 90	0;	3+	;1-	3+	0;	2+	2=;		3	0;1-	3	1-;	0;	3+
INIA Boyero	3	23		3	23;	2=;	1-		3		2	3	0;	3+
INIA Mirlo	2;	3+	0;	3-	;1=	2=;	1-		3	0;	2	0;	0;	3+
LE 2193-INIA Caburé	0;	0;	0;	0;	0;	3+	1-		3+	3+	2	0	3	3+
LE 2249-INIA Churrinche	0;	0;	0;	0;	0;	2=	;	3	;	;	2	0;	1	3
LE 2303-INIA Tero	0;	0	0	0;	0;	3	3	2=;	3+	0;	3	0	3	22+
Klein Don Enrique	2	;1=	;1=	3	3	0;1=		0;1=	1-2-	;1=		3	0	
Onix	3	2=;	23	;1=	3	1-2-;	0;	3+	;	0;	;1=	2	;1-	0;2=
Baguette 13 Premium	1-	;1=	2	0;	12n	2-;	23	3	2-	3+		2	2	2

(1): tipo de infección (TI): escala de 0 a 4, 0-2 resistente, 3-4 susceptible.
Celdas en blanco: sin información

Existe al menos una raza del patógeno identificada hasta el presente virulentas (causando TI susceptible) en el estado de plántula sobre todos los cultivares excepto Buck Guapo y Klein Martillo. Aquellos cultivares con reacción resistente en plántula frente a determinada raza del patógeno, mantiene su comportamiento en planta adulta. Sin embargo, existen casos en que el material es susceptible en plántula pero presenta resistencia de planta adulta (RPA) a la misma raza, lo que tiene relevancia dado que el comportamiento observado a campo en estadios avanzados del cultivo se asocia al comportamiento en planta adulta. La información sobre el comportamiento en planta adulta frente a razas virulentas en plántula de los materiales obtenida hasta el presente se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Reacción en planta adulta (1) de cultivares de trigo frente a 14 razas *Puccinia triticina*.

Frecuencia razas 2002	11.2	26.5	1.0	6.1	3.1	2.0	4.1		2.0	3.1	2.0	1.0		1.0
Frecuencia razas 2003	4.7	4.7	4.7	12.4	3.0	1.8		0.6	1.2	0.6			29.6	
Frecuencia razas 2004	1.1	3.3	2.2	28.3	1.1	2.2	4.3	17.4	4.3				2.2	
Cultivar	CCT-10	MCD-10,20	MCG-10	MCP-10	MCR-10	MDD-10,20	MDP	MDR-10,20	MFP	MFR	MHP-10	MHR-10,20	TDD-10,20	TFD-10,20
Ciclo largo														
LE 2210-INIA Tijereta						MSS			MRMS					
LE 2245-INIA Gorrión								MRMS		R				MS
LE 2255-INIA Gavilán	MR											MRMS		
LE 2271-INIA Torcaza								MSS					RMR	MSS
Baguette 10	MRMS	MR	--	S	MRMS	S			--	--		--	MR	
Golia		--		--	--	--			--	--			S	
Ciclo corto-intermedio														
Estanzuela Pelón 90		MSS		MSS		--			MS		--			MRMS
INIA Boyero	--	MSS		MR	--				MRMS			--		MS
INIA Mirlo		MSS		R					MRMS					MS
LE 2193-INIA Caburé						MS			S	S			MR	MS
LE 2249-INIA Churrinche								S						RMR
LE 2303-INIA Tero						MS	MS		MRMS		--		MS	MS
Klein Don Enrique				MSS	--							MS		
Onix	--		MS		MSS			--						
Baguette 13 Premium							--	MSS		--				

(1): reacción. R: resistente, MR: moderadamente resistente, MS: moderadamente susceptible, S: susceptible.

En el caso de Golia, la información sobre su comportamiento en planta adulta frente a las razas virulentas en plántula es escasa, pero debido a su alta susceptibilidad a campo frente a roya de la hoja, es probable que presente comportamiento susceptible o moderadamente susceptible frente a gran parte de las razas virulentas en plántula. Debe evitarse sembrar aquellos susceptibles a las mismas razas, considerando la reacción en plántula y principalmente la reacción en planta adulta. Distintos grados de RPA como los presentes en INIA Gorrión e INIA Gavilán permiten cierto grado de flexibilidad al momento de considerar el nivel crítico de infección para determinar el uso de control químico.

La importante dinámica de la población de *P. triticina* resulta en cambios de comportamiento de cultivares comerciales, que puede ser gradual o brusco como el ejemplo reciente de Klein Don Enrique (Cuadro 1), que fue altamente resistente hasta el año 2001 y presentó muy alta infección de roya de la hoja a partir del año 2002. Abundan los ejemplos de este tipo, que se asocian a la aparición de nuevas razas virulentas sobre cultivares hasta el presente resistentes. Por la posible aparición de nuevas razas, se recomienda el monitoreo periódico de los cultivos también en el caso del uso de cultivares resistentes.

Control químico de roya de la hoja de trigo.

Para tomar la decisión de aplicar fungicidas debe considerarse el estado del cultivo (rendimiento potencial), el comportamiento del cultivar y el nivel de infección de roya de la hoja en determinado estado vegetativo del cultivo. Se ajustaron ecuaciones de pérdida de rendimiento para cultivares de ciclo largo e intermedio, considerando el costo de aplicación para definir el nivel crítico (NC) de infección, o nivel de infección para el cual el daño causado por la enfermedad iguala al costo de la aplicación de fungicidas (Díaz de Ackermann 1996). En aplicaciones con niveles de infección menores al NC el daño es menor al costo de aplicación. En aplicaciones posteriores al nivel crítico el daño es superior al costo de la aplicación. En general, se recomienda la aplicación de fungicidas con niveles de infección inferiores al 5% del total del área foliar en cualquier momento antes de floración. Este nivel puede flexibilizarse hasta 10% para cultivares que poseen resistencia de planta adulta. En caso de infecciones tempranas pueden requerirse dos y hasta tres aplicaciones de fungicidas.

El resumen de la información sobre la eficiencia de control de roya de la hoja de distintos productos se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Eficiencia de control de roya de la hoja de distintos fungicidas.

Fungicida	Eficiencia promedio	Años eval. (1993-03)	Fungicida	Eficiencia promedio	Años eval. (1993-03)
Allegro 750	100.0	1	Artea 400	83.5	3
Swing 750	99.6	1	Folicur+TFS 800 (Nativo)	82.5	2
Silvacur 625	99.3	1	Taspa 200	80.6	1
Alto 400	98.5	2	Silvacur+Flint 480+120	77.9	1
Alto 200	98.3	2	Opera 1200	76.8	4
Punch 310	97.3	1	Swing 1000	74.4	7
Tilt 500	95.9	2	Sphere 800	74.2	6
Tilt 200	95.4	1	Amistar Extra+Nimbus 350+500	74.0	1
Tilt 400	95.4	1	Folicur+S* 450	73.8	1
Tilt 800	95.4	1	Sphere 600	73.7	5
Impact 1000	94.0	2	Stratego 750	72.0	5
Stratego 500	92.9	1	Folicur 450	59.5	5
Opera1000	91.0	1	Taspa 250	57.5	2
Allegro 1000	90.4	5	Caramba1000	51.3	2
Artea 300	85.5	1	Real 600cc	16.7	1

* Silwet

Eficiencias de control superiores a 70% se consideran buenas, y entre 50 y 70%, aceptables (Picinini e Fernández, 2001). En el caso de Folicur, se incrementa sensiblemente su eficiencia de control cuando se mezcla con el humectante-adherente Silwet. En general, los productos controlan la enfermedad adecuadamente utilizados en la menor dosis recomendada para control de roya de la hoja indicada en etiqueta, siempre que se respete el NC de infección y se utilice buena tecnología de aplicación. No se recomienda utilizar sub-dosis de productos.

Roya de la hoja de cebada

La roya de la hoja de cebada se presenta con baja frecuencia a nivel comercial, aunque en algunos años se han desarrollado epidemias importantes en campos experimentales, donde se siembran cultivares muy susceptibles desde épocas muy tempranas, permitiendo mayor número de ciclos de infección del patógeno. Sin embargo, en el pasado hay registros de epidemias muy importantes de roya de la hoja de cebada, como fue el caso del cultivar Buck Cruz del Sur. La menor importancia relativa de la roya de la hoja de cebada respecto a la roya de la hoja del trigo se debe fundamentalmente a la menor área de cebada sembrada en la región (500.000 has), que determina menor área donde el patógeno puede sobrevivir durante el verano, y el menor período de tiempo en que el cultivo presenta follaje verde, ya que las siembras son más concentradas (junio y julio) y el cultivo tiene ciclo a madurez más corto. Estos dos factores determinan en general inicio más tardío de las epidemias, epidemias de menor importancia (menor severidad de infección a igual estado vegetativo), menores pérdidas de producción, menor necesidad de aplicación de fungicidas, menor producción de inóculo, menor dinámica de la población del patógeno y mayor duración de la resistencia de cultivares, respecto a lo que sucede en el cultivo de trigo. Sin embargo, en el caso de cultivares susceptibles y en algunos años, se requiere la aplicación de fungicidas en situaciones puntuales.

Comportamiento de cultivares comerciales.

El cuadro 6 resume la información sobre el comportamiento frente a roya de la hoja de los cultivares de cebada inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares.

Cuadro 6. Infección de roya de la hoja en ensayos y colecciones, máxima lectura, nivel de infección, reacción en plántula y tipo de resistencia a roya de la hoja de cultivares de cebada. 1999-2004.

Cultivar	B.Cruz Lectura 1999	Coeficiente de infección promedio				2004 Max (1)	Nivel de infección	TI plántula.(2)			Resistencia	
		2001	2002	2003	2004			UPh1	UPh2	UPh3	plántula	planta adulta
FNC1	70 MS	-	-	-	-	50 MR*	A	3+	3	;1	<i>Rph8</i>	S
Perún	60 MS	0.1	0	0	13.3	50 MSS	I	0	3	33+	<i>Rph3</i>	RPA-
Norteña Carumbé	40 MS	0	2.1	4.1	19.3	60 MS	I	3+	3	3+c	S	RPA-
MUSA 016	10 R	0.1	0.1	0.1	-	80 MSS*	A	;	2	2+3	<i>Rph12</i>	S
MUSA 936	20 MSS	1.4	1.1	11.2	21.8	60 MS	IA	3	3	3	S	MS
Quilmes Ayelén	-	0.1	0	-	17.8	60 MSS	I	3+	3+	33+	S	RPA-
Norteña Daymán	80 S	0.5	1.7	5.7	36.4	80 MSS	A	3+	3	4	S	S
CLE 202-INIA Ceibo	20 MR	0	0	0	23.7	70 MSS	A	;	1	3	<i>Rph12</i>	S
CLE 203-INIA Aromo	15 MR	0.5	0.2	0.1	32.8	80 MSS	A	23	23	3	S	S
Danuta	-	0.6	0	0.1	-	20 R*	B	0	0	21	R	R
AMBEV 488	-	0	0.1	1.1	11.5	30 MS	BI	3	3	3+	R	R
Quilmes Ainara	-	-	0.1	-	-	30 RMR*	B	0	0	23	R	R
Promedio		0.1	1.5	1.3	24.2							

*: colecciones

(1): porcentaje de infección y reacción (R: resistente, MR: moderadamente resistente, MS: moderadamente susceptible, S: susceptible)

(2): Tipo de infección en plántula. Escala 0-4, 0-2: resistente, 3-4: susceptible

El nivel de infección resume la información más actualizada sobre el comportamiento de los cultivares comerciales frente a roya de la hoja. Se han identificado hasta el presente tres razas de *P. hordei* que difieren en su reacción frente a genes de resistencia y cultivares comerciales. La raza UPh1 fue predominante hasta 1998. Esta raza es virulenta sobre FNC1, Norteña Carumbé, MUSA 936, N. Daymán, INIA Aromo y AMBEV 488, y es avirulenta (causa reacción resistente) sobre los genes de resistencia *Rph3*, *Rph12* y los cultivares Perún, MUSA 016 e INIA Ceibo. La raza UPh2 fue identificada en el año 1999 y es virulenta sobre los mismos cultivares que UPh1, sobre el gen de resistencia *Rph3* y el cultivar Perún, que probablemente posee este gen de resistencia. En el año 2004 se identificó la raza UPh3, virulenta sobre los mismos cultivares que UPh1 y UPh2 (excepto FNC1), sobre los genes de resistencia *Rph3* y *Rph12* y sobre los cultivares MUSA 016 e INIA Ceibo. INIA Aromo presentaba RPA frente a UPh1 y UPh2 pero es susceptible en planta adulta frente a UPh3. FNC1 es susceptible en plántula frente a UPh1 y UPh2, pero resistente frente a UPh3, presentando similar reacción que el gen de resistencia *Rph8*, que se postula que está presente en este cultivar.

La nueva raza identificada el año anterior es virulenta sobre los cultivares más difundidos, por lo que representa un riesgo potencial. Frente a esta situación es importante el monitoreo de los cultivos desde estados tempranos de desarrollo. Los nuevos cultivares Danuta, AMBEV 488 y Quilmes Ainara tiene buen comportamiento frente a la enfermedad. Para el control de roya de la hoja de cebada, de menor importancia que la roya de la hoja del trigo, se recomienda el uso de cultivares con niveles de infección intermedio o resistentes.

En Brasil, la roya de la hoja es una de las principales enfermedades del cultivo de cebada, lo que indica que esta enfermedad puede ser potencialmente importante también en Uruguay. Es ese país se detectó virulencia sobre *Rph3* y *Rh12* en los años 1998 y 2003, respectivamente, probablemente causada por las mismas razas detectadas en nuestro país un año después. Esto demuestra que a pesar de la menor dinámica de la población de *P. hordei*, el patógeno es capaz de variar generando nuevas razas virulentas adaptadas a los cultivares más difundidos comercialmente.

En el trabajo de la Ing. Agr. Silvia Pereyra, "Uso de fungicidas en cebada", en esta publicación se presenta la información generada sobre control químico de la roya de la hoja de este cereal.

La estrategia que se está utilizando en mejoramiento por resistencia a roya de la hoja en trigo y cebada es el uso de fuentes de resistencia durable. Esta resistencia se expresa en el estado de planta adulta y es conferida por genes de efecto menor y aditivo. Se identificaron y se están utilizando activamente en cruzamientos materiales de trigo y cebada con este tipo de RPA, lo que permitirá en el mediano plazo, tener nuevos cultivares adaptados con resistencia durable a la roya de la hoja de estos cereales y estabilizar las poblaciones de los patógenos que las causan.

Oídio

El oídio del trigo y de la cebada es causado por patógenos diferentes: *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* y *B. graminis* f.sp. *hordei*, respectivamente. Los hongos del género *Blumeria* son patógenos biotróficos, dado que pueden nutrirse y crecer solamente sobre tejido vivo de los huéspedes que afectan (trigo en el caso de *B.g.* f.sp. *tritici* y cebada cultivada y especies de *Hordeum* silvestres en el caso de *B.g.* f.sp. *hordei*).

Estas enfermedades son comunes en áreas húmedas, pero han sido considerados de importancia secundaria en Uruguay, donde han producido infecciones de creciente importancia en los últimos años. El oídio ataca todas las partes aéreas de la planta, donde se observan masas de micelio y esporas blancas pulverulentas particularmente sobre el haz de las láminas. El envés de las hojas se vuelve amarillo a marrón. Las lesiones más viejas se oscurecen hasta adquirir un color gris amarillento y frecuentemente se producen cuerpos fructíferos visibles, pequeños y circulares casi negros (cleistotecios) entre las hifas del micelio. Las variedades susceptibles presentan coloraciones cloróticas y de color marrón acompañadas por micelio denso y esporulación se presentan en; las variedades más resistentes presentan solamente pequeñas manchas sin desarrollo micelial.

Las estructuras fructíferas sexuales (cleistotecios) poseen una cubierta exterior muy dura y actúan como estructuras de resistencia. Generalmente es necesario que transcurra un tiempo considerable a la intemperie para producir ascosporas maduras. Las ascosporas dentro de los cleistotecios pueden sobrevivir durante un largo tiempo si permanecen secas y pueden ser expulsadas bajo condiciones húmedas. Los cleistotecios que se desarrollan en plantas en crecimiento usualmente contienen ascas inmaduras. La importancia de las ascosporas como inóculo primario en nuestras condiciones no es clara. La otra fuente de inóculo primario es el micelio que sobrevive en plantas que permanecen vivas durante el verano, produciendo conidios asexualmente. El inóculo secundario (conidios) proviene de cultivares susceptibles donde el patógeno puede cumplir varios ciclos de infección (enfermedad policíclica). La producción de conidios se reduce marcadamente en colonias viejas. La producción de conidios es muy abundante y son la fuente de inóculo más importante epidemiológicamente. Los conidios son más sensibles a las condiciones ambientales que las ascosporas dentro de los cleistotecios y permanecen viables por pocos días. El oídio puede dispersarse sobre distancias considerables (cientos de Km.) por esporas transportadas por el viento desde los cleistotecios (ascosporas) en los residuos de cultivos o de las masas blancas de esporas que se producen sobre las hojas (conidiosporas).

La temperatura óptima para el desarrollo de ambos patógenos es de 15 a 22°C, temperaturas superiores a 25°C detienen su desarrollo. Los hongos causales de oídio no requieren de humedad libre sobre el follaje para la infección, pero requieren humedad relativa superior a 85% para que esta ocurra. En condiciones favorables el período de latencia es de 7 a 10 días. Al igual que en el caso de los hongos causales de royas, las precipitaciones fuertes retardan el desarrollo de la enfermedad por lavar el inóculo.

El oídio de trigo y cebada son enfermedades comunes en Europa y otras regiones del mundo. El trigo es raramente afectado tan severamente como la cebada. Los cultivos densos y en rápido crecimiento, con altos niveles de nitrógeno son más susceptibles a la infección de oídio.

La población de los patógenos está compuesta por patotipos o razas que difieren en su habilidad para infectar distintos cultivares. Los hongos pueden evolucionar rápidamente, apareciendo nuevas razas que pueden causar daños sobre variedades previamente resistentes. En las poblaciones del patógeno de Europa hay antecedentes de resistencia a los fungicidas más utilizados, que no son efectivos actualmente en dicho continente para el control de la enfermedad.

Para controlar el oídio se recomienda **utilizar variedades resistentes** y evitar aquellas altamente susceptibles. Las medidas **de manejo que permiten la descomposición o incorporan el rastrojo** permiten eliminar o disminuir el inóculo primario proveniente de los cleistotecios. Al igual que para la roya de la hoja del trigo, se recomienda la **eliminación de plantas voluntarias** de cultivares susceptibles para controlar la otra fuente de inóculo primario (conidios). Los cultivos que por su manejo posterior tienen alta probabilidad de presentar plantas voluntarias deberían sembrarse con cultivares resistentes si hay disponibilidad de estos. En materiales susceptibles, el **tratamiento con curasemillas** sistémicos proveen control por unas semanas después de la siembra. Cuando se presenta la enfermedad, se deben utilizar **fungicidas eficientes para el control de oídio**.

Oídio del trigo.

El Oídio del trigo no ha sido frecuente, aunque en los últimos años, principalmente en el norte del área de siembra, ha presentado infecciones intermedias a altas, que han permitido caracterizar el comportamiento de cultivares comerciales que se fueron evaluados en los ensayos de la red oficial de evaluación de cultivares del Convenio INIA/INASE (cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de infección y máxima lectura (1) y nivel de infección (2) de oídio en ensayos. 2001-2004.

Cultivares	Young	Promedio		Máxima		Nivel de Infección
	2001	2003	2004	Lectura	Año	
Ciclo Largo						
LE 2210-INIA Tijereta		17	3	25	2003	BI
LE 2245-INIA Gorrión		22	15	40	2004	I
LE 2255-INIA Gavilán		22	2	40	2003	I
LE 2271-INIA Torcaza		27	20	50	2004	IA
Bagette 10		--	0	0		B
Buck Guapo		--	--			--
Golia		--	--			--
Promedio		24	11			
Ciclo Intermedio						
Estanzuela Pelón 90	0	6	1.0	20	2003	BI
INIA Boyero	2	13	-	30	2003	IA
INIA Mirlo	0	10	1.1	30	2003	IB
LE 2193-INIA Caburé	0	14	9.0	30	2003	IA
LE 2249-INIA Churrinche	0	6	1.5	20	2003	BI
LE 2303-INIA Tero	--	0	0.2	0.5	2003	B
Klein Don Enrique	--	--	--	--	2003	--
Klein Martillo	--	--	--	--	2003	--
Onix	--	0	0.0	0	2003	B
Bagette 13 Premium	--	3	2.0	5	2003	B
Promedio	1.0	7.0	3.6			

(1): porcentaje de infección

(2): B: bajo, I: intermedio, A: alto

Existen varios cultivares comerciales de trigo con buen comportamiento frente a la enfermedad.

No existe información nacional sobre el uso de fungicidas para el control de oídio. La información brasilera indica que los mismos productos que son eficientes para controlar roya de la hoja, también controlan oídio, excepto Azoxystrobin +Nymbus (Picinini e Fernández, 2001). En Brasil se recomienda el uso de fungicidas cuando la incidencia foliar de oídio es de 20 a 25% a partir de elongación.

Oídio de la cebada

El oídio de la cebada presentó niveles importantes de infección en el año 2004, siendo una de las principales causas de aplicación de fungicidas en la zafra. En las primeras etapas del cultivo se presentaron problemas principalmente en la zona norte del país, con infecciones visibles en hoja bandera en espigazón en el caso de los cultivares más susceptibles. La información obtenida en el año 2004, complementada con la de años anteriores, permitió caracterizar el comportamiento de los cultivares comerciales de cebada frente a oídio (cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje de infección, máxima lectura (1) y nivel de infección (2) de oídio en ensayos. 2002-2004.

Cultivar	PNEC*			PMC**	Máxima		Nivel de Infección
	Young	Promedio	Promedio	2004	Lectura	Año	
	2002	2003	2004	Young			
FNC1	--	--	--	2	--		--
Perún	--	0	0	0	0		B
Norteña Carumbé	15	1	14	30	30	2004	IA
MUSA 016	8	2	--	--	10	2003	BI
MUSA 936	2	1	14	5	30	2004	IA
Quilmes Ayelén	0	--	0	0.5	0.5	2004	B
Norteña Daymán	5	1	6	5	10	2004	BI
CLE 202-INIA Ceibo	5	0	4	5	10	2004	BI
CLE 203-INIA Aromo	0	0	0	0	0.5	2004	B
Danuta	0	0	--	0	--		B
AMBEV 488	10	5	23	40	50	2004	A
Quilmes Ainara	0	--	--	0	--		--
Promedio	4.1	1.0	8.2	7.7			

(1): porcentaje de infección, (2): B: bajo, I: intermedio, A: alto

*: Programa Nacional de Evaluación de Cultivares, **: Programa de Mejoramiento de Cebada de INIA.

Existen varios cultivares comerciales de cebada con buen comportamiento frente a la enfermedad.

Dada la importancia adquirida por el oídio de la cebada en la zafra pasada, se comenzó a monitorear el rastrojo y plantas guachas de cultivares susceptibles para confirmar la presencia de cleistotecios, ascosporas y micelio, de forma de tener información sobre la fuente de inóculo primario de la enfermedad para la zafra 2005 (cuadro 9).

Cuadro 9. Presencia de cleistotecios, ascosporas y micelios en muestras de rastrojo y plantas guachas de cebada. 2005.

FECHA DE MUESTREO			ENERO			FEBRERO			MARZO		
MUESTRA	LOCALIDAD	CULTIVAR	CLEISTOTECIOS	ASCOSPORAS	MICELIO	CLEISTOTECIOS	ASCOSPORAS	MICELIO	CLEISTOTECIOS	ASCOSPORAS	MICELIO
RASTROJO	Colonia	MUSA 936	+	+	+	+	Ascas vacías	+	-	-	-
P.GUACHA	Colonia	MUSA 936	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RASTROJO	Colonia	AMBEV488	+	-	+	-	-	-	-	-	-
P.GUACHA	Colonia	AMBEV488	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RASTROJO	Colonia R12	MUSA 936				-	-	-	+	Ascas vacías	+
RASTROJO	Pydu R90 KM31	N. DAYMAN				-	-	-			
RASTROJO	Pydu R90 KM27.5	MUSA 936				-	-	-			
RASTROJO	Pydu R3 KM 382	N. DAYMAN				-	-	-			
RASTROJO	Pydu R26 KM 49.5	N.CARUMBE				-	-	-			
RASTROJO	Colonia R12	NE 0296				-	-	-			
P.GUACHA	Colonia R12	NE 0296				-	-	-			
RASTROJO	Colonia- San Pedro	MUSA 936				-	-	-			
P.GUACHA	Colonia- San Pedro	MUSA 936				-	-	-			
P.GUACHA	Santa Rosa	MUSA 936	-	-	-						
RASTROJO	Soriano	MUSA 936	-	-	-						
P.GUACHA	Soriano	MUSA 936	-	-	-						

Se evaluó un total de 16 muestras de rastrojo y plantas guachas de cebada. Tres muestras fueron recolectadas y evaluadas sólo en enero, ocho solo en febrero. El resto de las muestras fue recolectada y evaluada en más de una oportunidad (cuatro muestras fueron evaluadas mensualmente entre enero y marzo y una en febrero y marzo). Tres muestras de rastrojo presentaron cleistotecios y micelio de hongo, pero solo una de estas muestras obtenida en el mes de enero contenía cleistotecios con ascosporas, aunque muestreos posteriores detectaron cleistotecios y micelio pero ascas vacías. Las plantas guachas no presentaban micelio. El análisis de este año realizado hasta el momento, señala una baja sobrevivencia del patógeno durante el verano y una muy escasa producción de inóculo primario.

En el trabajo de la Ing. Agr. Silvia Pereyra, "Uso de fungicidas en cebada", en esta publicación se presenta información sobre control de oídio de este cereal.

Agradecimientos:

A Richard García y Elena Caballero por su apoyo técnico en la generación de información básica y manejo de datos en el área de royas de trigo y cebada.

Bibliografía consultada

COSTAMILAN, M.L. 2002. Metodologías para estudio de resistencia genética de trigo e de cebada a oídio. Brasil. EMBRAPA Trigo. 7 p. (Documentos online). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do14.htm. Acesso em 04 abr 2005.

- Díaz de Ackermann, M. 1996. Control químico de enfermedades en trigo. Boletín de Divulgación N° 62, INIA La Estanzuela. 24p.
- JOHNSTON, M. 1997. Powdery mildew. In Compendium of barley diseases. Mathre, D.E., ed. 2. ed. St. Paul, APS Press. p. 31-33.
- PEREYRA, S.; STEWART, S.; DIAZ DE ACKERMAN, M.1997. Oídio (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*; sin. *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*). In Manual de identificación de enfermedades en cereales de invierno. Montevideo, INIA. p.16-17. (Boletín de Divulgación no. 61).
- PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M. 2001. A importância do controle químico das doenças do trigo. Anuario Brasileiro do Trigo (Passo Fundo) v.1:30-31.
- REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA (23., 2003, Passo Fundo, RS, BR). 2003. Indicações técnicas para produção de cevada cervejeira: safras 2003 e 2004. Disponível: <http://www.cnpt.embrapa.br/cevada03/>. Acesso em 04 abr 2005.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO (36., 2004, Passo Fundo, RS, BR). 2004. Controle de doenças. In Indicações técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo. p. 110-124. Disponível: <http://www.cnpt.embrapa.br/rcsbpt04/http://www.cnpt.embrapa.br/rcsbpt04/trigo2004-2.pdf>. Acesso em 11 abr 2005.
- WALLWORK, H. 2000. Powdery mildew *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*. In Cereal leaf and stem diseases. Adelaide, SA, SARDI. p. 54-55.
- WALLWORK, H. 2000. Powdery mildew *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*. In Cereal leaf and stem diseases. Adelaide, SA, SARDI. p. 34-35.
- WIESE, M.V. 1987. Powdery mildew. In Compendium of wheat diseases. 2. ed. St. Paul, APS Press. p. 30-31.
- ZILLINSKY, F.J. 1984. Oídio (cenicilla polvorienta). In Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. México, D.F., CIMMYT. p. 85-86.

Componentes de la Calidad Industrial del Trigo

Daniel Vázquez¹

El trigo uruguayo tiene como destino final casi exclusivamente su utilización industrial para consumo humano. En la comercialización del grano se debe satisfacer los requisitos del cliente. En el sentido más amplio del concepto, se tiene un trigo de “buena calidad” cuando satisface los requisitos del comprador. Este es el criterio que se utilizará en este texto, aún reconociendo que lo que se entiende por “buena calidad” va a depender de las condiciones y el momento de la comercialización.

Existen dos fases claras del proceso industrial del trigo: molienda y panificación. Al comprar el trigo, el industrial molinero espera poder obtener la mayor cantidad posible de harina de buena calidad. Esta harina debe cumplir con los requisitos del panadero: poder producir un pan de buena calidad, sin necesidad del uso excesivo de aditivos. El proceso industrial es complejo, por lo que son complejas las exigencias que se le hacen a los trigos. Esto obliga a que al describir la calidad de una partida de trigo se deban incluir distintos parámetros, que se deben interpretar en conjunto.

El objetivo de la publicación presente es clarificar cuáles son los principales componentes de calidad industrial de trigo, así como una introducción sobre la influencia genética y ambiental sobre los mismos.

Calidad física

El productor y el comerciante de granos están en general habituados a hablar de la calidad física del grano. Este factor es importante ya que cuanto más sano sea el grano (sin enfermedades, ni picaduras, ni roturas, ni impurezas, etc.) mejor será el proceso industrial desde dos puntos de vista. Primero, mejor será la separación del endosperma amiláceo del resto del grano, y por consiguiente mayor será la extracción de harina. Segundo, con un grano sano no existirá ninguna interferencia durante el proceso industrial, por lo que contribuye a una mayor homogeneidad del producto final. El peso hectolítrico es un parámetro que resume los distintos componentes de la calidad física. Si bien existen diferencias entre los genotipos, las influencias ambientales (manejo, clima, enfermedades) son las más importantes en la calidad física.

Calidad molinera

Para poder extraer la mayor cantidad de harina posible, además de tener buena calidad física, el grano debe tener una textura (dureza) determinada. Cuando el grano es de un trigo “duro” la separación del endosperma será mucho mejor que cuando el grano es “blando”. Esta clasificación por textura tiene una clara influencia genética. Para determinar la dureza se utiliza un test denominado PSI (Particle Size Index), que da un valor bajo para trigos duros y uno alto para trigos blandos. En resumen, un trigo de buena calidad molinera deberá tener un grano duro y sano.

Calidad panadera

El proceso de panificación involucra distintas etapas: mezclado, leudado o fermentación y horneado. Cada etapa tiene características distintas, y por consiguiente los requisitos que se le exige a la harina para cada etapa también son distintos.

Existe un consenso general, y desde hace largo tiempo, que el principal componente de calidad panadera es la proteína (Finney y Barmore 1948, Shewry et al 2003). Por consiguiente, el contenido de proteínas, expresado como porcentaje, es el parámetro de calidad panadera más utilizado a nivel internacional. Cabe aclarar que a pesar de lo extensivo de su aplicación, en general el valor no se utiliza separado de otros factores (calidad física, tipo de trigo, nombre de variedad, etc.). El porcentaje de proteína usualmente oscila entre 9 y 15%, y a mayor porcentaje mejor calidad.

Pero no todas las proteínas presentes en el endosperma del grano del trigo contribuyen a la elaboración de un pan de calidad. La mayoría de ellas forman, al mezclarse harina con agua, una red tridimensional con propiedades viscoelásticas únicas denominada gluten. Dicho complejo proteico es

¹ QF, MSc, Laboratorio Calidad de Granos, INIA La Estanzuela. E-mail: dvazquez@le.inia.org.uy

capaz de retener entre 2 y 3 veces su peso en agua, lo que es bueno para el panadero ya que puede obtener mayor cantidad de pan por kilogramo de harina. Por consiguiente, un parámetro muy utilizado por la industria nacional es el contenido de proteínas formadoras de gluten expresado en porcentaje. Si bien el más utilizado es el valor del gluten más la cantidad de agua que puede absorber expresado como porcentaje (“gluten húmedo”), también se utiliza el valor porcentual sin agua (“gluten seco”). Los valores de gluten húmedo son en el entorno al triple del contenido proteico (25 a 40% en la mayoría de los casos), pero los valores de gluten seco deben ser necesariamente algo menores a los porcentajes de proteínas.

Además de la cantidad de proteínas formadoras de gluten, la calidad de las mismas juega un rol clave. Parámetros muy comunes son el Gluten Index (o índice de gluten) y el volumen de sedimentación con dodecil-sulfonato de sodio (SDS). El Gluten Index da una medida de la elasticidad del gluten húmedo: mayor valor significa más elástico. El volumen de sedimentación con SDS es un parámetro relacionado con las proteínas formadoras de gluten y su calidad: cuanto mayor es el valor mejor será la calidad panadera del trigo.

En general la relación entre las distintas proteínas formadoras del gluten y los requisitos que se le exigen a una masa para panificar es tan compleja, que más que utilizar valores obtenidos de análisis químicos, se realizan estudios reológicos de las masas. La reología es la ciencia que estudia el comportamiento de un cuerpo cuando es sometido a una deformación. Los métodos reológicos utilizados comercialmente en el estudio del trigo se pueden dividir en aquellos que estudian las propiedades del mezclado y los que estudian las propiedades extensionales de las masas.

Las propiedades de mezclado son analizadas por mixogramas o farinogramas. Diversos parámetros pueden ser obtenidos de ambos métodos. Entre ellos, se destaca el tiempo de mezclado: es el tiempo necesario para que la masa llegue a una consistencia máxima. Otro valor muy importante para el panadero es la cantidad de agua necesaria para obtener determinada consistencia, denominada absorción de agua. En el mixograma se obtiene una curva graficando la consistencia que se produce cuando se forma una masa mezclando harina con determinada cantidad de agua. Por lo tanto, cuanto mayor sea la altura del mixograma, mayor será la consistencia, y por consiguiente mayor la absorción.

El equipo más utilizado por la industria nacional panadera para definir la calidad de una harina es el alveógrafo. La harina a testearse se mezcla con agua y sal, y se obtienen discos de masa que se dejan descansar determinado tiempo, todo en condiciones claramente estandarizadas. Estos discos son inflados, y se obtiene una figura llamada “alveograma” (ver figura 1) al graficar la presión necesaria para inflar a flujo de aire constante versus el tiempo. De esta gráfica se obtienen cuatro parámetros. El área bajo la curva es proporcional a la energía necesaria para romper el globo formado (W), y es por sí solo el parámetro preferido por los panaderos para definir la calidad de una harina o trigo con un solo valor. Un mayor W permitirá obtener un pan de mayor volumen y mejor calidad. Los otros valores importantes son la mayor resistencia a la extensión (P, el máximo de la curva), la extensibilidad (el largo de la curva al momento de la rotura del globo) y la relación entre ambos (P/L).

Pero no solo la cantidad y calidad de las proteínas inciden en la calidad industrial. Un componente independiente es la actividad amilásica del trigo. Cuando se dan determinadas condiciones ambientales sobre genotipos sensibles, se inicia un proceso de germinación que produce actividad enzimática aún antes de que dicho proceso sea visible. Esta actividad afecta la aptitud industrial del trigo. El parámetro más utilizado para predecir esta actividad es el Falling Number: cuanto menor es el valor, mayor es la actividad enzimática. A su vez, existen otros parámetros de calidad como color de harina, contenido de cenizas, y muchos más, cada uno con su implicancia en el proceso industrial.

Influencia genética y ambiental sobre la calidad panadera

Tanto la cantidad como la calidad de las proteínas son los principales factores que intervienen en la calidad industrial. Mientras que la cantidad de proteínas depende fundamentalmente del ambiente, la calidad de las proteínas está claramente definida por la variedad. Pero eso no significa que una variedad que tenga componentes genéticos de buena calidad vaya a producir siempre partidas de buena calidad. Cuando las condiciones ambientales son tales que la acumulación de nitrógeno no es buena, el contenido final de proteína en grano será bajo, y por consiguiente la calidad industrial del trigo será mala.

A modo de ejemplo (Figura 2), se presenta el comportamiento de dos cultivares de INIA en cuatro ambientes, con datos que ya han sido publicados (Castro et al 2005). INIA Mirlo es una variedad de calidad aceptable, pero necesita de un alto contenido de proteína para que el valor de W pase de 200. Simultáneamente, INIA Tero, una variedad nueva y de mejor calidad panadera, tiene mayores valores de W al tener el mismo contenido de proteínas. Si bien tiene un buen valor de W con valores medios de proteína (11 a 12%), su calidad panadera es muy buena (W mayor a 300) cuando el contenido de proteína es aún mayor.

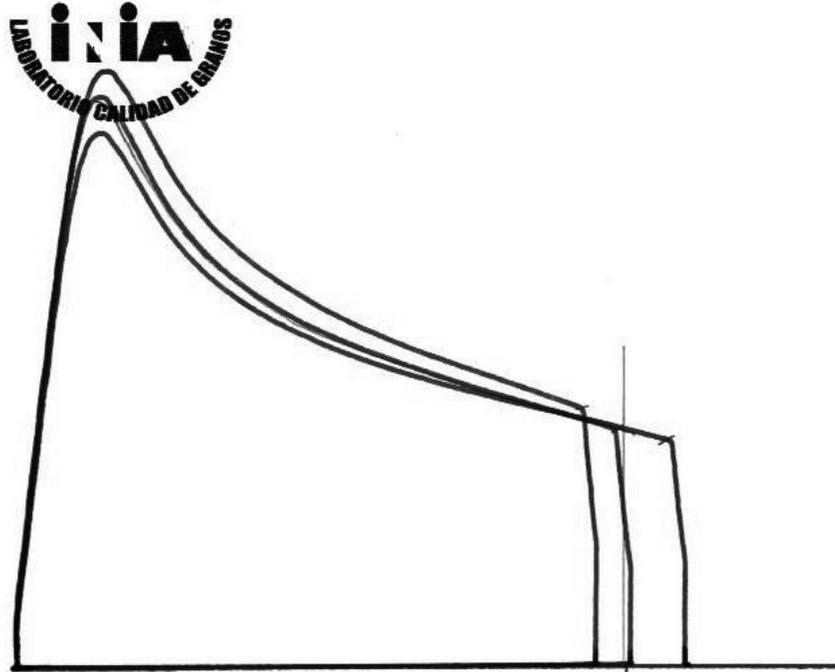


Figura 1. Alveograma tipo

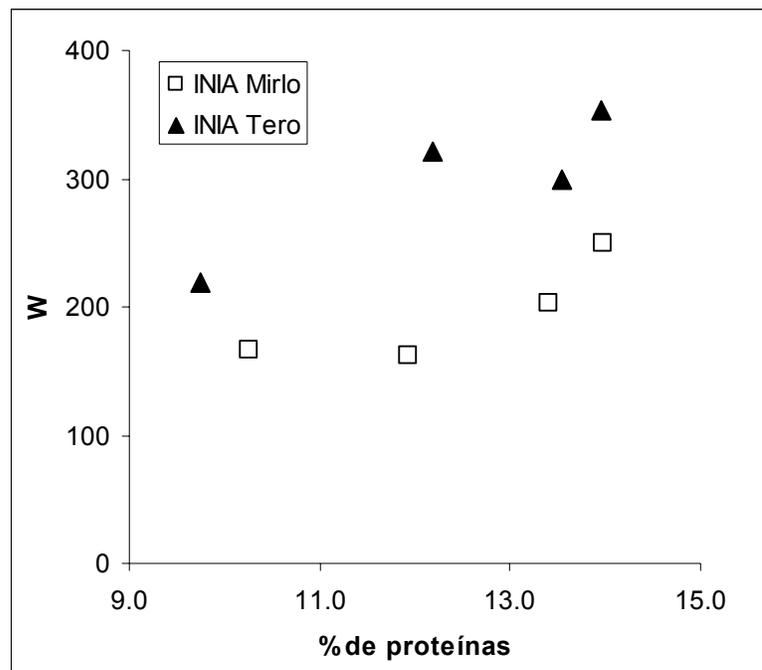


Figura 2. Relación entre W y % de proteínas de dos variedades de INIA.

Conclusiones

La calidad industrial del trigo es compleja y contiene diversos componentes. **La utilización de variedades adecuadas mejora la probabilidad de obtener granos de buena calidad. Simultáneamente, se deben dar condiciones ambientales apropiadas**, tanto sanitarias como de fertilización y climáticas, y el manejo post-cosecha (secado y almacenamiento) debe realizarse correctamente.

Referencias

- Castro, M., Díaz, M., Germán, S. y Vázquez, D. 2005. Resultados experimentales de evaluación para el registro nacional de cultivares, Trigo. IN: Resultados experimentales de evaluación de trigos y cebadas de los últimos tres años para el registro nacional de cultivares, 2002-2003-2004. Resultados experimentales N°2. 50p.
- Finney, K. F. y Barmore, M. A. 1948. Loaf volume and protein content of hard winter and spring wheats. Cereal Chem. 25: 291-312.
- Shewry, P.R. 2003. Wheat gluten proteins. En: "Wheat Gluten Protein Analysis". P.R.Shewry y G.L.Lookhart, ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA, pp. 61-89.

Calidad del grano de trigo: Fertilización con N y Otros Nutrientes

Ing. Agr. MSc. Adriana García Lamothe¹

Introducción

El ambiente y la disponibilidad de nitrógeno (N) son los factores de mayor influencia sobre la concentración de proteína del grano. Cualquier factor ambiental que acelere el envejecimiento de las hojas tiende a formar granos chicos con mayor concentración de proteína. El N que llega al grano proviene de la degradación de proteínas en las hojas que envejecen y mueren, pero no es la única vía, el N puede a su vez provenir de una nueva asimilación si las condiciones ambientales son favorables.

La progresiva liberación de los mercados ha vuelto relevante la calidad del grano de trigo para la comercialización. El programa Cultivos de Invierno de INIA La Estanzuela inició en 1998 una línea de trabajo con el objetivo mejorar la calidad panadera a través del manejo de la nutrición mineral del cultivo. Los experimentos pretenden establecer estrategias de fertilización (momento, fuente, formas de aplicación) e identificar deficiencias corregibles de otros nutrientes, que permitan mejorar la eficiencia de uso del N, incrementando la productividad del cultivo. Al presente se han evaluado en particular aplicaciones posteriores al encañado y métodos de diagnóstico de suficiencia de N.

Luego de años de trabajos experimentales se concluyó que aplicar el N entre espigazón y floración era más eficiente para incrementar la concentración de N en el grano, que aplicarlo en cualquier otro momento. El éxito de esta fertilización no obstante, era muy dependiente de las condiciones del año. Con déficit hídrico la respuesta a N tardío era escasa o nula.

Numerosos trabajos extranjeros demuestran que se puede mejorar la eficiencia de fertilizaciones con N en etapas tardías del cultivo mediante la forma de aplicación o fuente de N utilizada. Una fuente líquida depende menos de la humedad del suelo y de la actividad de las raíces. Por otro lado, una fuente que provea rápidamente de nitrato puede resultar ventajosa cuando la actividad de las raíces decae, como ocurre después de floración. Los resultados en La Estanzuela, no mostraron una ventaja significativa de la fertilización foliar. La urea foliar y también el UAN (mezcla en solución de urea y nitrato de amonio) produjeron en ocasiones daño al follaje y a espigas, y se atribuyó a este hecho el escaso éxito de estas prácticas. El nitrato de amonio (NA) en cambio, resultó ser la fuente más eficiente cuando la disponibilidad de agua fue buena. En esa situación la fertilización con N a floración fue más eficiente para aumentar el N del grano que fertilizaciones más tempranas.

El aumento del N en el grano que se obtiene mediante la fertilización tardía (finalizado el alargamiento de la caña) favorece la síntesis de proteínas insolubles del grano (gluten) mejorando la calidad panadera. La cantidad de proteína es importante en este sentido, pero también lo es la calidad, cierta relación de gliadinas y gluteninas confiere a la masa las propiedades reológicas (resistencia y extensibilidad) requeridas para la elaboración de pan. Se necesita un gluten fuerte y una medida de esa fortaleza es el valor W del alveograma (> a 150); en tanto que para una extensibilidad adecuada la relación P/L debe ser cercana a 1. La fertilización tardía en general aumentó el W, pero frecuentemente tendió a aumentar la relación P:L (> tenacidad). Este último aspecto deja alguna duda respecto al beneficio de las fertilizaciones tardías para mejorar la calidad del grano.

Aunque el N aplicado cerca de floración resultó más eficiente que el aplicado a la siembra o a inicio del macollaje, sólo en uno de tres años superó la eficiencia de la fertilización al inicio al encañado (Zacoks 31). Para un rendimiento de 5000 kg/ha, con la aplicación de 50 kg de N/ha como urea se elevó un punto porcentual la proteína del grano (20 % menos N que la aplicación a inicio del encañado), y casi 30 kg de N/ha si se aplicaba el N como NA.

La efectividad de las aplicaciones tardías de N es muy sensible al ambiente. La escasez de agua disponible en el suelo puede reducir la respuesta e incluso suprimirla, por lo que esta estrategia de fertilización debería recomendarse teniendo en cuenta el estado nutricional del cultivo y la disponibilidad de agua en el suelo o su probabilidad en base a pronósticos. Una herramienta para medir el primero en forma objetiva es el análisis foliar al inicio de la hoja bandera. Se ha determinado que con una concentración de N cercana a 2.7 %, el contenido de proteína del grano es probable sea adecuado para panificación.

¹ Ing. Agr. M. Sc. Suelos, INIA La Estanzuela. agarcia@le.inia.org.uy

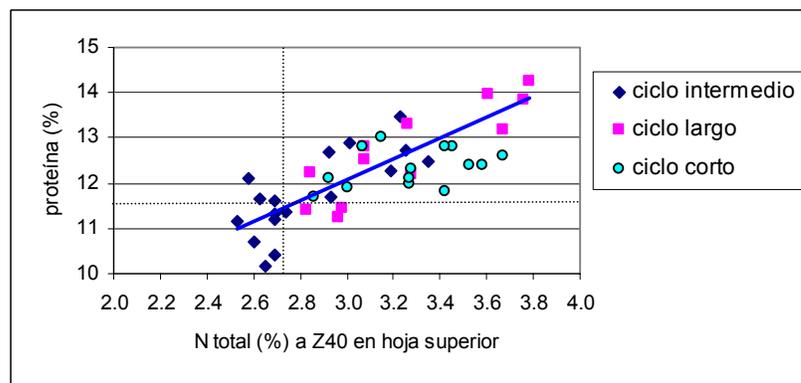


Figura 1. Relación entre la concentración de N en la hoja superior desarrollada de la planta de trigo cuando se inicia la hoja bandera y el % de proteína en el grano.

Dado que la fertilización en ese estado del cultivo es poco frecuente que cause incremento significativo del rendimiento, el beneficio económico de esta práctica depende del premio que se de por la proteína del grano, o que haya una exigencia estricta de los mercados para la comercialización.

En cultivares que han sido seleccionados considerando la calidad, la práctica de fertilizar al cultivo con la cantidad de N necesaria para lograr el óptimo económico, agregado de modo que una proporción importante (1/2 a 2/3) se difiera hacia fin de macollaje - inicio del encañado, ha demostrado ser una estrategia buena para mantener adecuado el nivel de proteína del grano. De esta forma se obtiene un alto rendimiento en grano con una concentración de proteína comúnmente igual o mayor a 11.5 % (figura 2). La limitante de esta estrategia es por un lado, la dificultad de establecer el rendimiento obtenible (los mapas de rendimiento pueden contribuir a predecirlo) y por otro, en chacra con limitada fertilidad, las dosis del nutriente requeridas pueden ser muy altas, y siempre existe el riesgo de una baja recuperación del nutriente lo que implicaría pérdida de productividad y contaminación ambiental.

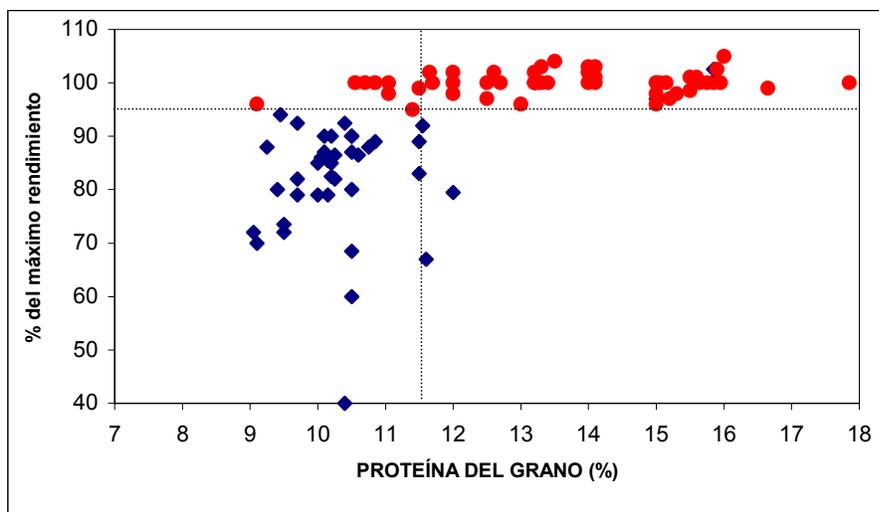


Figura 2. Relación entre la proteína del grano y la suficiencia de N en trigo. Goos et. al, Agron. J. 74:1982. Los rombos indican cuando el N fue insuficiente para obtener por lo menos el 95 % del máximo rendimiento.

Para reducir los riesgos de obtener grano con una concentración baja de proteína es esencial entonces que el cultivo disponga de N suficiente para satisfacer sus requerimientos. Si se aplica una cantidad subóptima de N en un suelo con medio o bajo poder de suministro, se puede promover una producción importante de granos (aumento en número de espigas probablemente no proporcional al incremento en biomasa), pero en etapas tardías del cultivo, el N removilizable al grano y/o el disponible para una nueva asimilación, puede ser insuficiente para que la concentración de proteína se mantenga en un nivel adecuado.

El problema surge también en años buenos para el desarrollo del cultivo, cuando se promueve una producción elevada de granos por unidad de superficie, prolongado período de llenado del grano, pero el N acumulado en el follaje y el proveniente del suelo en etapas tardías es insuficiente para cubrir la demanda de esos granos formados. En SD es frecuente que esto ocurra, en esta situación parecen estar involucrados además fenómenos de inmovilización de N. El fraccionamiento del N hacia fin del macollaje aumenta la disponibilidad del nutriente en esos momentos críticos, no solo porque reduce pérdidas de N anteriores, sino que también aumenta la cantidad de macollos fértiles y su materia seca individual.

Los resultados de los trabajos conducidos con el objetivo de mejorar la calidad apuntan en una dirección: la necesidad de aumentar el N disponible en etapas tardías del cultivo. La fertilización del cultivo con la dosis requerida para obtener el óptimo rendimiento, o la fertilización a floración son vías de hacerlo. El uso de fertilizantes de liberación lenta, si aportaran al cultivo la cantidad de nutriente adecuada durante todo su ciclo, podría ser una alternativa muy práctica. La efectividad de una fuente de este tipo se estudió en el 2004 y resultados preliminares se presentan en esta publicación.

Fertilización con N en Trigo bajo siembra directa: Urea vs. fuente de liberación lenta y el efecto de micronutrientes

Adriana García Lamothe

Introducción

El requerimiento de nutrientes de un cultivo con siembra directa (SD) es igual al del cultivo con laboreo convencional (LC) si el rendimiento es el mismo, pero la disponibilidad de los nutrientes puede no serlo, pues el laboreo altera el ambiente en el que crecen las plantas al modificar entre otros factores, la actividad biológica del suelo, la dinámica de los nutrientes y el crecimiento de las raíces. La presencia de residuos incide sobre la disponibilidad de agua en el suelo, el ciclo de los nutrientes, la población de organismos patógenos y benéficos. Bajo SD el suelo se mantiene más húmedo y frío y con menor aireación. El ambiente es favorable para el crecimiento de los organismos responsables de la mineralización, pero con temperatura más baja y menos oxígeno la tasa de descomposición de los residuos puede ser más lenta. Este hecho contribuiría a explicar la acumulación menor de N inorgánico en SD respecto a LC, además de las pérdidas de N, que pueden ser mayores en SD, e incluso la inmovilización neta de N.

La presencia de residuos en superficie en SD reduce el escurrimiento del agua y mejora la infiltración pudiendo aumentar el lavado de nitrato en el perfil del suelo. El ambiente más húmedo, menos aireado y rico en carbono fresco es más favorable para la denitrificación que con LC, pero en contraposición, la concentración de nitrato susceptible a perderse por estas vías es menor bajo SD. De la misma forma que para el N del suelo, es esperable ocurran diferencias en la eficiencia de recuperación del N proveniente del fertilizante. Se ha observado que bajo SD la eficiencia de uso del N es mayor que en LC cuando se aplican dosis altas pero menor con dosis bajas de N. El hecho sugiere que la inmovilización puede ser un fenómeno importante en la regulación del N disponible para el cultivo, satisfecha la demanda microbiana, el cultivo bajo SD podría ser más eficiente que el cultivo con LC por mayor disponibilidad de agua y otros nutrientes.

La rápida liberación de N desde la urea puede promover pérdidas importantes del nutriente cuando se aplica en superficie, sobre restos vegetales o sobre al cultivo. Si el trigo tiene un desarrollo más lento, las pérdidas pueden ser mayores pues parte del N liberado no podrá ser absorbido rápidamente. El fraccionamiento del N se recomienda para minimizar estas pérdidas. Sin embargo el uso de una fuente de liberación lenta podría resultar más práctico y eficiente si el aporte de N estuviese en sincronía con la demanda del cultivo, y además asegurara una buena disponibilidad de N en etapas tardías. Esta resulta esencial para mantener la calidad del grano, y parece una limitante de la SD.

Al igual que la dinámica del N, la disponibilidad de otros nutrientes puede verse afectada por modificaciones de propiedades del suelo. Variaciones en pH, en la distribución de las raíces, en descomposición de los residuos, temperatura, compactación, etc., pueden inducir deficiencias o excesos poco frecuentes bajo LC, que afecten el rendimiento y/o la calidad del grano, en forma directa o indirecta. Un efecto indirecto sería por ejemplo, la mayor o menor susceptibilidad del cultivo a enfermedades. La presencia de rastrojo en SD aumenta la presión de varias enfermedades y es conocido el efecto de algunos nutrientes sobre la resistencia del cultivo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de uso del N proveniente de una fuente de liberación lenta, respecto a la de la urea comúnmente utilizada. A su vez se quiso explorar la posibilidad de hubiese deficiencia de micronutrientes operando en contra de un uso eficiente del N del fertilizante puesto que había antecedentes en tal sentido.

Materiales y Métodos

Se instalaron en INIA La Estanzuela en el 2004 cuatro experimentos en chacras con diferentes historias agrícolas. Dos experimentos se sembraron sobre rastrojo de moa en un sitio recientemente incorporado a SD, y antes manejado con rotación cultivo-pasturas; el 7 de junio se sembró I. Gorrión (ciclo largo) y el 14 de julio I. Churrinche (ciclo intermedio). En fechas similares se sembraron en sistemas con más de 10 años de SD, I. Gorrión sobre el rastrojo de maíz de una rotación agrícola continua, e I. Churrinche sobre un rastrojo de girasol, en una rotación que alternaba cultivos y T. Rojo.

Cuadro 1. Datos de análisis de suelo en los sitios experimentales.

Sitio Experimental.	P-Bray	pH	N-NO3	Cu	Fe	Mn	Zn	B	PMN
SD (+)	24	5.9	7.7	2.37	95	35	0.60	0.79	40
Sistemas SD									
I.Gorrión	45	6.0	5.9	2.81	101	32	0.66	0.87	17
I.Churrinche	29	5.7	12.0	2.38	80	55	0.91	0.78	20

(+) Siembra directa en sitio manejado hasta el 2002 con laboreo convencional y rotación cultivo-pasturas

Los tratamientos consistieron en:

a) dosis crecientes de N (0, 30, 60, 90, 120 y 150 kg/ha) aplicado como urea, o como fertilizante de liberación lenta luego de emergido el cultivo. Se utilizó ENTEC 26, fertilizante con una molécula inhibidora de la nitrificación, que a medida que se degrada (4 a 8 semanas) permite progresivo suministro de nitrato.

b) aplicación de N como urea fraccionada: 60 kg de N/ha a emergencia y refertilización al inicio del encañado con 0, 30, 60 o 90 kg de N/ha (dosis total de N: 60, 90, 120 y 150 kg/ha),

c) 2 aplicaciones de fertilizante foliar con micronutrientes (Fertrilón Combi al 2 %) en parcelas con 60, 90, 120 y 150 kg de N/ha (fraccionado, igual al trat. b), la primer aplicación se hizo a mediados del macollaje y la segunda pre-espigazón.

Resultados Preliminares

Rendimiento en grano

En los experimentos sembrados sobre rastrojo de moa la respuesta a N fue muy importante y lineal. Se determinó un incremento de 100 % o mayor cuando se aplicaron 150 kg de N/ha, con rendimientos máximos de grano de trigo del orden de los 6000 kg/ha.

En el experimento sembrado en junio con I. Gorrión la aplicación de urea fraccionada entre emergencia e inicio del encañado tendió a mejorar la eficiencia de uso del N, la que se estimó de la curva de respuesta ajustada, en 24 kg de grano por kg de N aplicado. Levemente inferior fue la eficiencia del fertilizante de liberación lenta (21 kg de grano por kg de N aplicado), pero a dosis bajas esta fuente no aportó al cultivo suficiente N. La estrategia que tendió a ser menos eficiente fue la aplicación de urea al inicio del desarrollo del cultivo, aunque también fue económicamente muy redituable puesto que con ella se obtuvieron 18 kg de grano por kg de N aplicado (figura 1), muy por encima de la relación actual de precios insumo:producto.

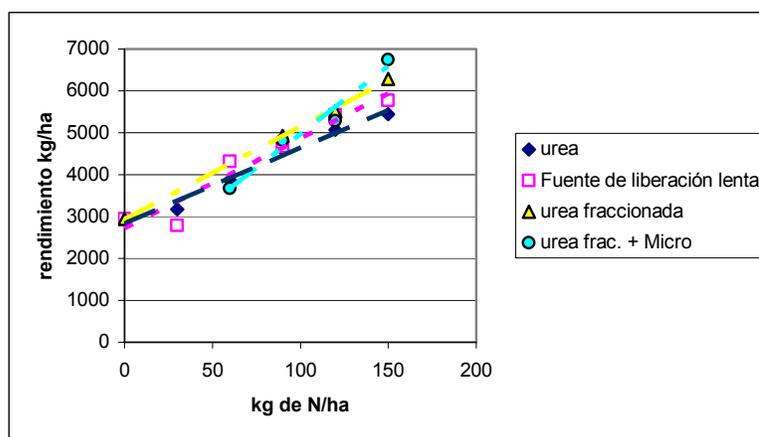


Figura 1. Respuesta a N en I. Gorrión sembrado en junio con SD sobre rastrojo de moa.

Aunque con la aplicación de micronutrientes y las dosis más altas de N se obtuvo el rendimiento más alto, el efecto de los micronutrientes no fue estadísticamente significativo (por datos ver apéndice).

En el experimento sembrado 40 días después con I. Churrinche en el mismo sitio experimental, la eficiencia de uso del N fue prácticamente igual con una u otra estrategia de fertilización, obteniéndose 24 kg de grano por kg de N aplicado. No obstante también en este caso se observó que a la dosis más baja de N (30 kg/ha) como Entec 26, debió aportar muy poco N al cultivo ya que este tratamiento rindió casi lo

mismo que control sin N.

La diferencia entre las tenencias observadas en estos dos experimentos pareció estar explicada por el mayor tiempo de exposición del N del fertilizante a procesos de pérdida en el cultivo que se sembró antes. De hecho las precipitaciones luego de la siembra de junio fueron abundantes creando condiciones de exceso de agua en el suelo.

No se observó ningún efecto de la aplicación de micronutrientes en este caso, por lo que su disponibilidad en el suelo debió ser suficiente para cubrir la demanda del cultivo. Las diferencias entre los resultados del cultivo sembrado en junio y julio aunque podrían ser varietales, es más probable que se debieran a diferentes condiciones ambientales en etapas tempranas del cultivo influyendo sobre la disponibilidad de los micronutrientes (exceso de agua y las temperaturas más bajas en la siembra de junio).

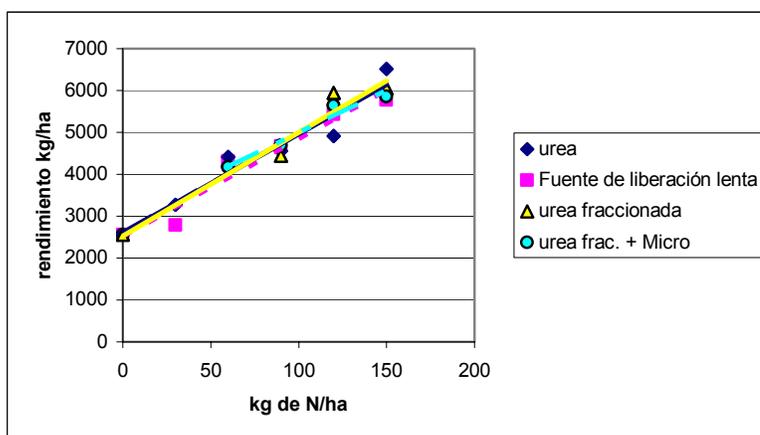


Figura 2. Respuesta a N en I. Churrinche sembrado en julio en un sistema recientemente incorporado a SD, cultivo antecesor moa luego de pradera.

En los sistemas de SD más estabilizados, la respuesta a N fue de menor magnitud. En el cultivo sembrado en junio (I. Gorrión) fue baja cuando se usó urea a la emergencia o cuando se fraccionó ésta entre emergencia e inicio del encañado. Con el fertilizante de liberación lenta la eficiencia de uso de N tendió a ser mayor, estimándose en 11 kg de grano por kg de N aplicado (figura 3). El efecto de esta fuente de N sobre el rendimiento en grano, estuvo explicado principalmente por un mayor número de espigas.

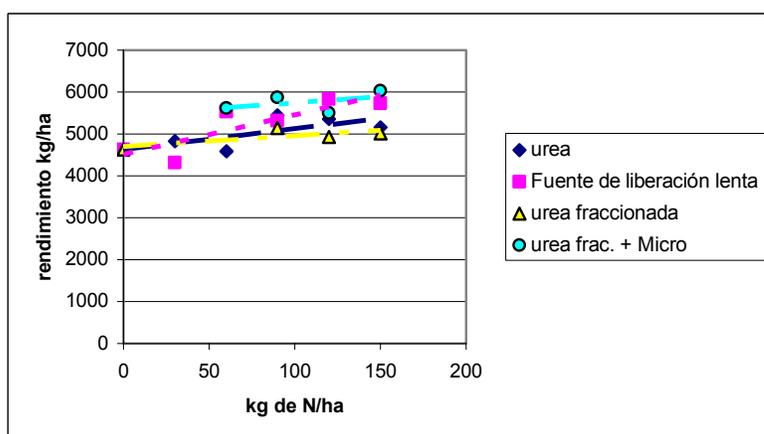


Figura 3. Respuesta a N en I. Gorrión sembrado en julio sobre rastrojo de maíz para grano, en un sistema con varios años de SD y agricultura continua.

La aplicación de micronutrientes tuvo efecto significativo sobre el rendimiento en grano, también al favorecer la producción de espigas y de granos por espiguilla, mejorando la eficiencia de uso del N de la urea fraccionada. Este resultado sugirió deficiencia de micronutrientes, la que podría haber sido inducida por un cambio en la condición del suelo resultante de la fertilización con urea (v.g. cambio en pH).

Resultados similares se obtuvieron en el experimento sembrado en julio con I. Churrinche (figura 4). La eficiencia de la fertilización con urea a la emergencia o fraccionada entre emergencia e inicio del encañado fue muy baja (2.7 kg de grano por kg de N aplicado), resultando antieconómica. En cambio, cuando se trató al cultivo con micronutrientes, se obtuvieron rendimientos significativamente mayores, lográndose una eficiencia máxima cercana a 20 kg de grano por kg de N (1000 kg/ha de grano).

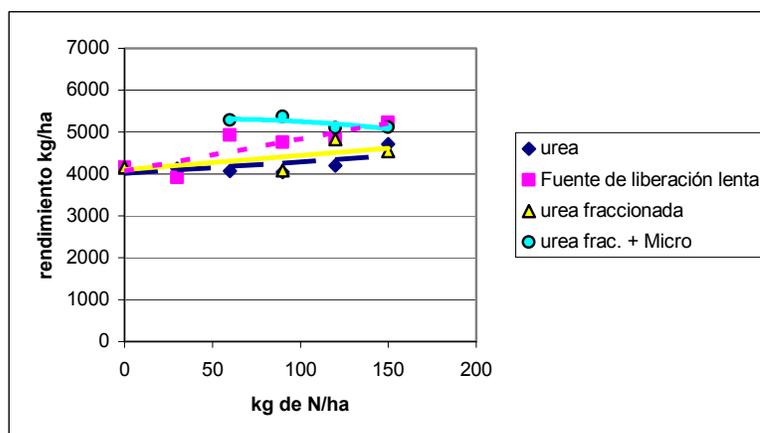


Figura 4. Respuesta a N en I. Churrinche sembrado en julio sobre rastrojo de Girasol en un sistema de más de 10 años de SD.

Con el fertilizante de liberación lenta la eficiencia de uso de N fue de 7.6 kg de grano por kg de N aplicado, significativamente mayor ($P < 0.08$) a la de la urea aplicada a la emergencia o fraccionada.

También en este caso hubo respuesta significativa a la aplicación de micronutrientes debida a un incremento en el número de espigas por unidad de área. El beneficio de esta aplicación tendió a ser menor a dosis altas de N probablemente por la mayor incidencia de roya en esa situación. Cabe mencionar que el ataque de este patógeno aumenta a mayor densidad de plantas y disponibilidad de N, y aunque se hizo un tratamiento con fungicida, no se logró la protección total del cultivo.

En vista de estos resultados la superioridad de la fuente de liberación lenta no pareció deberse al menos principalmente, a una reducción en las pérdidas de N sino que su aplicación al suelo aparentemente, no habría tenido el efecto negativo sobre la disponibilidad de otros nutrientes de la urea, lo que permitió un uso más eficiente del nutriente.

Cuadro 2. Rendimiento en kg/ha de tratamientos con urea fraccionada con y sin aplicación de micronutrientes (promedio dosis de N). Los valores precedidos de igual letra en la columna no son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).

Tratamientos	SD reciente		SD estabilizado	
	I. Gorrión	I. Churrinche	I. Gorrión	I. Churrinche
Urea fraccionada	5579 a	5482 a	5030 b	4484 b
Urea fraccionada + micronutrientes	5616 a	5396 a	5798 a	5193 a

Los resultados de este trabajo sugieren que en sistemas intensivos con SD es probable encontrar deficiencia de micronutrientes, que podría reducir la respuesta al N aplicado. Esto no implica que el nivel de estos nutrientes haya caído significativamente en el suelo debido a la extracción de los cultivos, aunque podría ocurrir, pero no fue el caso. Simplemente si las condiciones ambientales no son ideales para el desarrollo de las raíces (v. g. baja temperatura, compactación, exceso de agua) la disponibilidad de aquellos nutrientes que se mueven por difusión puede verse comprometida, de modo que un contenido marginal de ellos en el suelo, como el que se determinó para Cu y Zn, agravado por ejemplo, por una modificación del pH, podría interferir con la respuesta a N reduciendo su eficiencia de uso.

En los dos últimos casos discutidos en este trabajo la aplicación de micronutrientes resultó en promedio en un incremento del rendimiento de 700 kg/ha (cuadro 2), y estuvo explicado principalmente por un incremento en el número de espigas por metro cuadrado (cuadro 3, y Apéndice). La deficiencia de Zinc

bajo SD había sido diagnosticada en estudios anteriores, pero podría tratarse de una deficiencia compleja inducida.

Esta situación no se dio en los dos primeros experimentos, donde evidentemente la disponibilidad de estos nutrientes para el cultivo fue mayor (aunque así no se desprende del análisis de suelo), pero se observó una leve tendencia en uno de ellos, el de ciclo largo, en donde las condiciones para el desarrollo inicial de cultivo es posible hayan sido menos favorables. Cabe mencionar que en este sitio experimental el suelo se había descompactado con paraplow en la primavera anterior, lo que pudo incidir sobre los resultados obtenidos, y además, había un rastrojo relativamente fresco descomponiéndose y liberando nutrientes.

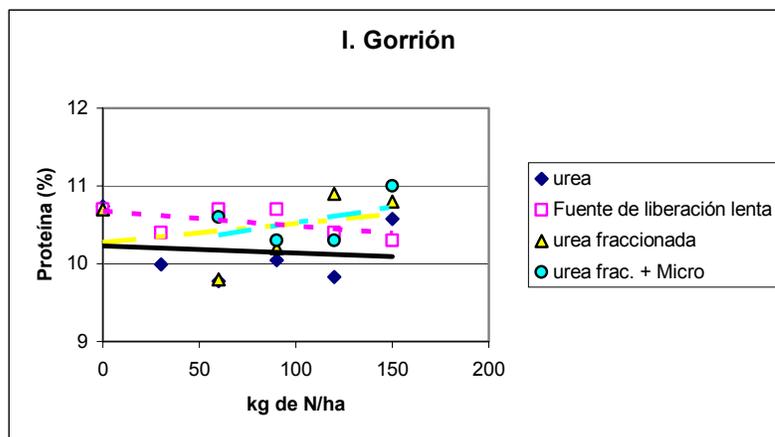
Cuadro 3. Espigas por metro cuadrado en tratamientos con urea fraccionada con y sin aplicación de micronutrientes (promedio de 3 dosis de N).

Espigas/m ²	SD reciente		SD estabilizado	
	I. Gorrión	I. Churrinche	I. Gorrión	I. Churrinche
Urea fraccionada	490	467	485	418
Urea fraccionada + micronutrientes	518	497	537	467

Proteína del grano

En el experimento sembrado en junio con I. Gorrión sobre rastrojo de moa no hubo efecto estadísticamente significativo de los tratamientos sobre la proteína del grano, pero se observó una tendencia de la urea aplicada a la emergencia a dar valores de proteína más bajos que las otras estrategias, lo que concuerda con el hecho de que fuese ésta la fuente de N menos eficiente. La respuesta a N en rendimiento había sido lineal, sin alcanzarse los máximos y por consiguiente su impacto sobre la proteína era previsible fuera escaso (figura 5).

Lo mismo podría haberse esperado para el caso de I. Churrinche, pues la respuesta a N en grano fue similar, sin llegar a un máximo, pero en cambio hubo efecto positivo del N sobre la proteína del grano cuando se fertilizó con urea fraccionando la dosis. Diferencias originadas a partir de una mayor recuperación del N aplicado temprano podrían explicar estos resultados, también un menor consumo de agua, ya que hubo cierto déficit hídrico en etapas tardías, podría haber favorecido la asimilación tardía del nutriente (mayor mineralización y acceso del N a las raíces).



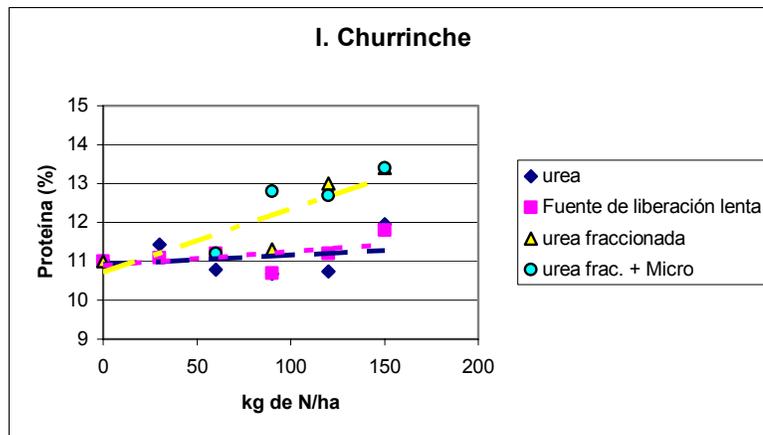


Figura 5. Efecto de los tratamientos sobre la concentración de proteína del grano en los experimentos sembrados en un sistema anteriormente manejado con convencional y rotación de cultivos y pasturas.

En los experimentos instalados en los sistemas de SD de más de 10 años, no se observó una respuesta importante al N en concentración de proteína del grano pero lo tenores alcanzados fueron más altos. En este caso cabría también la explicación dada en el caso anterior en cuanto a mayor disponibilidad de agua). En churrinche los valores fueron cercanos o por encima de 11.5 % y con una tendencia a aumentar con dosis altas de N, luego de un efecto de dilución causado por las dosis más bajas (figura 6). Este fenómeno de dilución no se observó en I. Gorrión a las dosis bajas de N pero sí con la aplicación de micronutrientes.

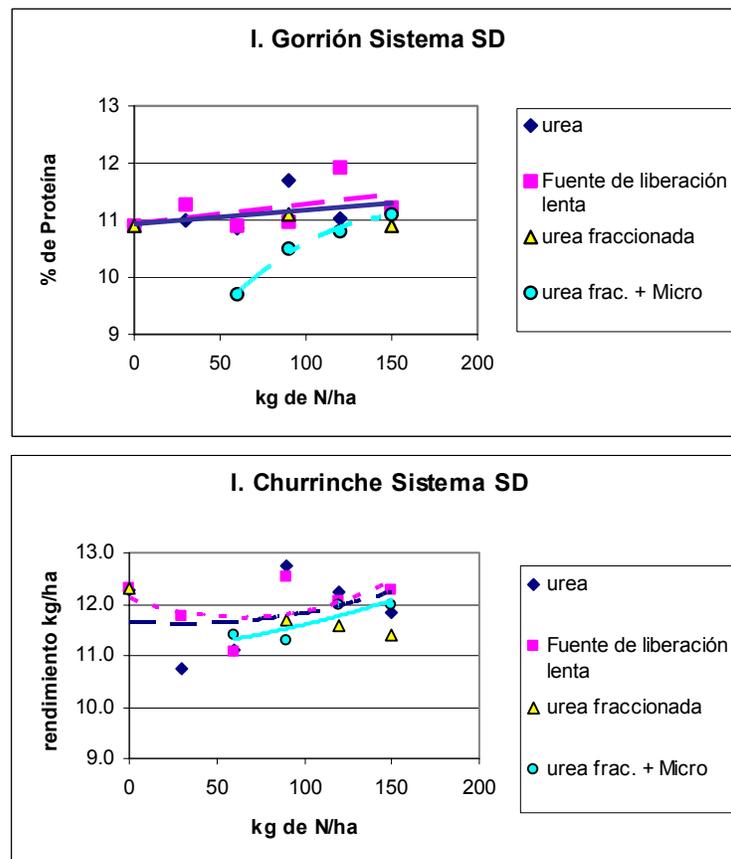


Figura 6. Efecto de los tratamientos sobre la proteína del grano en los experimentos sobre sistemas con siembra directa.

No se vio una ventaja clara del fertilizante de liberación lenta en el sentido de aumentar el % de proteína como hubiese sido el caso de mejorar la disponibilidad de N en etapas tardías, una de las

hipótesis que se quería probar en este trabajo, pero tampoco dio valores menores de proteína.

El efecto de esta fuente de N sobre el rendimiento en grano, estuvo explicado en general por un mayor número de espigas o del tamaño de las espigas, lo que debió responder a una mayor disponibilidad de N cuando se definieron esos componentes, pero probablemente no aumentó el N disponible en etapas tardías. Podría pensarse que aplicando esta fuente a fin del encañado se mejoraría esta disponibilidad, pero la demanda de N en ese estado del cultivo es muy alta y el aporte inicial de la fuente de liberación lenta puede ser insuficiente para maximizar el rendimiento en grano.

En el caso de la aplicación de micronutrientes resultó evidente que su impacto sobre el rendimiento produjo granos con menor concentración de proteína (fenómeno de dilución). Este hecho sugiere que durante el llenado del grano, el N fue insuficiente a pesar de las altas dosis aplicadas, pero la tendencia observada para la proteína fue de aumentar con mayor disponibilidad de N.

APENDICE: Rendimiento y componentes del rendimiento

Experimento: I. Gorrión sobre rastrojo de moa

Fuente de N	Dosis N kg/ha	Rend. kg/ha	Espigas /m2	espiguillas/ Espiga	PMG (gramos)	granos/ espiga	granos/ Espiguilla	Granos /m2
Urea	0	2942	363	16.7	37.3	32.6	2.0	7941
	30	3169	412	18.1	34.6	32.4	1.8	9136
	60	3871	445	18.1	35.8	31.3	1.7	10833
	90	4594	473	18.3	35.3	33.8	1.8	13029
	120	5070	454	18.9	34.2	35.7	1.9	14917
	150	5437	426	17.4	35.0	31.4	1.8	13265
Entec26	30	2781	371	16.3	34.8	27.7	1.7	7972
	60	4314	423	17.8	35.6	34.5	1.9	11213
	90	4672	502	18.2	34.8	32.1	1.8	13422
	120	5431	467	18.6	33.8	34.7	1.9	16141
	150	5772	533	19.1	34.9	33.5	1.7	16520
Urea fraccionada	90	4932	373	18.5	35.1	34.8	1.9	14052
	120	5519	533	19.6	35.4	39.0	2.0	15564
	150	6285	564	19.1	34.8	38.1	2.0	18086
Urea fraccionada + micronutrientes	60	3671	435	18.4	35.8	30.4	1.7	10234
	90	4819	448	18.3	34.7	32.2	1.8	13928
	120	5289	500	18.3	33.9	35.6	1.9	15597
	150	6740	607	19.2	35.3	38.9	2.0	19126

Experimento: I. Churrinche sobre rastrojo de moa

Fuente de N	Dosis N kg/ha	Rend. kg/ha	Espigas /m2	espiguillas/ Espiga	PMG (gramos)	granos/ espiga	granos/ Espiguilla	Granos /m2
Urea	0	2560	405	13.4	34.7	25.6	1.9	7385
	30	3268	463	15.1	34.8	29.7	2.0	9381
	60	4411	342	17.1	35.6	36.8	2.1	12396
	90	4563	382	16.9	34.8	35.9	2.1	13130
	120	4920	472	17.8	35.9	39.0	2.2	13698
	150	6515	488	18.4	36.0	42.8	2.3	18097
Entec26	30	3210	452	16.2	35.5	34.2	2.1	9043
	60	4044	517	17.7	36.2	35.0	2.0	11180
	90	4789	435	18.2	35.8	40.1	2.2	13395
	120	5099	516	17.1	36.3	37.4	2.2	14065
	150	6505	544	17.6	35.2	39.6	2.3	18496
Urea fraccionada	90	4444	421	17.0	36.2	37.7	2.2	12287
	120	5948	476	17.7	36.2	41.0	2.3	16447
	150	6055	503	17.4	37.0	40.4	2.3	16365
Urea fraccionada + micronutrientes	60	4167	444	17.1	35.4	36.6	2.1	11765
	90	4680	497	17.4	36.8	39.8	2.3	12734
	120	5649	493	18.2	36.7	43.1	2.4	15405
	150	5858	516	17.5	36.0	40.9	2.3	16272

Experimento: I. Gorrión en sistema de SD

Fuente de N	Dosis N kg/ha	Rend. kg/ha	Espigas /m2	espiguillas/ espiga	PMG (gramos)	granos/ espiga	granos/ Espiguilla	granos /m2
Urea	0	4628	398	18.6	34.8	33.5	1.8	13318
	30	4831	400	18.5	35.2	33.7	1.8	13737
	60	4579	425	18.8	35.7	31.9	1.7	12839
	90	5436	538	19.2	35.9	34.7	1.8	15136
	120	5364	535	19.3	34.6	37.0	1.9	15509
	150	4881	599	18.8	37.1	36.3	1.9	13146
Entec26	30	4309	472	18.9	35.6	31.8	1.7	12109
	60	5525	514	19.1	35.8	34.9	1.8	15453
	90	5314	443	19.5	35.0	37.4	1.9	15183
	120	5826	495	19.3	34.8	36.6	1.9	16727
	150	5735	514	19.3	34.8	35.5	1.8	16465
Urea Fraccionada	90	5150	485	19.7	35.7	33.5	1.7	14438
	120	4925	460	18.7	36.1	31.4	1.7	13648
	150	5015	514	19.7	34.4	35.6	1.8	14573
Urea Fraccionada + micronutrientes	60	5612	457	18.9	35.6	35.9	1.9	15772
	90	5876	526	18.5	35.1	34.6	1.9	16748
	120	5494	581	19.9	35.4	36.8	1.9	15511
	150	6025	504	19.5	35.2	35.0	1.8	17132

Experimento: I. Churrinche en sistema de SD

Fuente de N	Dosis N kg/ha	Rend. kg/ha	Espigas /m2	espiguillas/ espiga	PMG (gramos)	granos/ espiga	granos/ Espiguilla	granos /m2
Urea	0	4160	411	17.5	38.3	37.4	2.1	10877
	30	4135	441	18.2	38.6	39.6	2.2	10717
	60	4074	458	18.9	38.5	40.5	2.1	10582
	90	4038	426	18.2	39.0	39.3	2.2	10355
	120	4206	416	18.5	37.8	39.9	2.2	11143
	150	4712	326	17.3	39.4	37.8	2.2	11967
Entec26	30	3908	403	17.3	38.6	36.4	2.1	10128
	60	4932	448	18.4	39.3	37.5	2.0	12540
	90	4750	403	17.6	38.2	37.9	2.1	12445
	120	4852	486	18.5	38.8	41.2	2.2	12495
	150	5235	472	18.2	39.2	41.5	2.3	13366
Urea Fraccionada	90	4080	415	18.0	38.1	41.3	2.3	10713
	120	4830	430	17.7	38.9	38.4	2.2	12411
	150	4363	410	18.3	38.0	35.2	1.9	11482
Urea Fraccionada + micronutrientes	60	5280	360	17.6	40.3	39.1	2.2	13119
	90	5368	479	18.3	39.3	38.9	2.1	13675
	120	5103	404	18.4	39.5	40.8	2.2	12919
	150	5110	518	18.4	38.3	40.1	2.2	13360

Efecto de diferentes estrategias de fertilización sobre el rendimiento y la calidad del trigo en sistemas con siembra directa

Adriana García Lamothe

Introducción

La intensificación de la agricultura aumenta el uso de fertilizantes. El nitrógeno (N) es el insumo de mayor costo en el sistema de producción y un mal uso del mismo crea problemas de contaminación ambiental. Por lo tanto, la sostenibilidad un sistema productivo depende en gran medida de la eficiencia de la fertilización con N. En el caso del trigo, el N afecta la productividad del cultivo no sólo a través de la obtención de alto rendimiento sino también por su efecto sobre la calidad. El objetivo principal de este trabajo es mejorar las recomendaciones de manejo del N para trigo con siembra directa (SD). Los objetivos específicos: estudiar la respuesta al nutriente, dosis y momentos de aplicación, sobre el rendimiento y la calidad del grano, y la posible interferencia del zinc (Zn), de contenido marginal en el suelo, de cuya deficiencia había antecedentes.

Materiales y Métodos

En el 2003 se instalaron 3 experimentos bajo SD, dos en un sistema con rotación continua de cultivos y otro con una rotación que incluía trébol rojo. La fertilización a la siembra fue 120 kg/ha de 18-46-0, la densidad de siembra 80 a 100 kg de semilla /ha.

Los tratamientos consistieron en una combinación factorial de 2 niveles de N a Z22 (sin N y 50 kg/ha) y 4 a Z31 (0, 50, 100 y 150 kg/ha). En parcelas fertilizadas con 100 kg de N/ha (dosis estimada para el óptimo económico) se evaluó: 1) la aplicación de N a hoja bandera (30 kg/ha), 2) la aplicación de N a floración (30 kg/ha), 3) aplicación de N a hoja bandera y a floración (30 + 30 kg/ha), y 4) idem al 3 pero además con aplicación de Zn al comienzo del macollaje como fertilizante foliar. El diseño estadístico fue de bloques al azar con 3 repeticiones y se ajustaron curvas de respuesta a N para cada situación de N inicial.

Resultados

Rendimiento en grano

El rendimiento promedio osciló entre 3200 y 3700 kg/ha y la respuesta a N fue muy significativa. En promedio el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis más alta de N (50 kg/ha a Z22 + 150 kg/ha a Z31), o con 100 kg de N/ha + Zn y fue cercano a 4000 kg/ha. El rendimiento de los cultivares utilizados (I. Caburé e I. Torcaza) fue menor al esperado lo que se atribuyó a déficit hídrico durante fases iniciales del cultivo y posteriormente a floración.

La eficiencia de la fertilización al inicio del encañado (Z 31) fue similar se corrigiera o no el N al inicio del macollaje (Z22). La fertilización a Z22 no aumentó la capacidad de respuesta a N al encañado, a pesar de que la disponibilidad inicial de N era baja (nitrato=10 ppm, PMN= 20), lo que se atribuyó a la escasez de agua.

Con la fertilización a Z 22 se obtuvieron 10 kg de grano por kg de N (eficiencia de recuperación del N aplicado = 30 %). Las aplicaciones al inicio de encañado fueron levemente más eficientes (12 kg de grano por kg de N, 40 % de eficiencia de recuperación).

No hubo efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento en grano de las aplicaciones tardías de N a hoja bandera y/o floración en ningún caso. En cambio se observó en uno de los experimentos (cuadro 1) efecto beneficioso del Zn (Zn en el suelo=1 ppm). El efecto había sido notorio a simple vista en etapas tempranas del cultivo (color y desarrollo) cuando no se había fertilizado con N a Z22 pero no en el caso de hacerlo. La magnitud de este efecto fue equivalente a aplicar 50 kg de N/ha. Como el Zn llega a las raíces principalmente por difusión, se pensó que la deficiencia del micronutriente podía responder al efecto de la baja disponibilidad de agua (la lluvia de junio y julio < a 40 mm) sobre el crecimiento de las raíces, estimulado en cambio, cuando se agregó N al cultivo a Z22.

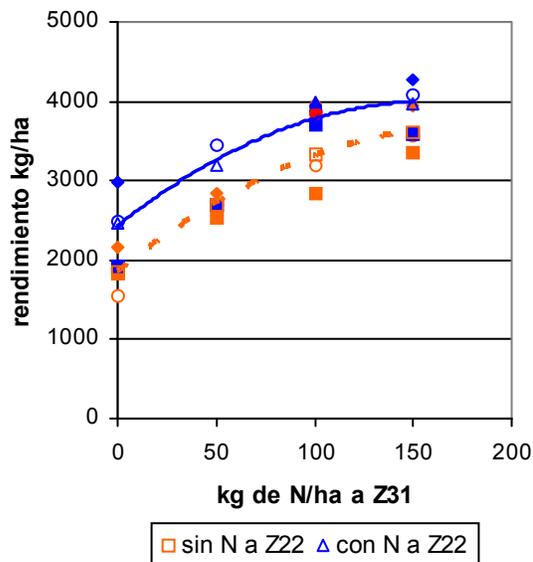


Figura 1. Efecto del N sobre el rendimiento en grano, promedio de los tres experimentos

RENDIMIENTO EN GRANO (KG/HA)						
Cultivar	I. CABURE (*)		I. CABURÉ (**)		I. TORCAZA	
tratamiento	Sin Zn	Con Zn	Sin Zn	Con Zn	Sin Zn	Con Zn
sin N a Z22	3380	3312	3317	4114	3732	4106
Con N a Z22	3829	3679	4080	4079	4115	4206

* - cultivo sobre rastrojo de girasol

** - cultivo previo sobre rastrojo de maíz de segunda (MDS, $P < 0.05 = 800 \text{ kg/ha}$)

Cuadro 1. Efecto del Zn sobre el rendimiento en grano en trigo instalado en sistemas de siembra directa

Calidad del grano

La cantidad de proteína es uno de los factores que define la calidad para panificación, el otro factor es la calidad de esa proteína. Mejorar la calidad panadera implica aumentar la proteína del grano y mantener cierta relación entre gliadinas y gluteninas de la que dependen las propiedades reológicas de de la masa.

La fertilización con N aumentó el % de proteína del grano en los tres experimentos en forma casi lineal. Cuando se fertilizó al cultivo sólo a Z31 se requirieron 75 kg de N/ha para levantar un punto porcentual la proteína del grano, y 25 % más cuando se había corregido antes el N (a Z22). El % de proteína con esa última estrategia de fertilización tendió a ser más bajo que con N sólo a fin del macollaje (figura 2).

Fertilizar con N a floración no fue más eficiente que hacerlo al inicio del encañado (Z31) lo que se atribuyó a que antes y durante floración las precipitaciones también fueron escasas, sufriendo el cultivo evidente estrés hídrico.

El Zn no tuvo efecto significativo sobre el % de proteína del grano, pero la aplicación de Zn al cultivo sobre rastrojo de maíz, tendió a dar valores más altos de proteína a pesar de que los rendimientos en grano fueron mayores. En experimentos anteriores se había observado efecto sobre la calidad del grano (gluten húmedo) particularmente cuando el Zn era aplicado con molibdeno.

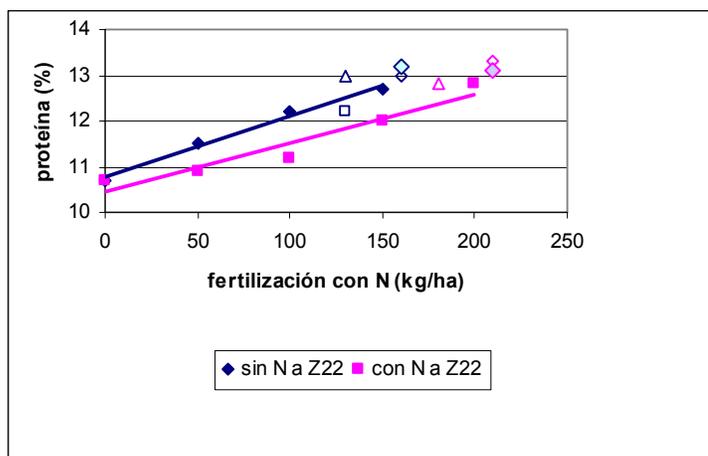


Figura 2. Efecto del N sobre la proteína del grano, promedio de los tres experimentos.

Las propiedades reológicas de la masa se describen en términos de resistencia y extensibilidad. La resistencia depende más de la gluteninas de alto peso molecular y la extensibilidad estaría más relacionada al tipo y cantidad de gliadinas. La firmeza del gluten puede medirse mediante el alveógrafo (test de Chopin), el valor P es la máxima presión necesaria para formar un globo con la masa y L, el tiempo que lleva romper el globo liberando el gas. El área debajo la curva presión x tiempo es el W. Un gluten fuerte tiene un W >a 150.

El efecto del N sobre la proteína del grano incrementó los valores de W del alveograma (cuadro 2), pero igualmente fueron relativamente bajos; sólo a través de la fertilización con N se alcanzó en algunos casos, un nivel adecuado para panificación (figura 3). Los W más altos se obtuvieron con la dosis más alta de N aplicada toda al inicio del encañado.

La fertilización a hoja bandera y a floración tendió a ser en promedio más eficiente para incrementar los W que fertilizaciones más tempranas. El Zn no tuvo un efecto consistente sobre este parámetro de calidad.

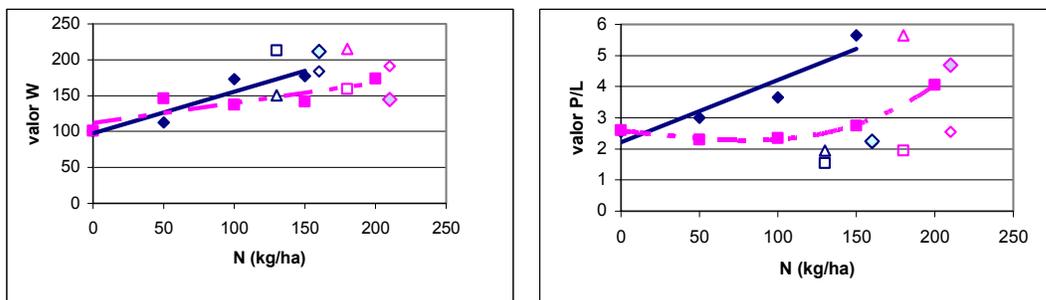
El efecto del N sobre la extensibilidad medida a través de la relación P/L fue más errático que el del W. En experimentos con I. Caburé sobre rastrojo de girasol (donde el N fue más deficiente) la relación P/L aumentó en forma lineal con el agregado de N a Z31 si no se había corregido a Z22. En tratamientos donde sí se había corregido el N previamente, la relación P/L se mantuvo más o menos constante a dosis bajas de N pero incrementó a dosis altas.

La aplicación tardía de N (hoja bandera y floración) tendió a mejorar le relación P/L, lo que volvió a sugerir insuficiencia de N durante el llenado del grano. En cambio sobre rastrojo de maíz, la relación P/L se mantuvo cercana a 3 con o sin N al inicio del macollaje, y aumentó significativamente con la fertilización a hoja bandera (ésta tuvo efecto sobre la producción de granos por espiga).

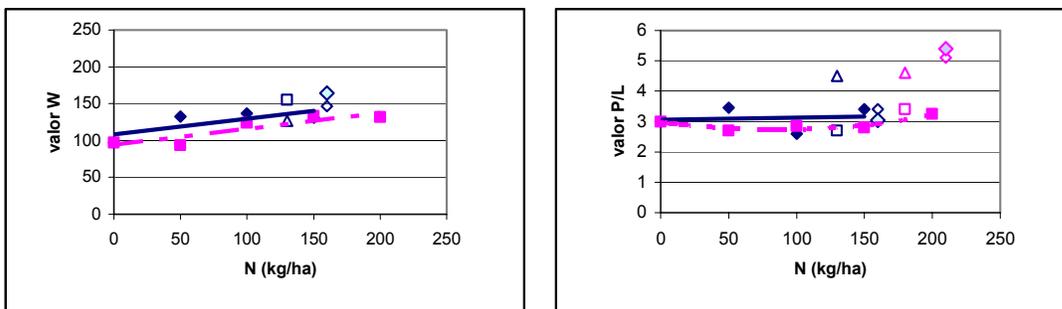
En el cultivar I. Torcaza, sin N a Z22 la relación P/L se mantuvo cercana a 2, cuando se fertilizó sólo a Z31, pero cuando se fertilizó en los dos momentos (Z22 y Z31) la relación P/L incrementó con dosis crecientes de N al encañado, alcanzando un máximo cercano a 4, para luego bajar. En este caso la fertilización tardía (hoja bandera, floración) mejoró la relación P/L, los valores menos favorables parecieron deberse a insuficiencia de N.

Aparentemente no solo la cantidad de N aplicada sino también el momento en que se aplica puede afectar la calidad del grano. El efecto parece estar relacionado al impacto del N sobre el macollaje, la producción de espigas y los fenómenos compensatorios que los suceden. La experiencia indica que la relación P/L tiende a aumentar cuando a través del N se obtiene alto rendimiento particularmente asociado a incrementos en la población de espigas, lo que también podría estar relacionado a diferencias en el consumo de agua y su disponibilidad para etapas tardías, la que sin duda afecta la acumulación de proteína en el grano.

Experimento con I. Caburé (sobre rastrojo de girasol):



Experimento con I. Caburé (sobre rastrojo de maíz):



Experimento con I. Torcaza:

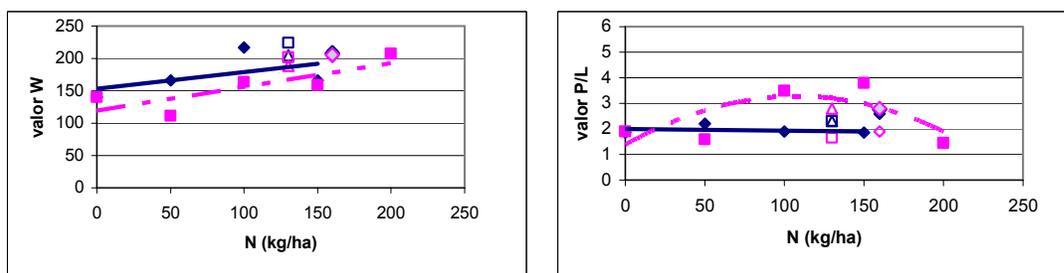


Figura 3. Evolución de los valores W y P/L del alveograma de Chopin con dosis crecientes de N. La línea punteada representa tratamientos donde parte del N se aplicó a Z22 y la llena aquellos con N sólo a Z31. Los cuadrados sin relleno N a floración, los triángulos N a hoja bandera, y los rombos N en los dos momentos.

Cuadro 2. Valores del W determinados en los diferentes experimentos y tratamientos de fertilización tardía.

VALORES W	DOSIS N KG/HA	SIN N TARDÍO	30 HOJA BANDERA (HB)	30 FLORACIÓN (F)	30 HB + 30 F	30 HB + 30 F+ Zn
I.Caburé (*)	100 a Z31	173	151	213	184	212
	50-Z22+100-Z31	142	215	159	191	145
I.Caburé (**)	100-Z31	137	127	155	147	164
	50-Z22+100-Z31	133	171	133	141	149
I. Torcaza	100-Z31	217	205	225	211	208
	50-Z22+100-Z31	159	189	202	203	206

* - cultivo previo girasol

** - cultivo previo maíz de 2da.

Cuadro 2. Valores del P/L determinados en los diferentes experimentos y tratamientos de fertilización tardía.

RELACIÓN P/L	DOSIS N KG/HA	SIN N TARDÍO	30 HOJA BANDERA (HB)	30 FLORACIÓN (F)	30 HB + 30 F	30HB + 30F +Zn
I.Caburé (*)	100-Z31	3.7	2.0	1.6	2.2	2.3
	50-Z22+100-Z31	2.8	5.7	2.0	2.6	4.7
I.Caburé (**)	100 a Z31	2.6	4.5	2.7	3.4	3.1
	50-Z22+100-Z31	2.8	4.6	3.4	5.1	5.4
I. Torcaza	100 a Z31	1.9	2.3	2.3	2.6	2.8
	50-Z22+100-Z31	3.8	2.8	1.7	1.9	2.8

* - cultivo previo girasol

** - cultivo previo maíz de 2da.

En conclusión, al aumentar la disponibilidad de N a través de la fertilización hubo efecto beneficioso sobre la calidad del grano para panificación pues se incrementó el % de proteína y en consecuencia el W del alveoagrama independientemente de la estrategia de fertilización. La evolución de la relación P/L en cambio, pareció más dependiente del momento en que el N se aplicó, pero de cualquier modo mejoró en los tratamientos que efectivamente lograron aumentar la disponibilidad del nutriente en etapas tardías del cultivo.

La fertilización tardía, de efectividad reducida debido a la escasez de agua en el suelo, tuvo efecto variable sobre la relación P/L positivo o negativo según el caso, probablemente porque en algunas situaciones afectó también el número de granos. El Zn no afectó significativamente los parámetros de calidad evaluados.

Datos de componentes de Rendimiento y componentes (2003)

Experimento Caburé (*)						
	refertilizaciones kg de N/ha	Rend. Kg/ha	Espigas /m2	granos /espiga	p1000g (gramos)	granos /m2
sin N a Z22	0	1647	294	32.0	31.5	5234
	50	2536	399	31.3	33.4	7590
	100	2844	476	33.9	36.4	7814
	150	3359	445	36.9	36.8	9114
	100 + 30 HB	3257	462	35.7	36.6	8900
	100 + 30 A	3390	465	34.6	35.2	9743
	100 + 30 HB + 30 A	3380	499	34.9	35.7	9490
	100 + 30 HB + 30 A + Zn	3312	514	34.6	35.3	9397
con 50 kg/ha de N a Z22	0	1929	367	31.3	33.1	5861
	50	2687	494	31.4	32.3	8310
	100	3738	456	35.2	35.9	10385
	150	3573	471	36.4	35.4	10090
	100 + 30 HB	3708	425	36.3	36.4	10194
	100 + 30 A	3479	474	33.9	34.5	10080
	100 + 30 HB + 30 A	3829	470	36.3	36.1	10599
	100 + 30 HB + 30 A + Zn	3679	443	35.4	36.9	9976

Experimento Caburé (**)						
	refertilizaciones kg de N/ha	Rend. Kg/ha	Espigas /m2	granos /espiga	p1000g (gramos)	granos /m2
sin N a Z22	0	1728	353	21.0	30.0	5759
	50	2697	428	32.9	34.4	7825
	100	3189	477	35.4	35.8	8920
	150	3563	543	32.3	36.2	9860
	100 + 30 HB	3257	529	36.7	34.8	9383
	100 + 30 A	3679	535	33.9	34.9	10558
	100 + 30 HB + 30 A	3317	518	35.8	36.6	9071
	100 + 30 HB + 30 A + Zn	4114	500	38.0	36.4	11296
con 50 kg/ha de N a Z22	0	2477	404	29.9	32.3	7693
	50	3434	482	32.9	34.5	9956
	100	3874	490	37.5	36.6	10637
	150	4074	558	38.5	36.4	11191
	100 + 30 HB	4208	526	38.5	36.9	11402
	100 + 30 A	3700	477	37.4	35.5	10421
	100 + 30 HB + 30 A	4080	517	36.4	36.2	11243
	100 + 30 HB + 30 A + Zn	4079	510	36.3	34.8	11695

Experimento Torcaza						
	refertilizaciones kg de N/ha	Rend. Kg/ha	Espigas /m2	granos /espiga	p1000g (gramos)	granos /m2
sin N a Z22	0	2052	482	25.1	28.5	7237
	50	2831	536	28.8	28.1	10115
	100	3972	560	33.6	29.5	13538
	150	3945	608	29.6	30.8	12795
	100 + 30 HB	3697	550	29.6	32.8	11295
	100 + 30 A	3911	554	33.4	32.1	12195
	100 + 30 HB + 30 A	3732	612	32.8	31.1	12084
	100 + 30 HB + 30 A + Zn	4106	559	31.3	30.7	13393
con 50 kg/ha de N a Z22	0	2974	536	28.0	28.8	10474
	50	3452	577	30.4	28.3	12222
	100	3950	656	29.8	30.2	13106
	150	4273	605	32.0	29.3	14660
	100 + 30 HB	3937	631	36.4	30.2	13136
	100 + 30 A	3764	591	28.9	29.5	12785
	100 + 30 HB + 30 A	4115	595	33.4	29.8	13856
	100 + 30 HB + 30 A + Zn	4206	538	34.8	31.5	13358

Tecnología Para Alto Rendimiento En Trigo

Adriana García Lamothe
Martha Díaz de Ackermann

Introducción

El uso de altas dosis de N incrementa la susceptibilidad del trigo a varias enfermedades a hongos. Estas enfermedades son responsables de las mayores pérdidas en productividad del cultivo en el país. El ataque de patógenos afecta la respuesta a N pudiendo suprimirla totalmente. El conocimiento de ésta y de otras interacciones es esencial para hacer un uso eficiente de los insumos y asegurar la sostenibilidad de un sistema de producción. El objetivo principal de este trabajo es evaluar prácticas de manejo tendientes a aumentar la productividad del cultivo de trigo, entendiendo que ella depende del rendimiento y de la calidad. Los objetivos específicos son: a) caracterizar la respuesta a N de diferentes cultivares de trigo, la eficiencia de uso del N y determinar el potencial de rendimiento; b) estudiar la interacción entre la respuesta a N y el control de enfermedades, y c) evaluar el efecto de la fertilización con N y el uso de fungicidas sobre la calidad del grano.

Materiales y Métodos

En el año 2004 en La Estanzuela se instalaron con siembra directa sobre rastrojo de moa dos experimentos, uno se sembró el 7 de junio (ExI) con cultivares de ciclo largo y otro el 14 de julio con cultivares de ciclo intermedio. La densidad de siembra fue de 300 semillas viables/m².

Los de análisis de suelo figuran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados del muestreo de suelo en el sitio experimental previo a la siembra

pH (H ₂ O)	C. Orgánico %	P Bray I µg P/g	PMN Mg/Kg N-NH ₄	N-NO ₃ µg N/g	S-SO ₄ µg N/g
5.9	2.14	23.8	20	10.8	13.7

Los tratamientos consistieron en una combinación factorial de 4 cultivares (Ex I) o 3 cultivares (Ex II), 4 niveles de N, y 3 estrategias de control de enfermedades a hongos. El diseño experimental fue de parcelas divididas y sub-subdivididas con 3 repeticiones dispuestas en bloques. Las dosis de N se aplicaron en la parcela principal, en las subparcelas las estrategias de control de enfermedades y en la sub-subparcela los cultivares. El tamaño de parcelas fue de 6 metros de largo por 10 surcos de ancho, distanciados 0.17 m entre sí.

Niveles de N: 0, 60, 120 y 180 kg/ha, parte del N (60 kg/ha) se aplicó a la emergencia del cultivo y el resto al inicio del encañado (un nudo visible). Para definir el fraccionamiento y las dosis de N se tomó como criterio la concentración de nitrato en el suelo a la siembra, y el estado nutricional de las plantas a Z30 respectivamente. Para el último, se tomaron muestras de planta entera a fin del macollaje en parcelas con 60 kg de N/ha, se determinó concentración de N en el laboratorio, y con ese dato y la expectativa de rendimiento > a 6000 kg/ha se estimó la dosis para el óptimo económico (DOE-modelo de recomendación).

Tratamientos con fungicidas: 1) sin protección, 2) protección total: aplicaciones preventivas periódicas (cada 3 semanas) de fungicida para el control de enfermedades a hongos (1 l/ha de Allegro) iniciadas a dos nudos visibles (Z32), y aplicación al inicio de floración (1 l/ha de Caramba) para prevenir fusariosis de espiga. En el Ex I se hicieron 4 aplicaciones, 3 de Allegro y una de Caramba y en el Ex II, 3 aplicaciones, 2 de Allegro y una de Caramba; 3) protección estratégica, según el estado sanitario del cultivo (umbral de infección), su susceptibilidad y las condiciones ambientales. Este tratamiento consistió en el 2004 para todos los cultivares, en una aplicación de Caramba (1 l/ha) al inicio de la floración para controlar roya fundamentalmente. Se optó por este fungicida para que además fuese preventiva de un posible ataque de fusarium. Los cultivares más susceptibles (Baguette y Onix) fueron tratados previamente con una aplicación de Allegro (1 l/ha) cuando se consideró necesario empezar a controlar la roya en función a los niveles de infección observados en el cultivo.

Los cultivares de ciclo largo sembrados fueron: INIA Torcaza, INIA Gorrión, Baguette 10, INIA Tijereta y los de ciclo intermedio: I.Churrinche, Baguette 13 y Onix.

Resultados y Discusión

Cuadro 2. Test de Efectos Fijos (SAS Mixed Procedure) para rendimiento en grano

Fuente	EXPERIMENTO I			EXPERIMENTO II		
	GL	F	Pr>F	GL	F	Pr>F
Nitrógeno (N)	3	526.65	<0.0001	3	105.39	<0.0001
Protección (Prot)	2	58.49	<0.0001	2	41.64	<0.0001
N x Prot	6	5.12	0.0041	6	3.83	0.0147
Cultivar (C)	3	19.83	<0.0001	2	1.45	0.2441
C x N	9	5.44	0.0001	6	3.37	0.0075
C x Prot	6	19.55	0.0001	4	7.02	0.0002
C x N x Prot	18	4.98	0.0001	12	1.18	0.3263

El efecto del N sobre el rendimiento en grano fue muy significativo en todos los casos, lo que era previsible por un lado, por la baja disponibilidad de N inicial y el limitado potencial de mineralización del suelo, y por otro, por el tipo de cultivar utilizado, de buen potencial. El ataque relativamente temprano de roya y la susceptibilidad de algunos materiales determinó que se encontrara efecto significativo de la protección con fungicida sobre el rendimiento en grano (cuadro 2).

En los dos experimentos la respuesta a N dependió del control de enfermedades. En el experimento con ciclos largos la interacción fue significativa por el comportamiento en particular de Baguette 10. La respuesta a N de los cultivares más susceptibles a roya sin protección, fue claramente inferior a la obtenida cuando se aplicó fungicida al cultivo, en tanto que con la protección total del cultivo y las dosis más altas de N se obtuvo el mayor rendimiento (figuras 1 y 2).

Respuesta a N

A través de la fertilización con N el rendimiento en grano se llegó a triplicar. Los términos de las ecuaciones de respuesta ajustadas así como los máximos rendimientos obtenidos figuran en el cuadro 2b.

Cuadro 2b. Parámetros de las ecuaciones de respuesta a N ajustadas para las diferentes estrategias de control químico en los cultivares de ciclo largo y ciclo intermedio.

EXPERIMENTO I ciclos largo	CONTROL ENFERMEDADES	INTERCEPTO o rendimiento del control s/N	COEF. LINEAL	COEF. CUADRÁTICO	MÁXIMO FÍSICO REAL
I. Torcaza	Sin protección	2017	42.50	-0.0965	6534
	P. estratégica	2514	43.42	-0.1017	6875
	P. Total	2437	38.27	-0.0510	7563
I. Gorrión	Sin protección	1853	43.32	-0.1105	5996
	P. estratégica	2553	36.24	-0.0682	6774
	P. Total	2240	31.65	-0.0264	6985
Baguette 10	Sin protección	2365	28.89	-0.1163	4079
	P. estratégica	3051	38.45	-0.0787	7397
	P. Total	2749	32.07	-0.0245	7663
I. Tijereta	Sin protección	1861	26.73	-0.0238	5873
	P. estratégica	2590	30.82	-0.0492	6476
	P. Total	2101	38.59	-0.0738	6580
Experimento II					
I. Churrinche	Sin protección	2050	35.19	-0.0888	5480
	P. estratégica	2459	27.62	-0.0200	6719
	P. Total	2834	31.38	-0.0287	7531
Baguette 13	Sin protección	2777	15.05	-0.0473	4023
	P. estratégica	3313	28.87	-0.0555	6662
	P. Total	3446	34.32	-0.0529	7825
Onix	Sin protección	2814	19.27	-0.0370	5223
	P. estratégica	2791	28.68	-0.0415	6579
	P. Total	3383	25.45	-0.0116	7569

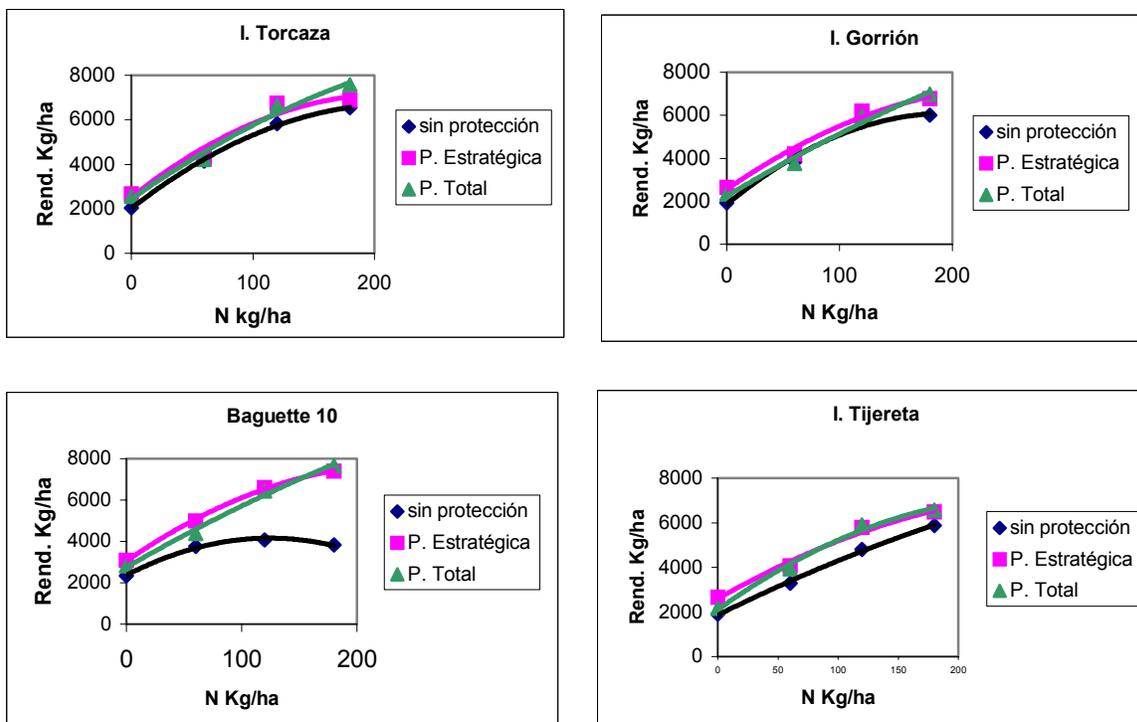


Figura 1. Respuesta a N en rendimiento en grano en el experimento con ciclos largos

La capacidad de respuesta al N tendió a ser más alta con el cultivo protegido durante todo su ciclo, no obstante la diferencia con la protección estratégica no fue significativa en el experimento con los ciclos largos. La fertilización con N resultó un práctica económicamente muy redituable en los cultivares de INIA aún sin control de enfermedades y en Baguette 10 cuando estas se controlaron.

Efecto del control químico de enfermedades a hongos

Cuadro 3. Incidencia de enfermedades en ciclos largos (estado: AL a L, fecha 5/11)

EXPERIMENTO I CICLO LARGO		Manchas Foliarés (%)		Roya de Hoja Coef. Inf.	
		0 kg N/ha	180 kg N/ha	0 kg N/ha	180 kg N/ha
I. Torcaza	Sin/Prot.	0.5	6.0	0.2	2.4
	P.estratégica	0.3	2.0	0.0	0.4
	P. Total	0	0	0	0
I. Gorrión	Sin/Prot.	0.5	10.0	0.5	1.2
	P.estratégica	0.5	2.0	0.2	0.4
	P. Total	0	0	0	0
I. Baguette 10	Sin/Prot.	2	-	10.0	80
	P.estratégica	0.5	0.0	1.0	0.4
	P. Total	0	0	0	0
I. Tijereta	Sin/Prot.	0.5	5.0	0.3	1.0
	P.estratégica	0.5	2.0	0.2	0.2
	P. Total	0	0	0	0

(-) no se pudo leer

Cuadro 4. Incidencia de enfermedades en ciclos intermedios (estado: AL a L, fecha 8/11)

EXPERIMENTO II CICLO INTERMEDIO		Manchas foliares (%)		Roya de Hoja Coef. Inf.	
		0 kg N/ha	180 kg N/ha	0 kg N/ha	180 kg N/ha
I.Churrinche	Sin/Prot.	5	10.0	3.5	7.7
	P.estratégica	2.0	7.5	1.2	3.5
	P. Total	0.3	0.3	0.0	0.3
Baguette 13	Sin/Prot.	5.0	15.0	7.2	23.8
	P.estratégica	0.5	0.5	0.6	2.1
	P. Total	0.3	0.3	0.0	0.0
Onix	Sin/Prot.	2.0	5.0	1.5	8.6
	P.estratégica	0.0	0.3	0.0	0.4
	P. Total	0.3	0.3	0.0	0.0

El efecto de los fungicidas en Baguette 10 y en los ciclos intermedios tendió a aumentar con dosis crecientes de N lo que es atribuible a la mayor infección de roya que ocurrió con alta disponibilidad de N (cuadro 3 y 4).

Mientras que con los ciclos largos la diferencia entre la protección estratégica y la total no justificó la aplicación extra de fungicidas, en los ciclos intermedios la diferencia entre una y otra estrategia fue de mayor magnitud, siendo más clara la ventaja de la protección total a dosis altas de N (entre 800 y 1200 kg más de grano con una o dos aplicaciones más de fungicida).

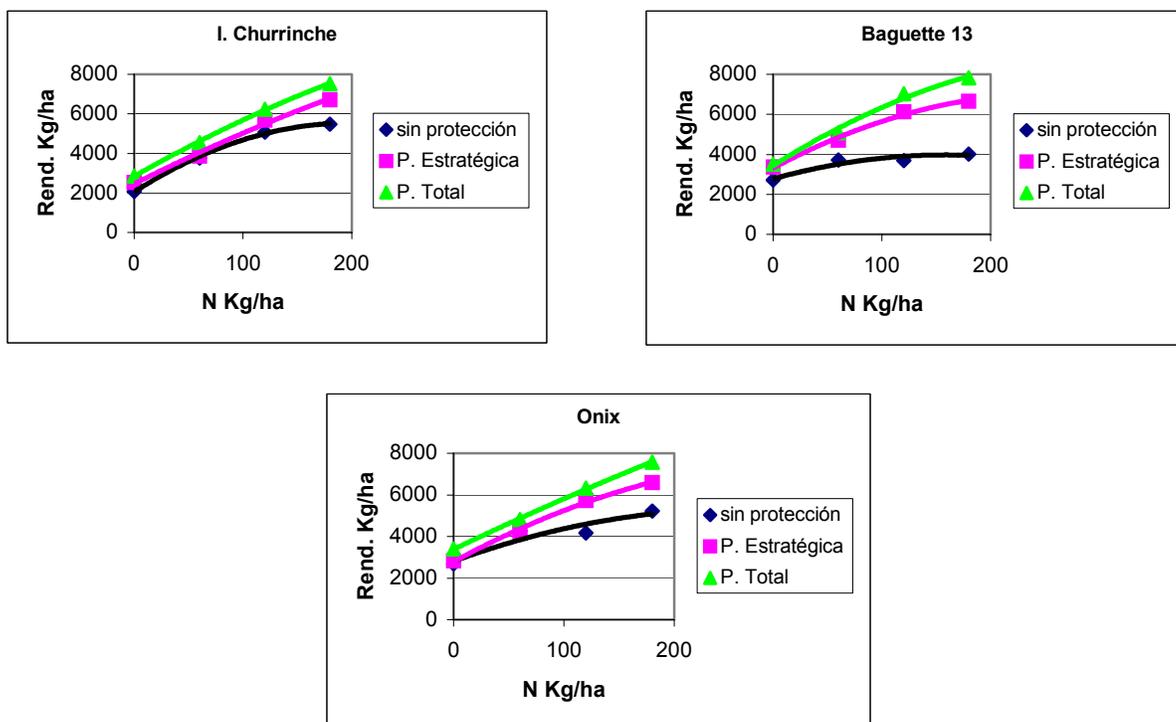


Figura 2. Respuesta a N en rendimiento en grano en el experimento con ciclos intermedios

Potenciales de Rendimiento

El máximo rendimiento fue similar al obtenido el año 2003, en el que se había destacado Baguette 10. En el 2004 ese cultivar e I. Torcaza entre los ciclos largos, expresaron el mayor potencial, próximo a 7500 kg/ha, seguidos por I. Gorrión con 7000 kg/ha y I. Tijereta 6500 kg/ha. Estos potenciales se alcanzaron en el cultivo con protección total de fungicidas y la dosis más alta de N.

Los ciclos intermedios no difirieron significativamente entre sí, expresando un potencial similar al de los cultivares de ciclo largo (≈ 7600 kg/ha) a diferencia de los años anteriores, en que habían rendido significativamente menos que los ciclos largos, lo que pareció deberse a la pobre implantación y limitado desarrollo inicial de estos cultivares que no se verificó en el 2004.

Calidad del grano: Respuesta en proteína

En los cultivares de ciclo largo hubo respuesta a N en proteína del grano observándose un efecto de dilución a dosis bajas del nutriente seguido por un incremento de la proteína cuando su disponibilidad mejoró. Los cultivares INIA tendieron a alcanzar el 11.5 % con la dosis más alta de N aplicada (figura 3). Este resultado permitió afirmar que si bien no se alcanzó el máximo rendimiento en grano (la dosis de 180 kg de N/ha aún había tenido impacto importante sobre el rendimiento) se estuvo cerca del mismo. La experiencia en fertilización indica que cuando se alcanza el 90 % de máximo rendimiento, el tenor de proteína ronda 11.5 %.

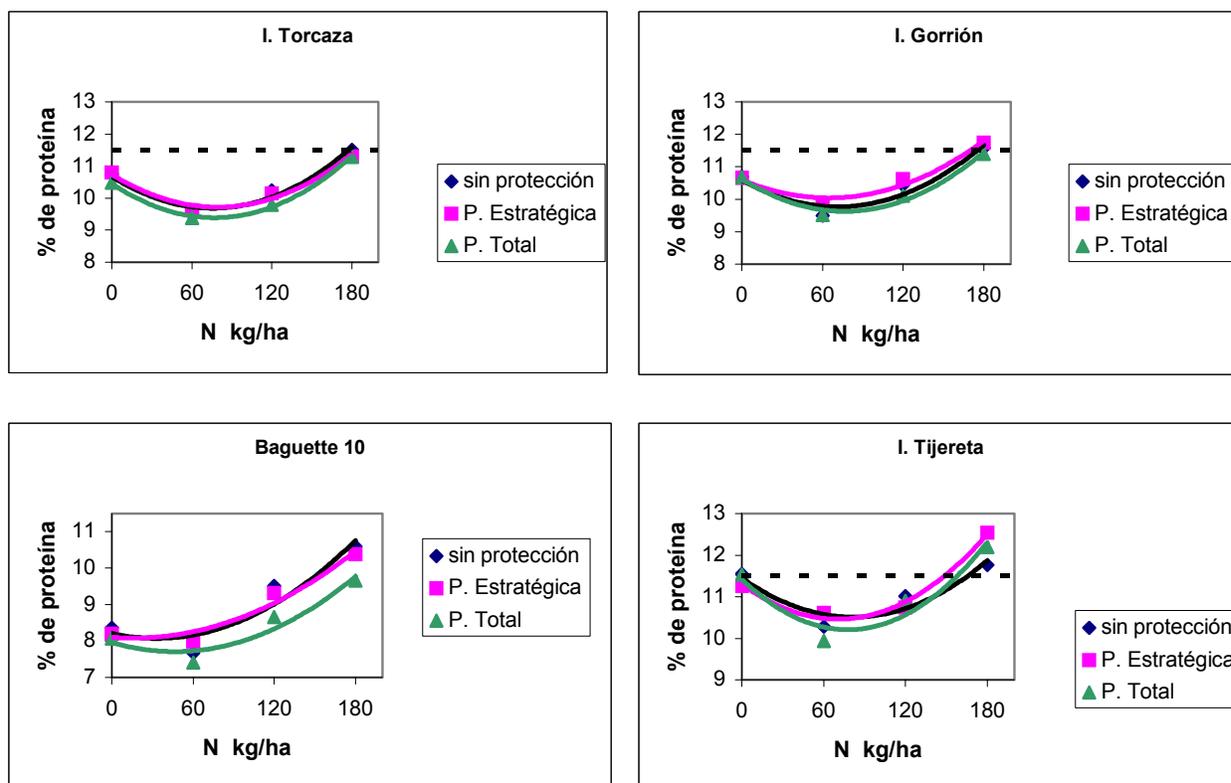


Figura 3. Evolución de la proteína del grano en cultivares de ciclo largo con dosis crecientes de N. La línea punteada representa el mínimo % de proteína en el grano para ser considerado de buena calidad panadera.

Si el potencial de Baguette 10 es mayor que el de los otros cultivares, como se ha especulado en función del rendimiento de años anteriores, entonces el N habría sido más deficiente en este caso. Esto explicaría en parte el % de proteína menor obtenido. La diferencia en peso de los granos (ver apéndice) sugiere más alta acumulación de hidratos de carbono (floreció 12 días antes) diluyendo la proteína, pero dada la tendencia de la curva de respuesta determinada en este cultivar sería esperable una mayor concentración de proteína con mayor disponibilidad de N. Al presentar los % de proteína más bajos los otros parámetros de calidad relacionados al contenido de proteína resultaron afectados negativamente.

El cultivo con protección total con fungida tendió a producir grano con tenores más bajos de proteína pero las diferencias fueron significativas sólo en el caso de Baguette 10, donde la protección total prolongó efectivamente la duración del área foliar, esto probablemente permitió continuara alta la tasa de acumulación de hidratos de carbono en el grano, y mayor que la de la proteína. La concentración de proteína en el grano con protección estratégica fue similar a la del cultivo sin protección (ver apéndice de calidad).

La calidad panadera es muy dependiente de la concentración de proteína del grano la que puede mejorarse con una buena disponibilidad de N del cultivo. No obstante, algunas propiedades reológicas de la masa parecen depender más de la calidad que de la cantidad de proteína.

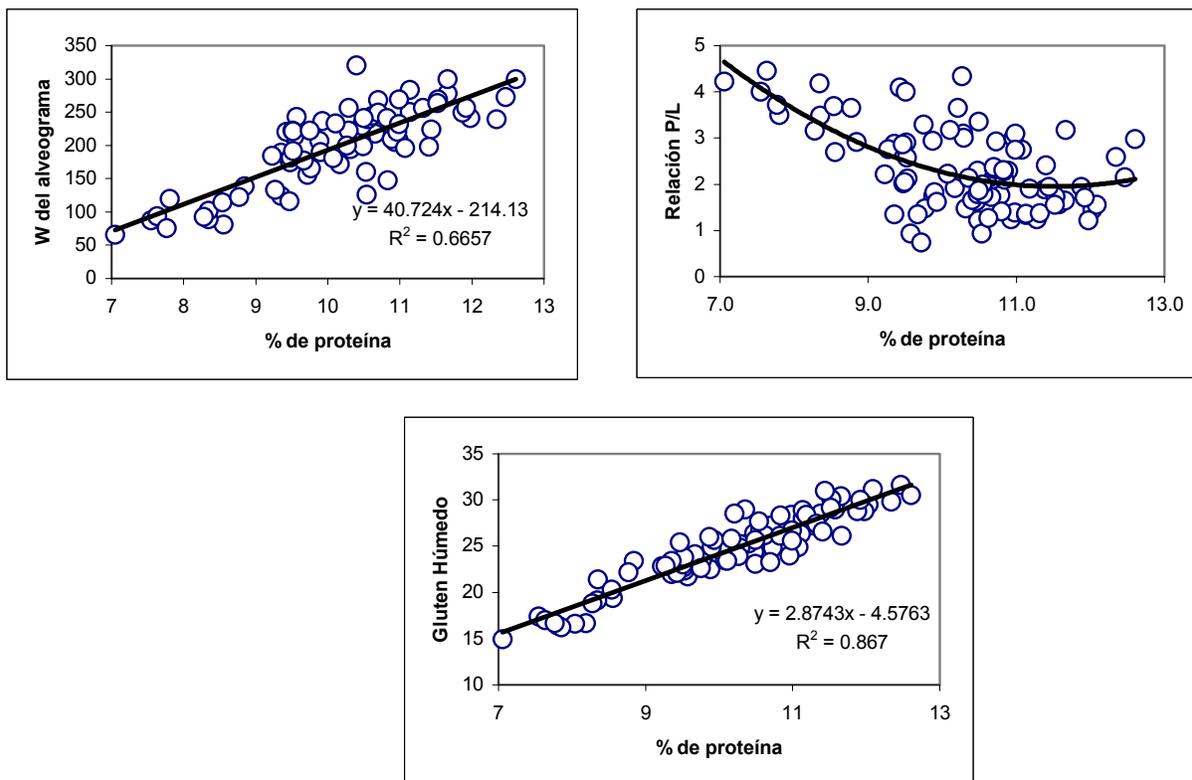


Figura 4. Correlación entre % de proteína en el grano y otros parámetros de calidad panadera.

La importancia del % de proteína sobre otros parámetros de calidad es ilustrada por las correlaciones que se presentan en la figura 4. El gluten húmedo y W aumentó con el % de proteína en tanto que la relación P/L tendió a bajar. La asociación menos estrecha con la relación P/L sugiere mayor dependencia de la calidad de la proteína en este parámetro que en el W y probablemente mayor interacción varietal. En este sentido I. torcaza presentó los valores más favorables e I. Tijereta y Baguette 10 los menos favorables (ver en Apéndice los datos de calidad).

También en los ciclos intermedios la proteína del grano respondió a la fertilización con N. En estos experimentos el efecto de dilución prácticamente no existió (figura 5). En Baguette 13 y Onix la respuesta fue casi lineal requiriéndose poco más de 50 kg de N/ha para aumentar un punto porcentual la proteína del grano.

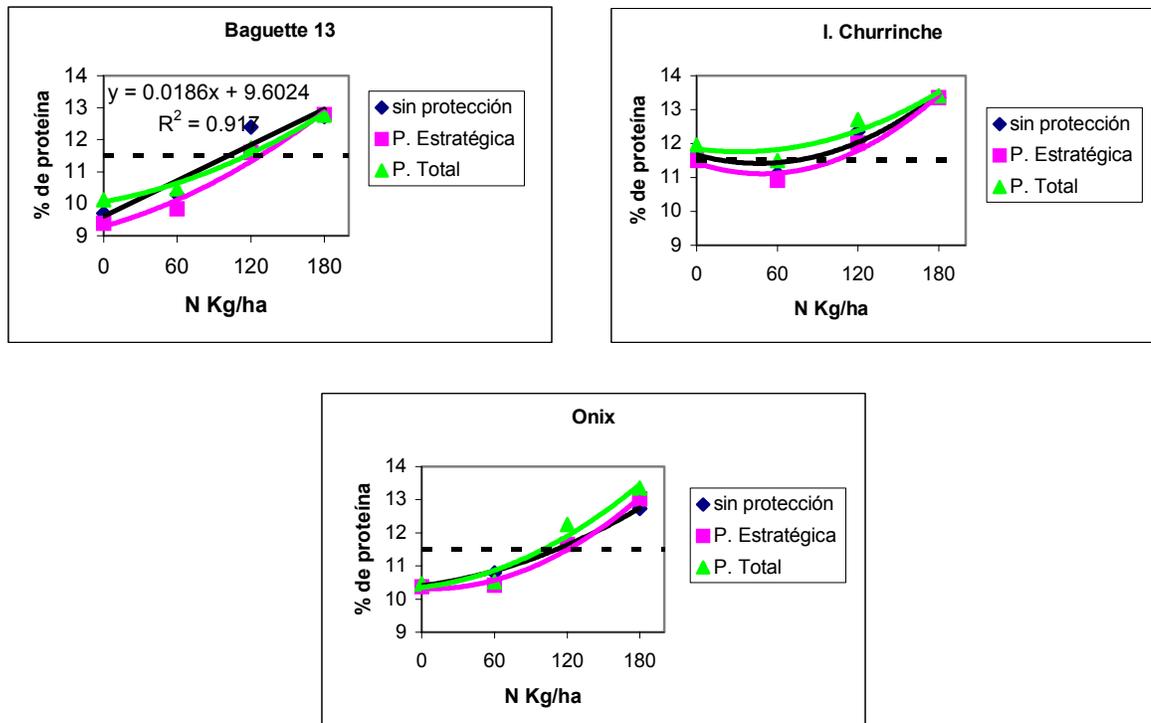


Figura 5. Evolución de la concertación de proteína del grano en cultivares de ciclo intermedio con dosis crecientes de N. La línea punteada es el % mínimo de proteína que debe tener el grano para ser considerado de buena calidad panadera.

La concentración de proteína determinada en el grano con los diferentes tratamientos fue significativamente mayor que en los ciclos largos. Aparentemente estos cultivares tuvieron mayor disponibilidad de N en etapas tardías lo que pudo estar asociado a mayor eficiencia de recuperación del N aplicado, ya fuera por menores pérdidas del N, mayor disponibilidad de agua en el suelo, o a diferencias en el peso relativo de los componentes del rendimiento incidiendo sobre la cantidad de N posible de ser removilizado al grano. La mayor cantidad de proteína resultó en valores más altos de gluten húmedo (figura 6). Las propiedades reológicas están aún procesándose.

El efecto de la protección fue menos consistente que en los ciclos largos, la protección total no provocó una caída de la proteína, e incluso la mejoró en algunos casos, lo que concuerda con la hipótesis de que hubo una mayor disponibilidad de N.

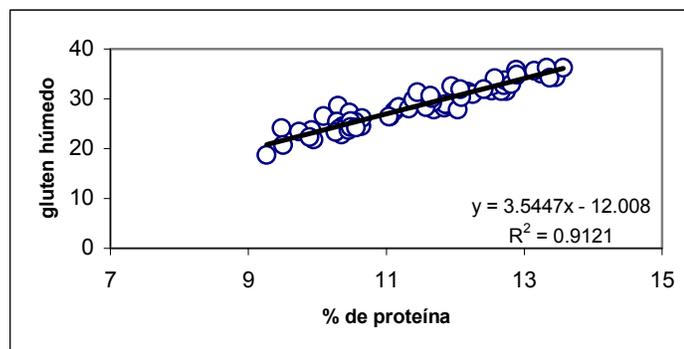


Figura 6. Relación entre la concentración de proteína y el gluten húmedo. Cultivares ciclo intermedio.

APÉNDICE: Resumen datos de rendimiento y componentes. Ciclo largo

Cultivar	Protección	N kg/ha	Rend.kg/ha	Espigas/m2	P1000g	Granos/m2
I. Torcaza	sin	0	2044	342	32.7	6386
		60	4147	515	32.3	13270
		120	5819	577	31.8	18772
		180	6534	673	32.3	19799
	Estratégica.	0	2675	441	34.3	7752
		60	4272	406	33.3	13144
		120	6742	669	31.7	22288
		180	6875	602	32.3	21318
	Total	0	2550	381	33.7	7786
		60	4212	487	32.3	13163
		120	6635	612	32.3	20573
		180	7563	656	32.8	23095
I. Gorrión	sin	0	1927	282	33.1	5974
		60	3833	445	34.8	11616
		120	5681	499	33.6	16708
		180	5996	535	32.6	17899
	Estratégica.	0	2645	335	36.0	7347
		60	4206	421	35.3	12747
		120	6194	477	29.4	17698
		180	6774	518	34.3	19081
	Total	0	2335	322	34.3	6919
		60	3756	435	34.6	10291
		120	5944	542	34.4	17230
		180	6985	573	34.9	20100
Baguette10	sin	0	2339	257	40.9	6116
		60	3758	350	39.4	9699
		120	4079	441	34.3	11332
		180	3823	459	33.9	11163
	Estratégica.	0	3077	227	42.8	7074
		60	4996	389	44.4	11290
		120	6611	462	45.3	14940
		180	7397	449	46.2	16347
	Total	0	2813	264	44.2	6218
		60	4393	307	44.1	9550
		120	6437	425	45.9	14069
		180	7663	425	46.1	16304
I. Tijereta	sin	0	1889	254	39.5	5140
		60	3296	479	39.4	8505
		120	4810	482	38.3	12574
		180	5873	495	37.8	15354
	Estratégica.	0	2657	295	34.0	13284
		60	4062	425	39.8	10091
		120	5780	487	39.2	15012
		180	6476	548	39.0	16713
	Total	0	2177	271	40.6	5375
		60	3923	487	40.2	9569
		120	5897	473	40.5	14124
		180	6580	513	40.0	17091

Resumen datos de rendimiento y componentes. Ciclo intermedio

Cultivar	Protección	N kg/ha	Rend.kg/ha	Espigas/m2	P1000g	Granos/m2
I. Churrinche	sin	0	2078	278	35.3	5881
		60	3759	366	34.8	10793
		120	5077	486	36.3	14006
		180	5480	482	35.1	15621
	Estratégica.	0	2523	323	36.3	6960
		60	3853	393	37.2	10368
		120	5677	440	37.5	15138
		180	6719	550	38.2	17604
	Total	0	2854	315	38.1	7494
		60	4553	360	37.2	12250
		120	6246	438	38.2	16365
		180	7531	585	37.6	20039
Baguette 13	sin	0	2709	326	39.3	6902
		60	3713	372	37.1	10014
		120	3699	374	35.5	10419
		180	4023	428	34.9	11520
	Estratégica.	0	3361	316	41.9	8019
		60	4702	353	40.8	11538
		120	6122	402	41.1	14900
		180	6662	457	41.6	16022
	Total	0	3511	297	42.3	8293
		60	5079	327	43.3	11721
		120	7018	295	42.3	16579
		180	7825	398	42.3	18485
Onix	sin	0	2675	309	39.8	6717
		60	4254	318	38.4	11074
		120	4177	493	38.9	10733
		180	5223	558	36.6	14278
	Estratégica.	0	2822	309	38.5	7329
		60	4271	373	40.3	10589
		120	5727	592	39.3	14591
		180	6579	564	38.3	17200
	Total	0	3400	305	40.0	8499
		60	4816	366	39.3	12245
		120	6320	544	38.2	16559
		180	7569	582	38.7	19576

Datos Calidad: Ciclo Largo

Cultivar	Protección	N kg/ha	W	P/L	Gluten Húmedo	Proteína (%)
I. Torcaza	sin	0	205	1.43	25.3	10.7
		60	209	1.48	22.0	9.5
		120	194	0.97	24.6	10.2
		180	220	1.42	29.0	11.5
	Estratégica.	0	233	1.59	25.7	10.8
		60	198	1.55	22.3	9.6
		120	163	1.21	25.2	10.2
		180	223	1.29	27.6	11.3
	Total	0	194	1.81	25.2	10.5
		60	199	2.17	22.6	9.4
		120	184	1.59	24.5	9.8
		180	276	1.64	27.6	11.3
I. Gorrión	sin	0	210	2.29	25.6	10.7
		60	187	2.47	23.1	9.5
		120	264	1.64	25.6	10.4
		180	254	1.77	29.5	11.6
	Estratégica.	0	229	1.94	25.7	10.7
		60	221	3.59	23.7	9.9
		120	254	2.06	27.0	10.6
		180	299	1.46	30.1	11.7
	Total	0	245	2.10	25.5	10.7
		60	222	3.29	23.4	9.5
		120	247	2.31	25.3	10.1
		180	247	1.82	29.3	11.4
Baguette10	sin	0	81	2.69	18.1	8.4
		60	104	3.75	16.9	7.7
		120	156	2.41	24.6	9.5
		180	167	2.21	28.7	10.6
	Estratégica.	0	89	4.18	17.9	8.2
		60	98	3.97	19.2	8.0
		120	129	2.81	23.2	9.3
		180	148	2.83	28.1	10.4
	Total	0	93	3.17	17.5	8.1
		60	71	3.97	15.8	7.4
		120	118	3.67	21.3	8.7
		180	133	2.9	25.7	9.7
I. Tijereta	sin	0	241	1.21	27.6	11.5
		60	190	2.80	23.3	10.3
		120	253	1.87	25.4	11.0
		180	257	1.75	29.0	11.8
	Estratégica.	0	210	2.35	28.0	11.3
		60	210	3.67	24.0	10.6
		120	255	2.48	26.2	10.7
		180	287	2.57	31.1	12.5
	Total	0	249	2.79	26.4	11.5
		60	228	3.23	23.0	9.9
		120	237	2.53	25.9	10.9
		180	248	2.15	29.9	12.2

Datos Calidad Ciclo Intermedio

Cultivar	Protección	N kg/ha	W	P/L	Gluten Húmedo	Proteína (%)
I. Churrinche	sin	0			28.0	11.7
		60			27.4	11.1
		120			31.5	12.4
		180			34.9	13.4
	Estratégica.	0			28.1	11.5
		60			26.4	10.9
		120			30.8	12.0
		180			34.7	13.4
	Total	0			28.4	12.0
		60			28.6	11.5
		120			31.5	12.7
		180			35.6	13.4
Baguette 13	sin	0			23.9	9.7
		60			27.4	10.3
		120			31.8	12.4
		180			33.4	12.7
	Estratégica.	0			19.7	9.4
		60			22.6	9.8
		120			29.0	11.6
		180			33.6	12.8
	Total	0			22.6	10.1
		60			25.8	10.5
		120			30.1	11.7
		180			33.3	12.8
Onix	sin	0			24.5	10.4
		60			25.8	10.8
		120			31.9	11.7
		180			35.0	12.7
	Estratégica.	0			24.1	10.4
		60			24.4	10.4
		120			30.4	11.7
		180			35.2	13.0
	Total	0			24.6	10.5
		60			24.3	10.5
		120			31.9	12.3
		180			35.2	13.4

Datos de calidad promedio tratamientos para ciclos intermedios

Cultivar	Protección	N kg/ha	W	P/L	Gluten Húmedo	Proteína (%)
I. Churrinche	sin	0			28.0	11.7
		60			27.4	11.1
		120			31.5	12.4
		180			34.9	13.4
	Estratégica.	0			28.1	11.5
		60			26.4	10.9
		120			30.8	12.0
		180			34.7	13.4
	Total	0			28.4	12.0
		60			28.6	11.5
		120			31.5	12.7
		180			35.6	13.4
Baguette 13	sin	0			23.9	9.7
		60			27.4	10.3
		120			31.8	12.4
		180			33.4	12.7
	Estratégica.	0			19.7	9.4
		60			22.6	9.8
		120			29.0	11.6
		180			33.6	12.8
	Total	0			22.6	10.1
		60			25.8	10.5
		120			30.1	11.7
		180			33.3	12.8
Onix	sin	0			24.5	10.4
		60			25.8	10.8
		120			31.9	11.7
		180			35.0	12.7
	Estratégica.	0			24.1	10.4
		60			24.4	10.4
		120			30.4	11.7
		180			35.2	13.0
	Total	0			24.6	10.5
		60			24.3	10.5
		120			31.9	12.3
		180			35.2	13.4

Cultivares de trigo del INIA: Comportamientos y recomendaciones para la zafra 2005

Rubén P. Verges¹

Introducción

Como ocurrió en el año 2003, las condiciones climáticas fueron muy favorables para la zafra triguera del 2004, permitiendo alcanzar muy altos rendimientos de grano, tanto a nivel de chacra como experimental.

La calidad física del grano (peso hectolítrico) también fue muy buena, debido a la baja presión de enfermedades y, principalmente, a las condiciones relativamente secas del mes de octubre, que no permitieron mayor desarrollo de fusariosis de la espiga.

A nivel experimental, debido a la baja interferencia de enfermedades, una primavera relativamente fresca, seca y con pocos días nublados, se logró una muy buena expresión de los potenciales de rendimientos de los diferentes cultivares.

En general, se volvió a constatar que los cultivares comerciales del INIA que mostraron los mejores rendimientos en los años problemáticos (2001 y 2002), también fueron los que expresaron los más altos potenciales en este año muy favorable, confirmando poseer buena estabilidad de rendimientos a través de diferentes ambientes de producción, o distintos años como en este caso.

Actualmente, nuestro programa de mejoramiento está poniendo mayor énfasis en la búsqueda de cultivares de ciclos intermedio y corto. Como resultado de estos trabajos se ha liberado recientemente la variedad de ciclo intermedio **LE 2303-INIA Tero** y, por otro lado, en la red oficial de evaluación hay varias líneas experimentales con comportamientos muy promisorios, lo que permite suponer que en los próximos años se podrán ir liberando al mercado varios cultivares de estos ciclos.

En otro artículo de esta misma publicación, se presenta información sobre el nuevo cultivar LE 2303-INIA Tero.

Como venimos precedidos de dos años muy favorable, en los cuales los distintos cultivares no encontraron mayores restricciones para expresar sus potenciales de rendimiento, parece muy oportuno recordar que, contrariamente a lo ocurrido en estos años, nuestro clima frecuentemente presenta condiciones más limitantes para el cultivo y, por lo tanto, reiteramos nuestra recomendación de elegir aquellos cultivares que presentan una mejor adaptación a nuestras condiciones de producción.

Esta presentación tiene como objetivo dar mayor información referente al comportamiento de los cultivares comerciales de trigo del INIA y, sobre esta información, hacer las recomendaciones correspondientes para la siembras del presente año. En base a información de ensayos y de parcelas demostrativas, manejadas como chacras de producción, se abordarán aspectos relacionados a rendimiento de grano, incluyendo doble propósito, comportamiento sanitario, características agronómicas, calidad de grano e industrial, época de siembra y densidad de siembra, para los siguientes cultivares comerciales:

Ciclo Largo

LE 2210-INIA Tijereta
LE 2245-INIA Gorrión
LE 2255-INIA Gavilán
LE 2271-INIA Torcaza

Ciclo Intermedio

LE 2293-INIA Caburé

Ciclo Corto

INIA Mirlo
LE 2249-INIA Churrinche

Rendimiento de grano

En los cuadros siguientes se incluyen datos de rendimiento de grano (kg/há y % respecto a la media de ensayo) de los experimentos del programa de mejoramiento genético de trigo, sembrados en La Estanzuela durante el período 2001-2004 y en Young en los años 2003 y 2004.

A partir del año 2001 se comenzó con la instalación de dos épocas de siembra en La Estanzuela. Una denominada **época normal**, que para los ciclos largos se ubica a mediados de mayo y para los ciclos

¹ Ing. Agr., M. Sc., Responsable del Proyecto Mejoramiento Genético de Trigo y Triticale, INIA La Estanzuela.
E-mail: rverges@le.inia.org.uy

más precoces a mediados de junio. La otra, denominada **época tardía**, es a mediados de junio para los ciclos largos y a mediados de julio para los ciclos más precoces.

A partir del año pasado se comenzó en La Estanzuela a instalar los ensayos elites de los diferentes ciclos en varias épocas de siembra, con el objetivo de definir con mayor precisión la época de siembra más adecuada para cada cultivar que se libere al mercado.

Dentro del período analizado y como ya se dijo, los años 2003 y 2004 fueron muy favorables para la expresión de potenciales de rendimiento en La Estanzuela y Young, no así los años 2001 y 2002 debido, mayormente, a los frecuentes excesos hídricos registrados durante varios momentos del ciclo del cultivo. Estos excesos, además de interferir directamente en la expresión de potenciales de rendimiento, propiciaron la aparición de enfermedades, principalmente fusariosis de la espiga.

Es importante tener en cuenta que toda la información que se presenta en este trabajo proviene de ensayos sin tratamientos para el control de enfermedades, debido a que la estrategia seguida por el programa de mejoramiento de trigo permite que los problemas sanitarios se expresen en su real dimensión, para de esa manera identificar aquellos genotipos con los mejores comportamientos.

En los años 2003 y 2004, todos los ensayos de La Estanzuela fueron instalados en siembra directa, mientras que en Young y Dolores se comenzó con este sistema de siembra en el año 2004.

En los anexos 1 y 2 de esta publicación se incluye información de rendimiento de grano, calidad y sanidad de los cultivares comerciales sembrados en las parcelas demostrativas de La Estanzuela, Dolores y Young, del año 2004 y los rendimientos de los ensayos elites del mismo año. Estos ensayos son llevados por el programa de mejoramiento y comprenden todas las líneas experimentales y variedades comerciales que el INIA tiene incluidas en la red oficial de evaluación de trigo.

CULTIVARES DE CICLO LARGO

La Estanzuela

Los cuadros 1 y 2 presentan información para siembras en épocas normal y tardía, en los años 2001, 2002, 2003 y 2004.

Cuadro 1.

Epoca:	NORMAL																	
Año:	2001				2002				2003				2004				2001-2004	
Ensayo:	Elite	Final			Elite	Final			Elite	Final 2			Elite	Final				
Siembra:	14/05	14/05	Media		27/05	27/05	Media		14/05	14/05	Media		19/05	14/05	Media		Media	
CULTIVAR	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	%
I. TORCAZA	2120	2425	2273	180	6057	6470	6264	117	6837	6442	6640	108	6378	6132	6255	105	5358	115
I.GORRION	1420	1512	1466	116	5932	5574	5753	108	6504	6146	6325	103	5956	6748	6352	107	4974	106
I.GAVILAN	780	919	850	67	5196	5174	5185	97	6554	6132	6343	104	5883	5553	5718	96	4524	97
I. TIJERETA	593	703	648	51	4923	4511	4717	88	6923	6224	6574	107	5529	5967	5748	96	4422	95
Media ensayo (kg/há)	1040	1479	1260	100	5292	5406	5349	100	6362	5890	6126	100	5721	6205	5963	100	4674	100
C.V. (%)	21,4	18,3	----	----	6,3	5,4	----	----	7.0	6.1	----	----	6.1	5.4	----	----	----	----
M.D.S. (kg/há)	471	540	----	----	537	475	----	----	751	576	----	----	771	540	----	----	----	----
N° Cultivares	25	90	----	----	20	64	----	----	20	90	----	----	20	72	----	----	----	----

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

Cuadro 2.

Epoca:	TARDIA																	
Año:	2001				2002				2003				2004				2001-2004	
Ensayo:	Elite	Final			Elite	Final			Elite	Final			Elite	Final				
Siembra:	25/06	25/06	Media		16/07	15/07	Media		13/07	12/07	Media		14/06	12/06	Media		Media	
CULTIVAR	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	%
I. TORCAZA	3669	4065	3867	129	5358	5358	5221	111	4671	5435	5053	109	5585	6616	6101	103	5060	111
I.GORRION	3066	3638	3352	112	4974	4974	5293	113	4378	5239	4809	104	5345	6604	6748	114	4857	106
I. TIJERETA	2628	2545	2587	86	4422	4422	4691	100	4292	5032	4662	100	6197	6280	6239	105	4544	100
I.GAVILAN	2761	3125	2943	98	4208	4208	5007	107	3900	4933	4417	95	5638	5775	5707	96	4518	99
Media ensayo (kg/há)	2672	3324	2998	100	4674	4742	4689	100	4280	5002	4641	100	5699	6134	5917	100	4561	100
C.V. (%)	8,9	8,3	---	---	6,9	7,2	---	---	10,5	5,5	---	---	5,4	6,1	---	---	---	---
M.D.S. (kg/há)	504	549	---	---	537	552	---	---	753	443	---	---	683	602	---	---	---	---
N° Cultivares	25	90	---	---	20	64	---	---	20	90	---	---	20	72	---	---	---	---

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA

El cuadro 3 es un resumen de los rendimientos en las diferentes épocas de siembra para el total del período analizado.

Cuadro 3.

Año:	2001-2004		2001-2004		2001-2004	
Epoca:	Normal		Tardía		Media	
CULTIVAR	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
I. TORCAZA	5358	115	5060	111	5209	113
I. GORRION	4974	106	4857	106	4916	106
I. GAVILAN	4524	97	4518	99	4521	98
I. TIJERETA	4422	95	4544	100	4483	97
Media ensayo (kg/há)	4674	100	4561	100	4618	100

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

En el siguiente cuadro se incluye información de rendimiento de grano en ensayos doble propósito (producción de forraje y grano), sembrados en La Estanzuela y pastoreados con ovinos, en los años 1998, 1999, 2000, 2003 y 2004.

Cuadro 4.

Año:	1998		1999		2000		2003		2004		Media	
Siembra:	06-Abr		08-Abr		13-Abr		10-Abr		13-Abr		Media	
Cultivar	kg/há	%	kg/há	%								
I. TORCAZA	6137	124	3192	123	5208	143	5030	119	3937	105	4701	122
I. GORRION	4966	101	2807	108	4344	119	4704	111	3587	95	4082	106
E. FEDERAL	4503	91	2514	97	3366	92	3864	91	4046	107	3659	95
I. TIJERETA	4432	90	2664	102	2792	77	4089	97	3975	106	3590	94
Media ensayo	4941	100	2604	100	3648	100	4231	100	3764	99.99	3838	100
Tratamientos	42	---	49	---	49	---	64	---	100	---	---	---
C.V. (%)	6,8	---	10,2	---	8,1	---	7.9	---	11.9	---	---	---
MDS (0,05)	555	---	433	---	481	---	545	---	725	---	---	---
1er. Pastoreo	03-Jun		04-Jun		03-Jul		16-Jun		13-Jul		---	
2do. Pastoreo	09-Jul		26-Jul		18-Ago		31-Jul		13-Ago		---	
3er. Pastoreo	---		---		---		19-Ago		---		---	

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA

Young

En esta localidad no se instalaron ensayos en el año 2001 y los ensayos del 2002 fueron severamente afectados en su población de plantas debido a abundantes lluvias ocurridas inmediatamente después de la siembra, lo cual no permitió evaluar el rendimiento de grano. Por estos motivos, en el cuadro 5 se presenta información para los años 2000, 2003 y 2004.

Cuadro 5.

Año:	2000				2003				2004				00-03-04	
Ensayo:	Elite	Final			Elite	Final 2			Elite	Final				
Siembra:	1/07	1/07	Media		27/06	27/06	Media		18/05	18/05	Media		Media	
CULTIVAR	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	%
I.GORRION	6058	5888	5973	107	6483	6136	6310	110	5756	5814	5785	117	6022	111
I. TORCAZA	6835	6933	6884	123	6140	5945	6043	105	5221	4938	5080	102	6002	110
I. TIJERETA	5747	6175	5961	107	6673	6255	6464	112	5477	5495	5486	111	5970	110
I.GAVILAN	6962	6203	6583	118	5937	5877	5907	103	4081	3960	4020	81	5503	101
Media ensayo	5726	5438	5582	100	5912	5609	5760	100	5079	4839	4959	100	5434	100
C.V. (%)	7,5	6,5	----	----	5.1	4.8	----	----	10.4	7.4	----	----	----	----
M.D.S. (kg/há)	700	572	----	----	502	435	----	----	881	582	----	----	----	----
N° Cultivares	25	72	----	----	20	90	----	----	20	72	----	----	----	----

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

Analizando toda la información de rendimiento, surge que en los ensayos de La Estanzuela I.Torcaza e I.Gorrión fueron los cultivares que mantuvieron los mejores rendimientos a través de los años considerados en este estudio. INIA Tijereta tuvo un comportamiento intermedio, mejorando sensiblemente su ubicación en los mejores años, mientras que I.Gavilán mostró un comportamiento inferior en todo el período analizado.

En cuanto a época de siembra, I. Torcaza tendió a rendir más en siembras de mayo, I. Gorrión no mostró diferencias entre siembras de mayo y junio e I. Tijereta e I. Gavilán tendieron a rendir más en siembras de junio.

En Young, I. Gorrión, I. Torcaza e I. Tijereta tuvieron rendimientos muy similares en el promedio del período estudiado, mientras que I. Gavilán mostró un rendimiento inferior a los anteriores. En este caso, se debe tener presente que no hubo ensayos en los años 2001 y 2002, por razones ya mencionadas.

En lo referente a doble propósito, I.Torcaza ha mostrado un excelente comportamiento en rendimiento de grano, seguido por I.Gorrión, mientras que I.Tijereta se ha comportado consistentemente inferior en este tipo de utilización del cultivo de trigo.

CULTIVARES DE CICLOS INTERMEDIO Y CORTO

La Estanzuela

En el siguiente cuadro se presenta información para siembras de época normal (mediados de junio), en los años 2001, 2002, 2003 y 2004.

Cuadro 6.

Epoca:	NORMAL																	
Año:	2001				2002				2003				2004				2001-2004	
Ensayo:	Elite	Final	Media		Elite	Final	Media		Elite	Final	Media		Elite	Prel.	Media		Media	
Siembra:	27/06	27/06	Media		27/06	20/06	Media		18/06	18/06	Media		1/06	16/06	Media		Media	
CULTIVAR	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	%
I. CHURRINCHE	1904	1876	1890	129	5262	5135	3509	113	6405	6143	6274	103	5614	6026	5490	106	4713	108
I. CABURE	1609	1495	1552	106	4608	4410	3041	98	6405	6531	6468	107	5012	5948	5480	106	4502	103
I. MIRLO	1133	1399	1266	86	4298	4062	2815	91	5588	5695	5642	93	4322	4544	4433	86	3880	89
Media ensayo	1302	1626	1464	100	4304	4906	3103	100	6036	6092	6064	100	5243	5486	5365	104	4374	100
C.V. (%)	18.7	16.9	----	----	10.7	5.7	----	----	4,8	4,9	----	----	9.0	9.9	----	----	----	----
M.D.S. (kg/há)	516	567	----	----	719	466	----	----	487	494	----	----	797	1083	----	----	----	----
N° Cultivares	25	36	----	----	20	25	----	----	16	20	----	----	20	72	----	----	----	----

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

En el cuadro 7 se presentan datos de época de siembra tardía en los años 2001, 2002, 2003 y 2004.

Cuadro 7.

Epoca:	TARDIA																	
	2001		2002				2003				2004				2001-2004			
Año:	2001		2002				2003				2004				2001-2004			
Ensayo:	Elite	Final	Media		Elite	Final	Media		Elite	Final	Media		Elite	Prel.	Media		Media	
Siembra:	26/06	25/06	Media		16/07	15/07	Media		13/07	12/07	Media		15/07	16/07	Media		Media	
CULTIVAR	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	%
I. CHURRINCHE	2636	2343	2490	128	4218	5699	3348	116	3493	3683	3588	103	4016	3886	3951	98	3747	109
I. CABURE	2417	2128	2273	117	3028	3621	2255	78	3828	3349	3589	103	4117	3277	3697	91	3221	94
I. MIRLO	1422	1242	1332	69	3089	3758	2305	80	3313	3201	3257	94	3911	3080	3495	86	2877	84
Media ensayo	1766	2122	1944	100	3593	4933	2875	100	3521	3433	3477	100	4453	3638	4046	100	3432	100
C.V. (%)	10.8	10.4	----	----	12.9	7.4	----	----	7,7	12.9	----	----	6.6	13.1	----	----	----	----
M.D.S. (kg/há)	406	457	----	----	834	608	----	----	461	746	----	----	497	957	----	----	----	----
N° Cultivares	25	36	----	----	20	25	----	----	16	20	----	----	20	72	----	----	----	----

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

En el cuadro 8 se resumen los rendimientos en las diferentes épocas de siembra y en el total del período analizado.

Cuadro 8.

Año:	2001-2004		2001-2004		2001-2004	
Epoca:	Normal		Tardía		Media	
CULTIVAR	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
I. CHURRINCHE	4713	108	3747	109	4230	108
I. CABURE	4502	103	3221	94	3861	99
I. MIRLO	3880	89	2877	84	3379	87
Media ens. (kg/há)	4374	100	3432	100	3903	100

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

Young

En el cuadro 9 se presenta la información para los años 2003 y 2004 y el promedio de esos años.

Cuadro 9.

Año:	2003				2004				00-03-04	
Ensayo:	Elite	Final			Elite	Final				
Siembra:	27/06	27/06	Media		15/06	15/06	Media		Media	
CULTIVAR	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	%
I. CHURRINCHE	7506	6711	7109	112	6618	6016	6317	108	6713	110
I. MIRLO	7021	5464	6243	99	5115	5235	5175	88	5709	94
I. CABURE	5697	5688	5693	90	6021	5218	5619	96	5656	93
Media ensayo	6719	5951	6335	100	5819	5925	5872	100	6103	100
C.V. (%)	5.5	9.9	----	----	9.4	6.6	----	----	----	----
M.D.S. (kg/há)	630	997	----	----	917	646	----	----	----	----
N° Cultivares	16	20	----	----	20	25	----	----	----	----

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

En el caso de este grupo de cultivares, en los datos de La Estanzuela se destaca consistentemente I.Churrinche, seguido de I.Caburé, mientras que I.Mirlo ha ido decayendo en sus rendimientos, siendo más evidente en los casos en que la roya de la hoja alcanza niveles importantes, lo cual también es válido para I.Caburé.

En Young, también se destaca claramente I. Churrinche, pero a diferencia de La Estanzuela, I.Mirlo ha tenido un mejor comportamiento que I.Caburé.

En cuanto a época de siembra, los tres cultivares se comportaron consistentemente mejor en siembras de junio. En este caso, el promedio de los tres cultivares indica que se pierde alrededor del 30% del potencial cuando se retrasa la siembra al mes de julio.

Características agronómicas

En base a los datos generados en los últimos años, en el cuadro 10 se presenta información para las diferentes características agronómicas, **en siembras de mediados de mayo en La Estanzuela para los cultivares de ciclo largo y de mediados de junio para los cultivares de ciclos intermedios y cortos.**

Cuadro 10.

CULTIVAR	Porte	Ciclo			Altura			Vuelco	Desgrane
	(1)	(2)			(3)			(4)	(5)
		Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media		
I. TIJERETA	SR-SE	131	148	139	86	100	95	R-MR	R
I. GORRIÓN	R-SR	133	149	141	88	95	92	R	MR
I. GAVILAN	SE-SR	132	156	143	83	101	94	R-MR	R
I. TORCAZA	R-SR	133	149	141	79	97	91	R	R-MR
I. CABURE	SE	90	105	99	85	97	90	R	R
I. MIRLO	E	82	96	89	66	100	80	R-MR	R-MR
I. CHURRINCHE	SE-E	88	102	96	84	99	92	R-MR	R

(1) R: rastrero; SR: semirastrero; SE: semierecto; E: erecto.

(2) Días desde emergencia a 50% de espigazón.

(3) Centímetros desde el suelo a la punta de la espiga, excluyendo las aristas.

(4) y (5) R: resistente; MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente susceptible; S: susceptible

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

En estas características los diferentes cultivares no presentan problemas y es de destacar la buena resistencia a vuelco de las variedades de ciclo largo, uno de los aspectos en los cuales se ha progresado más en los últimos años.

En lo referente a ciclo total, es importante puntualizar que, según datos de La Estanzuela, **sembrando los diferentes cultivares en su época normal (mediados de mayo para los ciclos largos y mediados de junio para los ciclos más precoces), todos alcanzan la madurez de cosecha entre principios y mediados de diciembre.** Por otra parte, un retraso de un mes en la siembra, respecto a las fechas mencionadas, se traduce en general en un retraso de 10 a 15 días en la madurez de cosecha.

Comportamiento sanitario

En el siguiente cuadro se observa la caracterización de todos los cultivares para las principales enfermedades, ordenados de mejor a peor sanidad de acuerdo a los grados de infección.

Cuadro 11.

CULTIVAR	ENFERMEDADES					
	RH (*)	OI(*)	MH (**)	MA (**)	MM (**)	FE(**)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I. GORRIÓN	B	I	I	I	I	I
I. CHURRINCHE	I	B-I	I	I	I	I
I. TIJERETA	B-I	B-I	I-A	I	B	I-A
I. TORCAZA	I	I-A	B-I	I	I-A	I
I. GAVILAN	I	I	I	B-I	I-A	A
I. CABURE	A	I-A	I	I	---	I
I. MIRLO	A	I-B	B	I	B	A

(1) Roya de la hoja, causada por *Puccinia triticina*

(2) Oídio, causado por *Blumeria graminis*

(3) Mancha de la hoja, causada por *Septoria tritici*

(4) Mancha amarilla, causada por *Drechslera tritici repentis*

(5) Mancha marrón, causada por *Bipolaris sorokiniana*

(6) Fusariosis de espiga, causada por *Fusarium graminearum*

Grado de infección: MB (muy bajo); B (bajo); I (intermedio); A (alto); MA (muy alto)

FUENTE: (*) Silvia Germán (comunicación personal)

(**) Martha Díaz (comunicación personal)

De acuerdo a esta información, los cultivares de mejor comportamiento sanitario son I. Gorrión, I. Churrinche, I. Tijereta e I. Torcaza, incluyendo fusariosis de la espiga enfermedad para la cual aún no se cuenta con adecuada resistencia genética en variedades comerciales, tanto a nivel nacional como mundial.

INIA Gavilán e I. Mirlo presentan la mayor susceptibilidad a fusariosis, mientras que I. Caburé e I. Mirlo son los más susceptibles para roya de la hoja.

Calidad de grano e industrial

En el cuadro 12 se incluye la caracterización de calidad para todos los cultivares.

Cuadro 12.

CULTIVAR	CALIDAD FÍSICA	CALIDAD INDUSTRIAL	
	PESO HECTOL.	MOLINERA	PANADERA
I. TIJERETA	Bueno	Buena	Buena, con gluten fuerte aunque tenaz
I. GORRION	Bueno	Buena	Muy buena, con gluten fuerte y balanceado
I. GAVILAN	Menor a la media	Menor extracción a la media	Muy buena, con gluten fuerte y balanceado
I. TORCAZA	Bueno	Buena	Buena
I. MIRLO	Bueno	Buena	Aceptable
I. CHURRINCHE	Bueno	Buena	Buena
I. CABURE	Bueno	Buena, aunque con grano blando	Con problemas por tener grano blando

FUENTE: Daniel Vázquez (comunicación personal)

Esta información permite concluir que ha habido un mejoramiento significativo en los diferentes aspectos de calidad, a través de las variedades lanzadas en los últimos años (I.Gorrión, I.Churrinche, I.Gavilán e I.Torcaza), con respecto a las variedades más antiguas, como por ejemplo Estanzuela Cardenal, Estanzuela Pelón 90 e INIA Mirlo.

Epoca y densidad de siembra

En el cuadro siguiente se presenta la recomendación de época de siembra y densidad de siembra para cada uno de los cultivares, de acuerdo a los resultados de ensayos instalados en La Estanzuela y también se presenta la fecha de cosecha estimada, según cultivar y fecha de siembra.

Cuadro 13.

Cultivar	SIEMBRA					DENSIDAD (kg/há)	COSECHA									
	Mes:	ABRIL			MAYO		JUNIO		JULIO		DICIEMBRE					
Fecha:	1	15	30	1	15	31	1	15	30	1	15	31	1	10	20	31
I. GORRIÓN		DDDD	DDD	GGG	GGGGGG					100					CCCCC	
I.TORCAZA		DDDD	DDD	GGG	GGGGGG					100					CCCCC	
I.TIJERETA				GGG	GGGGGG					120					CCCCC	
I.GAVILAN				GGG	GGGGGG					100					CCCCC	
I. CABURE					GGGGGG	GGG				110					CCCCC	
I. CHURRINCHE					GGG	GGGGGG				110					CCCCC	
I. MIRLO					GGG	GGGGGG				130					CCCCC	

D: Siembra para doble propósito

G: Siembra para grano

C: Cosecha

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

Los datos de densidad de siembra corresponden a la usada para cada cultivar en los ensayos que han generado los datos presentados en esta publicación. No obstante, son sólo una referencia, por lo tanto, en cada caso particular se deberá ajustar la densidad de acuerdo a los datos del lote de semilla a sembrar, las recomendaciones del técnico asesor, así como otra información que se pueda disponer al respecto.

Referente a época de siembra, se puede observar que el período de siembra de trigo en el país queda bastante bien cubierto con las variedades incluidas en el cuadro 13. Por otro lado, sembrando en la época adecuada para cada cultivar se logra tener el rastrojo disponible dentro de la primera quincena de diciembre, lo que puede permitir la siembra de un cultivo de segunda en una buena época.

Es importante mencionar que para elegir la variedad a sembrar es conveniente integrar todos los aspectos mencionados en esta presentación. En nuestro criterio, la sanidad del cultivar seleccionado constituye un aspecto muy importante para el mejor éxito del cultivo en las condiciones del Uruguay, tanto desde el punto de vista de niveles y estabildades de rendimientos, como de costos de producción.

Por esta razón, en la recomendación estamos priorizando la siembra de los cultivares que han mostrado la mejor sanidad en estos últimos años, teniendo también en cuenta los rendimientos y calidades.

Si se incluyeran en los planes de siembra cultivares con algún problema sanitario importante, como es el caso de I.Mirlo e I.Caburé frente a roya de la hoja, probablemente se tenga la necesidad y conveniencia de usar control químico. En este sentido, el INIA cuenta con información en cuanto a productos, dosis, momentos de aplicación, etc., que puede ayudar a tomar las decisiones más adecuadas según el caso.

Finalmente, para disminuir los riesgos de producción puede ser muy útil diversificar la elección de cultivares a sembrar y, también, diversificar la época de espigazón-floración. Esto se puede lograr

sembrando un mismo cultivar, o cultivares de ciclos similares, en distintas fechas o sembrando en la misma fecha cultivares de diferentes ciclos.

Consideraciones finales

- Los cultivares más destacados en rendimiento en años favorables son también las más destacados en años desfavorables, lo que indica una muy buena estabilidad.
- Sobresalen por sus rendimientos INIA Torcaza e INIA Gorrión en los ciclos largos e INIA Churrinche en los ciclos más cortos, además de poseer todos ellos buena calidad panadera.
- INIA Tijereta expresa altos rendimientos en condiciones favorables pero se resiente más que los anteriores en condiciones más desfavorables. Dentro de los ciclos largos, INIA Gavilán ha presentado rendimientos inferiores aunque, por otro lado, posee muy buena calidad panadera.
- INIA Mirlo e INIA Caburé tienen altos potenciales pero los mismos son afectados cuando la roya de la hoja es importante, situación en la cual requieren control químico.
- La mayoría de los cultivares expresan mayores potenciales en siembras de época normal, por lo que un retraso en la época de siembra puede significar importantes pérdidas en rendimiento.
- INIA Torcaza e INIA Gorrión han mostrado muy buen comportamiento en rendimiento de grano en siembras para doble propósito pastoreadas con ovinos, mientras que INIA Tijereta ha tenido un comportamiento inferior.
- Si se siembran los cultivares en sus mejores épocas, no sólo se aprovecharán mejor sus potenciales de rendimiento sino que se dejará el rastrojo antes, lo que puede ser importante para realizar siembras de segunda en fechas más apropiada.
- El menú de cultivares disponibles permite una buena diversificación del período espigazón-floración, lo cual puede ser una herramienta útil para disminuir los riesgos de daños generalizados por fusariosis de la espiga. Esto se debería tener en cuenta al momento de decidir sobre los cultivares a usar y sus fechas de siembra.
- En el caso de sembrar cultivares con alta susceptibilidad a enfermedades, se deberá tener en cuenta la probable necesidad de usar fungicidas. Sobre el uso de esta tecnología, existe información en el INIA que puede ayudar en la toma de decisiones a nivel de producción.
- Los datos de dos años de ensayos en siembra directa (2003 y 2004) indican que los cultivares de mejor comportamiento en esta situación son los que también se comportaron mejor en siembra convencional.

ANEXO 1

PARCELAS DEMOSTRATIVAS DE TRIGO - AÑO 2004

RENDIMIENTO DE GRANO Y PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICA E INDUSTRIAL

LOCALIDAD:	LA ESTANZUELA				DOLORES				YOUNG				MEDIA			
	CULTIVAR	REND.	P. H.	PROT.	W	REND.	P. H.	PROT.	W	REND.	P. H.	PROT.	W	REND.	P. H.	PROT.
I.TORCAZA+F	5613	82.4	12.9	293	5873	77.8	12.3	315	4693	79.8	13.7	366	5393	80.0	13.0	325
LE2310+F	4820	80.6	14.7	230	5833	79.3	13.0	281	5113	79.5	12.2	328	5255	79.8	13.3	280
I.TERO	4507	82.1	13.0	256	5313	80.1	11.9	244	5573	80.5	12.3	453	5131	80.9	12.4	318
I.TERO+F	4333	80.9	13.6	307	5367	80.8	12.1	284	5573	81.0	12.8	416	5091	80.9	12.8	336
I.TORCAZA	5193	82.4	13.5	228	5320	77.2	12.6	296	4600	78.7	14.4	519	5038	79.4	13.5	348
LE2310	4407	80.7	13.7	248	4933	79.1	12.6	284	5200	77.2	12.9	342	4847	79.0	13.1	291
I.GORRION+F	4313	84.0	13.4	371	5673	80.6	12.7	389	4153	80.2	13.9	442	4713	81.6	13.3	401
I.GORRION	4740	83.4	12.8	289	4940	80.4	12.9	368	4193	79.0	14.1	489	4624	80.9	13.3	382
I.CHURRINCHE	4513	82.4	13.4	264	5500	81.2	12.7	326	3733	80.4	13.2	388	4582	81.4	13.1	326
I.CHURRINCHE+F	4587	82.6	13.3	240	5340	81.5	13.3	285	3813	79.2	13.0	311	4580	81.1	13.2	279
I.MIRLO	----	----	----	----	4647	78.6	12.3	232	4187	78.9	13.3	202	4417	78.7	12.8	217
I.GAVILAN+F	5300	79.6	14.1	358	4493	78.7	14.5	511	3410	80.1	14.7	535	4401	79.4	14.4	468
I.TIJERETA +F	----	----	----	----	4353	80.1	13.5	220	4253	79.2	14.4	----	4303	79.6	14.0	220
I.MIRLO+F	----	----	----	----	4960	78.3	13.6	181	3327	77.9	13.4	178	4143	78.1	13.5	180
I.GAVILAN	4667	78.9	13.7	283	4080	78.2	14.7	492	3287	78.5	15.3	472	4011	78.5	14.6	416
I.TIJERETA	----	----	----	----	3233	80.7	13.7	454	3740	79.6	14.6	489	3487	80.1	14.2	314
MEDIA	4749	81.7	13.5	281	4991	79.5	13.0	323	4303	79.4	13.6	395	4626	80.2	13.4	319

+ F: Tratado con fungicida.

Rend.: Rendimiento de grano (kg/há).

PH.: Peso hectolítrigo.

Prot.: % de proteína en grano.

W: Fuerza panadera.

Nota: La implantación en La Estanzuela de I. Mirlo e I. Tijereta no fue buena, razón por la cual estos cultivares no fueron evaluados en esta localidad.

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

LA ESTANZUELA

REFERENCIAS

LUGAR: La Estanzuela, Chacra 2. **SISTEMA DE SIEMBRA:** Directa

FECHA DE SIEMBRA: Ciclo largo: 17/05; Ciclos intermedio y corto: 16/06

TAMAÑO DE PARCELA: 9,0 x 50,0 metros.

FERTILIZACIÓN: Ciclo largo: 165-96-00 NPK (150 kg/há de 18-46-00 NPK a la siembra + 100 kg/há de urea el 23/07 + 200 kg/há de urea el 26/08).

Ciclos intermedio y corto: 165-96-00 NPK (150 kg/há de 18-46-00 NPK a la siembra + 100 kg/há de urea el 26/08 + 200 kg/há de urea el 22/09).

CONTROL DE MALEZAS: 30 gr/há de Glean más 100 gr/há de Hussar.

CONTROL DE ENFERMEDADES: Para control de fusariosis de la espiga, una parte de la parcela de cada cultivar fue tratada con 1 lt/há de Caramba en inicio de floración.

HISTORIA DE LA CHACRA: 2002 y 2003: Trébol rojo.

ANÁLISIS DE SUELO:

22/03/04				
pH (H2O)	C.Org %	N-NO3 µg N/g	Bray I µg P/g	K meq/100g
5,6	2,1	20,2	11,4	0,9

COMPORTAMIENTO SANITARIO

FECHA LECTURA:	14/10/2004				25/10/2004				08/11/2004				
	CULTIVAR	EV	MF	RH	BYDV	EV	MF	RH	OIDIO	EV	MF	RH	
I. GORRION+F	IESP									L	3/2 5D	TMR	FLECKING
I. GORRION	IESP	1/1 2S	TMR	T	1/4-1/2G	3/2 6DS	TMR	FLECK		L	4/2 8D	TMR	FLECKING
I. GAVILAN+F	EMB									AL	2/1 2D	T	
I. GAVILAN	EMB	2/1 TS	TMR	>T	FL	3/2 6D	TMS			AL	4/3 15D	2MR-MS	
I. TORCAZA+F	IESP									AL	4/2 10D	2MR-MS	
I. TORCAZA	IESP	2/1 TD	TMR	T	1/4-1/2G	3/2 5DS	2MR-MS			AL	6/4 25D	8MS	
I. TERO+F	IFL									L	2/1 2DS	TMR	
I. TERO	IFL	1/1 2DS	TMR	NO VIRUS	A	3/2 5SD	2MR-MS			L	4/2 10SD	5MR-MS	
LE 2310+F	IFL/FL									L	4/2 10DS	5MS	
LE 2310	IFL/FL	1/1 1SP	2MR-MS	NO VIRUS	1/4-1/2G	2/1 2SD	5MS-S			L	4/2 10SD	10S-MS	
I. CHURINCHE +F	FL									L	3/2 5SD	2MR-MS	FLECKING
I. CHURINCHE	FL	2/1 2SD	RH	>T	3/4-A	3/1 3SD	TMR	FLECK		L	4/2 10SD	5MS	

FUENTE: Martha Díaz

+F: Con aplicación de fungicida

DOLORES

REFERENCIAS

Productor: Sr. Raúl Bertón

Paraje: Camino a "Rincón del Aguila". Soriano (a 3 km de Ruta 105 km 35,5)

Sistema de siembra: Directa

Tamaño de parcela: 9,18 metros de frente por 50 metros de fondo.

Fertilización: 100 kg/há de 15-85-0 NPK + 11 S (21/05/04); 100 kg/há de Urea (27/07/04)
230 kg/há de Urea (24/08/04). **Total fertilización: 167-85-0 NPK + 11 S**

Fecha de siembra: Ciclos largos: 21/05/04; Ciclos intermedio y corto: 11/06/04

Control de malezas: 27/07/04: 100 gr/há de Hussar + 25 gr/há de Glean

Control de lagarta: 20/10/04: 50 cc/há de Alsystin

Control de enfermedades: Para control preventivo de fusariosis de la espiga, a una parte de la parcela se le aplicó 1 lt/há de Caramba en inicio de floración a todos los cultivares.

Historia de la chacra: Verano 2003-04: Soja

Análisis de suelo:

17/06/04				27/07/04
C.Org %	N-NO ₃ µg N/g	Bray I µg P/g	PMN mg/Kg N-NH ₄	N-NO ₃ µg N/g
1,70	12,2	9,0	32,5	8,8

Comportamiento sanitario

FECHA LECTURA: CULTIVAR	19/10/04				27/10/04				08/11/04		
	EV	MF	RH	OIDIO	EV	MF	RH	OIDIO	EV	MF	RH
I. TIJERETA+F	FFL-1/4G	15S	TMS	10	3/4G				AL	3/2	5MR
I. TIJERETA	FFL-1/4G	15S	TMS	10	3/4G	6/4 25SD	2MR-MS	-	AL	6/3	15MS-S
I. GORRION+F	PFL	15D	2MR-MS	10	1/2G				AL	3/2	5MR
I. GORRION	PFL	20D	2MR-MS	10	1/2G	6/4 25 DS	2MR-MS	5-10	AL	5/3	15MS-S
I. GAVILAN+F	1/4G	15D	2MR-MS	5	1/4G				L	4/3	15MS-S
I. GAVILAN	1/4G	15D	5MR-MS	5	1/4G	6/5 30D	10MS	2	L	6/3	30MS-S
I. TORCAZA+F	1/4G	25D	2MS	20	1/4-1/2G				AL	4/3	10MS
I. TORCAZA	1/4G	25D	5MR-MS	20	1/4-1/2G	6/4 25D	2MR-MS	5	AL	7/4	30MS-S
I. TERO+F	3/4G	5S	0	-	AL				LP	3/2	5MS
I. TERO	3/4G	10D	TMS	-	AL	6/3 20D	5MR-MS	T	LP	6/3	15MS-S
LE 2310+F	1/2G	10D	5MR-MS	-	AL				LP	5/3	5MS
LE 2310	1/2G	25D	25MS-S	20	AL	6/3 20D	10S-MS	5	LP	----	50S
I. MIRLO+F	L	-	T	VUELCO	LP-P				LP	7/3	20MS-S
I. MIRLO	L	-	50MS-S	VUELCO	LP-P	-	70S-MS	-	LP	----	70S
I. CHURINCHE+F	A	2D	T	-	L				LP	3/2	TM
I. CHURINCHE	A	10D	2MR-MS	-	L	5/4 20SD	2-5MR-MS	5	LP	6/3	15MS-S

Fuente: Martha Díaz

+F: Con aplicación de fungicida

YOUNG

REFERENCIAS

Lugar: Unidad Experimental y Demostrativa de Young

Paraje: Young, Río Negro

Sistema de siembra: Directa

Tamaño de parcela: 9,18 metros de frente por 50 metros de fondo.

Fertilización: 200 kg/há de 18-46-00 NPK. 50 kg/há de Urea (15/07/04) y 200 kg/há de Urea (24/08/04). **Total fertilización: 151-92-00 NPK.**

Fecha de siembra: Ciclos largos: 18/05/04.
Ciclos intermedio y corto: 15/06/04

Control de malezas: Hussar (100 gr/há) + Glean (30 gr/há) el 15/07/04

Control de pulgones: Pirimor (150 gr/há) el 09/08/04

Control de enfermedades: Para control preventivo de fusariosis de la espiga, a una parte de la parcela se le aplicó 1 lt/há de Caramba en inicio de floración a todos los cultivares.

Historia de la chacra: Campo mejorado, soja.

Análisis de nitratos: 06/07/04

N-NO3 µg N/g
14,1

Comportamiento sanitario

FECHA LECTURA: CULTIVAR	06/10/04				04/11/04		
	EV	MF	RH	BYDV	EV	MF	RH
I. TIJERETA+F	FL	TD	0	ALTO			
I. TIJERETA	FL	TD	0	ALTO	P	6/4 25DS	3MS
I. GORRION+F	ESP	TDS	TMS-MR	ALTO			
I. GORRION	ESP	TDS	TMS-MR	ALTO	P	6/4 25D	10MR-MS
I. GAVILAN+F	ESP	2D	TMS-MR	T			
I. GAVILAN	ESP	2D	TMS-MR	T	LP	5/4 20D	8MS-S
I. TORCAZA+F	ESP	2D	0	MEDIO			
I. TORCAZA	ESP	2D	0	MEDIO	P	6/4 25D	20S
I. TERO+F	FL	2S	5MS				
I. TERO	FL	2S	5MS		LP	5/4 20D	40S
LE 2310+F	FL	2SD	TMS-MR	T			
LE 2310	FL	2SD	TMS-MR	T	P	6/4 25D	10MS
I. MIRLO+F	FL	TD	10MS	T			
I. MIRLO	FL	TD	10MS	T	P	6/4 25D	30S-MS
I. CHURINCHE+F	L	2D	5MS-S	T			
I. CHURINCHE	L	2D	5MS-S	T			

Fuente: Martha Díaz

+F: Con aplicación de fungicida

ANEXO 1

RENDIMIENTO DE GRANO DE LOS ENSAYOS ELITE – AÑO 2004

CICLO LARGO

LOCALIDAD:	LA ESTANZUELA					YOU.	DOL.	MEDIA
SIEMBRA:	6/05	19/05	2/06	14/06	29/06	18/05	21/05	
CULTIVAR	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há
LE 2314	7366	6654	7346	6240	5675	5384	5476	6306
LE 2313	6401	6712	7182	6994	5967	4686	4672	6088
LE 2324	7031	6175	6300	6024	5680	5355	4862	5918
LE 2330	5922	5505	6476	5453	5959	6772	5173	5894
LE 2320	5802	5989	7231	6056	5845	5289	4841	5865
I.TORCAZA	6176	6378	6405	5585	5552	5221	5314	5804
LE 2315	5555	6143	6558	6062	5452	5263	5305	5763
LE 2321	5102	5916	6462	5899	5983	5621	4770	5679
LE 2326	5182	5276	6134	6073	5701	5690	5486	5649
I.TIJERETA	5372	5529	6001	6197	5024	5477	5318	5560
I.GORRION	5303	5956	5960	5345	5149	5756	5154	5518
LE 2325	4907	6173	6594	5715	5621	4586	4600	5457
LE 2317	5298	5572	6153	5751	5194	5055	5146	5453
LE 2328	4951	4905	5575	5624	5411	5314	5382	5309
LE 2323	5324	5537	5939	5731	4886	4653	4884	5279
LE 2302	5423	5864	6359	5885	4783	4328	4096	5248
LE 2309	5224	5412	5721	5168	4852	5216	4660	5179
LE 2322	5237	5497	5830	5374	4733	4791	4760	5175
I.GAVILAN	5046	5883	5784	5638	4306	4081	4634	5053
MEDIA	5494	5721	6176	5699	5263	5079	4824	5465
CV (%)	9.48	6.12	3.28	5.43	5.57	10.38	3.51	XXX
MDS (5%)	875	771	443	683	646	881	373	XXX
N° CULTIVARES	20	20	20	20	20	20	20	XXX

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

CICLOS INTERMEDIO Y CORTO

LOCALIDAD:	LA ESTANZUELA					YOU.	DOL.	MEDIA
SIEMBRA:	1/06	14/06	29/06	15/07	2/08	15/06	11/06	
CULTIVAR	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há		kg/há	kg/há	kg/há
LE 2331	6446	5866	6608	4884	4171	7165	5998	5877
LE 2333	5985	5731	5750	5789	4526	6379	5356	5645
LE 2294	5799	4868	6141	5061	4416	6319	5448	5436
LE 2310	5860	5799	5353	4923	4567	5907	5027	5348
I.CHURRINCHE	5614	4954	5492	4016	3887	6618	5272	5122
I.TERO	5220	4427	5568	5050	3826	6116	4976	5026
LE 2334	5094	4881	4498	4581	4439	5962	5245	4957
LE 2332	5108	4946	4489	4703	4348	6149	4892	4948
I.CABURE	5012	5486	5612	4117	3867	6021	4485	4943
LE 2304	4962	4701	5281	4904	3418	5817	4832	4845
LE 2329	4970	4830	4877	4499	4103	5437	5047	4823
LE 2327	5266	4276	4968	4894	3553	4562	4538	4580
MEDIA	5243	4850	4990	4453	3835	5819	4912	4872
CV (%)	9.05	11.27	6.83	6.63	10.21	9.40	4.57	XXX
MDS (5%)	797	922	573	497	657	917	488	XXX
N° CULTIVARES	20	20	20	20	20	20	20	XXX

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

LE 2303-INIA Tero: Nueva variedad de trigo de ciclo intermedio

Rubén P. Verges¹

Introducción

En cuanto al tipo de variedad y específicamente en lo relativo al ciclo vegetativo o total, desde principios de la década pasada el mejoramiento genético de trigo del INIA tuvo como principal objetivo la búsqueda de cultivares de ciclo largo, principalmente para uso en doble propósito. Este enfoque se basó en la necesidad de asistir a un mercado varietal que, desde muchos años atrás, venía adoleciendo de falta de este tipo de variedades y que, por el contrario, en ese momento se encontraba bien abastecido de cultivares precoces. Como resultado de este esfuerzo, en los últimos años se han ido liberando varios cultivares de ciclo largo.

Por otro lado, sobre fines de la década pasada comenzó a producirse, por diferentes razones, un fuerte cambio en la oferta de nuevas variedades de trigo en el mercado uruguayo, situación que se agudizó en el transcurso de los últimos años. Esta situación llevó a una importante reducción en el número de nuevos cultivares disponibles para la producción, afectando principalmente a los cultivares de tipo más precoz, o sea los ciclos intermedio y corto.

Esta escasez de cultivares precoces ha sido más evidente en los últimos dos o tres años, debido al establecimiento y gran desarrollo del cultivo de soja en el país y la consecuente necesidad de usar variedades de trigo más precoces para poder establecer un cultivo de soja de segunda en época más temprana.

Por los motivos señalados, en los últimos años nuestro programa de mejoramiento ha tratado de equilibrar sus esfuerzos en la búsqueda de cultivares de los diferentes ciclos que se adaptan a las condiciones de producción del Uruguay.

Como primeros resultados de este nuevo enfoque, este año se está liberando la variedad de ciclo intermedio LE 2303-INIA Tero, está en proceso de liberación la línea experimental LE 2310, también de ciclo intermedio, y se cuenta con varias líneas de los ciclos intermedio y corto que se perfilan como muy promisorias en la red de evaluación oficial de trigo.

Esta presentación tiene como objetivo dar a conocer información sobre el comportamiento de LE 2303-INIA Tero, material que estimamos comenzará a estar disponible para la producción del próximo año y del cual esperamos no existan restricciones en la disponibilidad de semilla a partir del año 2007.

1. Origen

Cruzamiento realizado en La Estanzuela entre un cultivar argentino de ciclo largo y un cultivar de ciclo corto de origen chileno, para combinar el buen comportamiento a enfermedades del primero con el alto potencial de rendimiento, buen tipo agronómico y buena calidad panadera del segundo.

Todo el posterior proceso de selección fue realizado en La Estanzuela y, luego, la evaluación comparativa con otros cultivares se efectuó mediante ensayos instalados en las localidades de La Estanzuela y Young.

2. Características agronómicas

Como se puede apreciar en el cuadro 1, I. Tero es un cultivar de ciclo intermedio, similar al de I. Caburé y al de la antigua variedad Estanzuela Pelón 90. Tiene baja altura de planta y es resistente a vuelco y desgrane.

La resistencia a vuelco le confiere la ventaja de poder ser sembrado temprano, fines de mayo o principios de junio, sin que ello signifique un riesgo para la producción.

¹ Ing. Agr., M. Sc., Responsable del Proyecto Mejoramiento Genético de Trigo y Triticale.
E-mail: verges@le.inia.org.uy

Cuadro 1. Principales características agronómicas en siembras de mediados de junio en La Estanzuela. Datos de varios años.

CULTIVAR	Porte (1)	Ciclo (2)			Altura (3)			Vuelco (4)	Desgrane (5)
		Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media		
INIA TERO	SE-SR	96	110	103	69	91	80	R	R
INIA CABURE	SE	90	105	99	85	97	90	R	R
INIA CHURRINCHE	SE-E	88	102	96	84	99	92	R-MR	R
INIA MIRLO	E	82	96	89	66	100	80	R-MR	R-MR

(1) R: rastrero; SR: semirastrero; SE: semierecto; E: erecto.

(2) Días desde emergencia a 50% de espigazón.

(3) Centímetros desde el suelo a la punta de la espiga, excluyendo las aristas.

(4) y (5) R: resistente; MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente susceptible; S: susceptible

Fuente: Proyecto Mejoramiento Genético de Trigo y Triticale

3. Comportamiento sanitario

En el siguiente cuadro se observa la caracterización de INIA Tero frente a las principales enfermedades, en comparación con otras variedades de ciclos intermedio y corto.

Cuadro 2. Caracterización del comportamiento sanitario, según grado de infección.

CULTIVAR	ENFERMEDAD					
	RH (*)	OI (*)	MH (**)	MA (**)	MM (**)	FE (**)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I. TERO	I-B	MB	I	I	I	B-I
I. CHURRINCHE	I	B-I	I	I	I	I
I. CABURE	A	I-A	I	I	---	I
I. MIRLO	A	I-B	B	I	B	A

(1) Roya de la hoja, causada por *Puccinia triticina*

(2) Oidio, causado por *Blumeria graminis*

(3) Mancha de la hoja, causada por *Septoria tritici*

(4) Mancha amarilla, causada por *Drechslera tritici repentis*

(5) Mancha marrón, causada por *Bipolaris sorokiniana*

(6) Fusariosis de espiga, causada por *Fusarium graminearum*

Grado de infección: MB (muy bajo); B (bajo); I (intermedio); A (alto); MA (muy alto)

FUENTE: (*) Silvia Germán (comunicación personal)

(**) Martha Díaz (comunicación personal)

De acuerdo a la información disponible, I. Tero ha mostrado una buena sanidad general y, en particular, es de destacar su muy buen comportamiento a oidio y, también, ha demostrado ser en la actualidad uno de los mejores cultivares para fusariosis de la espiga.

4. Rendimiento de grano

En el cuadro siguiente se presenta el rendimiento de grano, en ensayos para producción de grano conducidos en La Estanzuela en el periodo 2001-2004.

Cuadro 3. Promedio de rendimiento de grano (kg/há) de ensayos sembrados en época normal (junio) y época tardía (julio) en La Estanzuela, en el período 2001-2004.

AÑO:	2001		2002		2003		2004		MEDIA	
	NOR.	TAR.								
I. TERO	1875	2444	3751	3163	5735	3304	5167	4674	4585	3776
I. CHURRINCHE	1890	2490	3509	3348	6274	3588	5490	3951	4713	3747
I. CABURE	1552	2273	3041	2255	6468	3589	5480	3697	4502	3221
I. MIRLO	1266	1332	2815	2305	5642	3257	4433	3495	3880	2877
Media ensayos	1464	1944	3103	2875	6064	3477	5365	4046	4374	3432

NOR.: Normal

TAR.: Tardía

Fuente: Proyecto Mejoramiento Genético de Trigo y Triticale.

De acuerdo a los datos disponibles, I. Tero ha demostrado tener un potencial de rendimiento alto y similar a los de I. Churrinche e I. Caburé y superior al de I. Mirlo. En promedio, su rendimiento de grano en época normal ha sido 20% superior al de época tardía.

5. Calidad industrial

En el siguiente cuadro, se presenta la calidad física, molinera y panadera de INIA Tero en comparación con otras variedades de ciclos intermedio y corto.

Cuadro 4. Calidad física e industrial.

CULTIVAR	CALIDAD FISICA	CALIDAD INDUSTRIAL	
	PESO HECTOLÍTRICO	MOLINERA	PANADERA
I. TERO	Bueno	Buena, aunque algo menor a la media	Buena
I. CURRINCHE	Bueno	Buena	Buena
I. MIRLO	Bueno	Buena	Aceptable
I. CABURE	Bueno	Buena, aunque con grano blando	Con problemas por tener grano blando

FUENTE: Daniel Vázquez (comunicación personal)

En general, I. Tero tiene buena calidad en todos los aspectos, siendo ésta comparable a la de las variedades de mejor calidad actualmente en uso (I. Gorrión, I. Gavilán e I. Churrinche) y sensiblemente superior a la de las variedades I. Mirlo e I. Caburé.

6. Épocas de siembra y cosecha y densidad de siembra

En el cuadro 5 se presenta información en cuanto a estos aspectos de manejo.

Cuadro 5. Período de siembra y cosecha y densidad de siembra para I. Tero, en comparación con otros cultivares de ciclos intermedio y corto,

Mes:	SIEMBRA						DENSIDAD	COSECHA				
	JUNIO			JULIO					DICIEMBRE			
Cultivar	Fecha:	1	15	30	1	15	31	(kg/há)	1	10	20	31
I. TERO								110				
I. CABURE								110				
I. CHURRINCHE								110				
I. MIRLO								130				

FUENTE: PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGO Y TRITICALE. INIA.

Por su ciclo y buena resistencia a vuelco I. Tero puede ser utilizado para siembras desde principios de junio a mediados de julio. En la zona norte (Río Negro, Paysandú, Salto) el comienzo de la siembra puede adelantarse a fines de mayo.

En este sentido y como referencia, I. Tero puede ocupar el nicho dejado por Estanzuela Pelón 90, en cuanto a utilización en siembras previas a las de cultivares de ciclos más cortos, como I. Churrinche e I. Mirlo, por ejemplo.

7. Puntualizaciones

De acuerdo a la información disponible hasta el momento, se pueden destacar los siguientes aspectos de INIA Tero:

- ▶ Es un cultivar con rendimientos altos y estables, expresando en general sus mejores rindes en siembras del mes de junio.
- ▶ Tiene buen comportamiento a enfermedades, destacándose por su resistencia a oidio, enfermedad cuya presencia ha ido aumentando en los últimos años en el Uruguay.
- ▶ En relación a fusariosis de la espiga es, junto con I. Gorrión e I. Torcaza, de los mejores cultivares en la actualidad.
- ▶ Tiene buen peso hectolítrico y buena calidad panadera.
- ▶ En cuanto a época de siembra, por su ciclo y resistencia a vuelco su aporte principal puede ser en siembras de fines de mayo para la zona norte y principios de junio para el sur.