

# Fertilización Nitrogenada Foliar en Trigo en el Centro-sur de la Provincia de Buenos Aires \*

**Ricardo Bergh, Martín Zamora, María L. Seghezzeo y Elena Molfese**

CEI Barrow (Convenio INTA – MAAyP)  
C. C. 50 (7500) Tres Arroyos, Argentina.  
rbergh@chacrabarow.gov.ar

## Introducción

En el área de influencia de la Chacra Experimental Integrada Barrow (CEI Barrow) que incluye los Partidos de Tres Arroyos, San Cayetano, G. Chavés y Cnel Dorrego, la fertilización nitrogenada en trigo comenzó a ser adoptada por los productores en la década del setenta. Actualmente, su adopción es generalizada y en los últimos treinta años se han logrado importantes avances tecnológicos orientados a mejorar la eficiencia de uso de los fertilizantes nitrogenados. Sin embargo, en las tres últimas campañas se han determinado bajos niveles de calidad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Algunos parámetros de producción y calidad del trigo. Promedio Campañas 00/01, 01/02 y 02/03 en las regiones trigueras del sur de Buenos Aires.

Subregión triguera	% Producción Nacional	% Proteína	% Gluten húmedo	Alveograma (W)
IV	28.1	10.5	23.0	267
V Sur	26.2	10.0	21.7	236

Fuente: Trigo argentino – Informe Institucional sobre su calidad 2000/01 y 2001/02. Informe Cosecha Argentina de Trigo 2002/03 – GRANOTEC.

La variedad, el clima, la fertilidad de los suelos y la fertilización nitrogenada son los factores que mayor influencia tienen sobre la calidad del trigo. En los últimos años los demandantes de trigo (Exportadores, Molinos, Panificadoras, Fabricas de pastas y galletitas) requieren mayor calidad y homogeneidad de la materia prima. Además, promueven estos cambios a través de contratos con los productores donde se establecen bonificaciones en el precio, tanto para Trigo Pan como Candeal, que se relacionan con el nivel de satisfacción de las características requeridas.

Considerando que para la panificación directa, que es el principal destino del trigo argentino, se requieren niveles de proteína del 11.5% al 12.5%, contenidos de gluten húmedo en la harina del 28% al 30% y alveogramas con una fuerza del gluten (W) ente 330 y 370  $J \times 10^{-4}$ , resulta evidente que existen deficiencias en el manejo de la fertilización nitrogenada que impiden alcanzar la calidad demandada, bajo condiciones de buena disponibilidad hídrica.

El manejo de la fertilización nitrogenada que predomina en la zona tiene como objetivo maximizar los rendimientos con aplicaciones en cobertura total de nitrógeno (N) al suelo entre presiembra y macollaje. Las aplicaciones posteriores al macollaje son poco frecuentes por el riesgo de que el N aplicado al suelo no sea incorporado por lluvias en el corto plazo perdiendo eficiencia en el incremento del rendimiento.

Cuando las lluvias durante el ciclo del cultivo son superiores al promedio histórico y, especialmente, cuando superan la capacidad de almacenaje de los suelos se producen pérdidas de N por lavado (Drury et al., 1996). Bajo estas condiciones, las aplicaciones de N que surgen del balance de N, que considera el N disponible a la siembra en el suelo y el requerido por el cultivo en relación a un rendimiento objetivo, resultan insuficientes para lograr una adecuada nutrición nitrogenada del trigo.

Además del problema sobre la calidad que generan las deficiencias de N, Tisdale et al. (1999) citan un trabajo de Goos et al. (1982) que demuestra que niveles de proteína menores a 11.5% se relacionaban con rendimientos por debajo de los máximos. Esta relación implica que los objetivos de rendimiento y calidad en trigo lejos de oponerse entre sí pueden ser coincidentes, dentro de ciertos rangos, cuando se le dedica una mayor atención a la nutrición del cultivo.

Cuando, luego del macollaje, se diagnostican deficiencias de N a través de determinaciones del N total en las plantas o lecturas del índice de verdor en hojas (Reeves et al. 1993; Echeverría y Studdert, 2001; Bergh et al. 2001), se presenta la posibilidad de corregir rápidamente el problema a través de aportes de N vía foliar empleando urea en solución (Gooding y Davies, 1992).

Con el objetivo de evaluar el efecto de fertilizaciones nitrogenadas foliares en Trigo Pan y Candeal, así como la compatibilidad de la urea en solución con fungicidas, se realizaron 18 ensayos en las Campañas 2001 y 2002 en el área de influencia de la CEI Barrow.

## Materiales y Métodos

En cada año (2001 y 2002) se realizaron nueve ensayos que se ubicaron en lotes de productores próximos a las localidades o parajes de González Chaves, El Carretero (Pdo. San Cayetano) y San Mayol (Pdo. Tres Arroyos). En cada sitio y año se instalaron tres ensayos, uno en trigo candeal, otro en trigo pan (cultivar de origen Francés) y el tercero en trigo pan (cultivar de origen Nacional). Los sitios fueron elegidos con la finalidad de contar con un sitio en cada una de las Áreas Agroecológicas Homogéneas del Área de Influencia de la CEI Barrow.

En todos los ensayos se realizaron muestreos de suelo con la finalidad de caracterizar el sitio experimental. Determinaciones de N disponible como nitratos y de humedad edáfica se efectuaron a las profundidades de 0-20, 20-40 y 40-60 cm. En la capa arable se midió el contenido de materia orgánica, P Bray y pH (Cuadro 2). En todos los ensayos, los productores realizaron a la siembra fertilizaciones en la línea con fosfato diamónico (DAP) en dosis que variaron según el resultado del análisis de suelo y el potencial de rendimiento de cada sitio.

Cuadro 2. Características edáficas y ubicación de los sitios experimentales de los ensayos realizados en las campañas 2001 y 2002.

Ubicación	Gonzales Chaves Norte		El Carretero Sur		San Mayol Norte	
Productor	Pablo Terceño		Jorge Wilson		Roberto Pugliese	
Establecimiento	La Leila		La Oración		El Chacreao	
Tipo de Suelo	Argiudol Petrocálcico		Hapludol Típico		Argiudol Petrocálcico	
Año	2001	2002	2001	2002	2001	2002
% Materia orgánica	5.1	5.5	3.4	3.7	4.5	4.0
Fósforo disponible (ppm)	9.7	9.7	5.1	13.4	20.5	20.7
pH	5.9	5.9	6.2	6.1	5.9	5.9
N disponible (kg/ha, 0-60 cm)	49.3	63.1	31.1	40.6	43	39.4
Profundidad tosca (cm)	70 - 80	40 - 50	sin tosca		50 - 60	80 - 90

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones por ensayo. El tamaño de las parcelas fue de 2 x 7 m. Los tratamientos realizados en antesis (Zadoks 65) en el 2001 fueron los siguientes:

1. Testigo sin fertilización foliar ni aplicación de fungicidas
2. 90 L/ha (20kgN/ha) de urea en solución
3. 90 L/ha (20kgN/ha) de urea en solución vehiculizando Fungicidas a las dosis de 300 cc/ha de Azoxistrobina al 25%, SC + 300cc/ha de Ciproconazole al 10% SL.
4. Fungicidas vehiculizados por agua a las mismas dosis del tratamiento 3.

En la campaña 2002 se realizaron básicamente los mismos tratamientos, pero aumentando el aporte de N a 30 kg/ha, y adelantando el momento de aplicación al de hoja bandera expandida (HB, Zadoks 39).

Todos los tratamientos fueron foliares, las concentraciones de N en la solución fueron del 10% en el 2001 y del 20% en el 2002. Las pulverizaciones se realizaron con mochila y barra con tres picos a 50 cm. La presión de trabajo para todas las aplicaciones fue de 35 a 40 lb/pulg<sup>2</sup>, el caudal varió entre 135 y 185 L/ha según la dosis y concentración de N y las boquillas empleadas fueron Albus APG 110-01.

El fertilizante utilizado en las aplicaciones nitrogenadas tempranas fue urea o UAN y fue aplicado por parte de los productores para lograr un aporte total de N de 125 a 135 kgN/ha sumando el N mineral en el suelo a la siembra (0-60 cm) más el aporte por fertilización.

Las fechas de las aplicaciones de fertilizantes foliares y fungicidas se pueden observar en el Cuadro 3. Se realizaron lecturas de índice de verdor (valores SPAD) en cada sitio y cultivar antes de las aplicaciones sobre 20 hojas con un equipo Minolta SPAD 502 en el estado de aristas visibles (Zadoks 39).

Cuadro 3. Manejo de los cultivos, nutrición nitrogenada (SPAD) antes de la fertilización foliar y cronograma de actividades en los ensayos realizados en las campañas 2001 y 2002.

Ubicación	Gonzales Chaves Norte		El Carretero Sur		San Mayol Norte	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Cultivar (Trigo pan francés)	Baguette 10					
Fecha de siembra	3 jul	25 jun	22 jun	18 jun	22 jun	24 jun
Índice de verdor (SPAD)	41.2	36.8	39.7	36.1	42.9	38.1
Cultivar (Trigo pan nacional)	Klein Pegaso	Caudillo	Buck Fogón	Caudillo	Buck Guapo	
Fecha de siembra	1 jul	2 jul	22 jun	20 jun	22 jun	19 jun
Índice de verdor (SPAD)	36.0	31.2	32.3	31.5	39.3	38.1
Cultivar (Trigo candeal)	Buck Topacio	Bonaerense Facón	Buck Topacio	Bonaerense Facón	Buck Topacio	Bonaerense Facón
Fecha de siembra	16 jul	31 jul	10 jul	17 jul	15 jul	28 jul
Índice de verdor (SPAD)	44.4	37.8	42.3	46.2	44.7	43.0
Fechas mediciones de SPAD	22 oct	29 oct	23 oct	24 oct	18 oct	23 oct
Aplicaciones urea foliar y fungicidas	16 nov	29 oct	19 nov	24 oct	14 nov	23 oct

Para la determinación del rendimiento, se cortaron espigas en dos surcos completos (2,45 m<sup>2</sup>) en cada parcela y las muestras fueron trilladas en trilladora estática y pesadas. Se separaron submuestras para evaluar el contenido de proteína y el peso de mil granos.

Sobre cada material evaluado (Trigo pan francés, Trigo pan nacional y Trigo Fideo) y para cada año, se analizaron estadísticamente distintas variables de productividad y calidad donde cada año y sitio representó un bloque (3 bloques por año y material). Donde se observaron diferencias estadísticas se realizaron pruebas de comparación de medias (LSD<sub>5%</sub>).

## Resultados y Discusión

### A. Relación entre el ambiente y el comportamiento de los cultivos

#### 1. Campaña 2001

Las temperaturas medias mensuales durante el ciclo del trigo (julio-diciembre), con la excepción de agosto, fueron menores al promedio histórico. Las mayores diferencias se produjeron durante los meses de septiembre y noviembre con registros 0.7 y 1°C menores, respectivamente, a los promedios históricos. El comportamiento de la temperatura en septiembre favoreció al macollaje, y en noviembre a la fijación de un mayor número de granos a través de una mayor fertilidad de las espigas.

Durante el período agosto-noviembre, las precipitaciones fueron marcadamente superiores al promedio histórico, especialmente en los meses de agosto y septiembre donde en algunos sitios fueron sustancialmente mayores a las que se registran habitualmente. Las altas precipitaciones de los meses de agosto, septiembre y

octubre superaron claramente a la evapotranspiración potencial promedio, generando excesos hídricos que, posiblemente, produjeron lavado de nutrientes, especialmente nitratos, y/o pérdidas por desnitrificación.

Las condiciones de elevada humedad relativa y la menor heliofanía durante septiembre, octubre y noviembre, generaron condiciones ambientales favorables al desarrollo de enfermedades. Se observó alta incidencia de roya de la hoja (*Puccinia recondita*) en trigo candeal y presencia de mancha de la hoja (*Septoria tritici*) en distinta intensidad entre los distintos cultivares de trigo pan.

Los rendimientos de Baguette 10 fueron los más altos con la excepción del sitio de San Mayol donde el stand de plantas logrado con este material no fue el óptimo (Cuadro 4). El Carretero fue el sitio donde se obtuvieron los mayores rendimientos posiblemente por tratarse de un suelo profundo (sin tosca), y además porque fue el sitio con menor incidencia de enfermedades. El comportamiento del rendimiento y la proteína responde al concepto general de menor porcentaje de proteína a mayor rendimiento cuando se realiza el mismo aporte de N, aunque para rendimientos similares, el trigo candeal tuvo mayor contenido de proteína que el trigo pan (Cuadro 4). Los menores rendimientos de Buck Topacio en San Mayol y G. Chaves fueron provocados por la alta incidencia de roya de la hoja (*Puccinia recondita*) a diferencia de El Carretero donde el ataque fue menor.

Durante el período de llenado de granos, las precipitaciones fueron normales aunque altas temperaturas y fuertes vientos aceleraron esta etapa finalizando el ciclo de los cultivos en fechas normales, llegándose a la cosecha entre fines de diciembre y primeros días de enero. Los valores obtenidos en el peso de mil granos reflejan claramente las mejores condiciones para el llenado en El Carretero, sitio donde, además de tener un suelo profundo, los cultivos tuvieron la ventaja de mantener área fotosintéticamente activa por mayor tiempo. Los mayores rendimientos de Baguette 10 y Buck Topacio en El Carretero pueden explicarse en gran medida a través del mayor tamaño de los granos.

Cuadro 4. Comportamiento general de los cultivos de trigo pan y candeal en año y cada sitio. Valores promedio por ensayo del rendimiento, Proteína y Peso de mil granos (PMG).

Ubicación	Gonzales Chaves Norte		El Carretero Sur		San Mayol Norte	
Establecimiento	La Leila		La Oración		El Chacreao	
Año	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Cultivar (Trigo pan francés)	Baguette 10					
Rendimiento (kg/ha)	5129	4217	6136	3990	4875	5546
Proteína (%)	9.0	8.2	9.43	8.1	10.34	8.3
PMG	35.4	34.1	39.9	35.9	37.0	37.2
Cultivar (Trigo pan)	Klein Pegaso	Caudillo	Buck Fogón	Caudillo	Buck Guapo	
Rendimiento kg/ha	3731	3469	4806	3225	5224	4535
% Proteína	10.4	9.5	10.7	9.9	11.5	9.7
PMG	33.7	35.4	42.1	35.8	39.6	40.3
Cultivar (Trigo candeal)	Buck Topacio	Bonaerense Facón	Buck Topacio	Bonaerense Facón	Buck Topacio	Bonaerense Facón
Rendimiento kg/ha	3434	4443	5294	5479	3969	4240
% Proteína	11.25	9.3	11.41	9.9	12.78	9.8
PMG	38.2	44.0	45.5	45.6	37.7	45.5

## 2. Campaña 2002

Las temperaturas medias mensuales durante el ciclo del trigo (julio-diciembre), fueron similares al promedio histórico, con la excepción de los meses de octubre y diciembre. Las mayores diferencias se produjeron durante el mes de octubre con registros de 1°C mayor al promedio histórico. Las mayores temperaturas

durante octubre posiblemente favorecieron al desarrollo de las enfermedades foliares y las mayores temperaturas en diciembre produjeron una reducción en el período de llenado de los granos.

Durante el mes de agosto, las precipitaciones fueron marcadamente superiores al promedio histórico generando un exceso hídrico que probablemente produjo un importante lavado del N mineral acumulado durante el barbecho. Las altas precipitaciones de los meses de octubre y, principalmente, de noviembre superaron a la demanda ambiental promedio, generando condiciones edáficas favorables al lavado y/o a la desnitrificación. La nutrición nitrogenada a partir del suelo y los fertilizantes aplicados entre siembra y macollaje fue deficitaria por los problemas anteriormente mencionados y se reflejaron en índices de nutrición (Cuadro 3) y en los bajos niveles de proteína en los granos en todos los sitios y cultivares evaluados (Cuadro 4).

Las condiciones de elevada humedad relativa durante septiembre y noviembre, generaron condiciones ambientales favorables al desarrollo de enfermedades foliares. Se observó incidencia de roya de la hoja (*Puccinia recondita*) y de mancha de la hoja (*Septoria tritici*) en distinta intensidad entre sitios en los cultivares de trigo pan y una menor presencia de enfermedades en trigo candeal.

El comportamiento de los materiales en el año 2002 se caracterizó por los mayores rendimientos en trigo pan (Baguette 10 y Buck Guapo) en San Mayol. Los bajos rendimientos, de los mismos materiales, para El Carretero fueron la consecuencia de un retraso en el control de malezas que no se produjo en el trigo candeal. Los menores rendimientos de Caudillo con respecto al trigo candeal podrían atribuirse a la mayor incidencia de enfermedades en los ensayos de trigo pan.

El comportamiento de la proteína fue similar entre los sitios experimentales, observándose en todos los casos niveles menores en Baguette 10 con respecto al resto de los cultivares (Cuadro 4). Los valores de bajos a muy bajos obtenidos reflejan la deficiente nutrición nitrogenada (Cuadro 3) que afectó a todos los materiales.

En coincidencia con lo ocurrido en el 2001, durante el período de llenado de granos las bajas precipitaciones y altas temperaturas con fuertes vientos aceleraron esta etapa provocando que, en general, los pesos de mil granos fueran menores a los potenciales (Cuadro 4).

## B. Efecto de los tratamientos de fertilización nitrogenada foliar y fungicidas

### 1. Trigo pan de origen francés

Los resultados correspondientes al año 2001 muestran que, en el caso de Baguette 10, la aplicación de urea foliar en anthesis incrementó significativamente el rendimiento (832 kg/ha), la proteína (0.5 puntos) y el contenido de gluten (3.8 puntos). La aplicación de los fungicidas solos generó aumentos de rendimiento similares a la urea foliar pero provocó caídas significativas en la proteína y el W que no se observaron cuando los fungicidas se aplicaron vehiculizados por la urea en solución (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimiento, proteína, glúten humedo (GH), valores alveográficos (W y P/L). Promedio de 3 ensayos con Baguette 10 en la Campaña 2001.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Proteína %	GH %	W J x10 <sup>-4</sup>	P/L
Testigo	4803 b	9.4 b	18.1 c	171 ab	1.46
20 kg N/ha urea foliar	5635 a	9.9 a	21.9 a	189 a	1.51
20 kg N/ha urea foliar + Fungicidas	5778 a	9.4 b	20.9 ab	173 ab	1.49
Fungicidas	5693 a	8.9 c	18.4 c	143 c	1.62
Diferencias Estadísticas	*	**	**	**	ns
LSD	743	0.24	2.44	23	-----
Coefficiente de variación (%)	9.1	1.7	6.8	9.4	18.4

\*\*\*, \*\*, \* y ns indican que el efecto evaluado es significativo al nivel de 0.01, 0.05, 0.10 de probabilidad y no significativo, respectivamente. Dentro de cada variable, los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente a un 5% de probabilidad. LSD significa diferencia mínima significativa.

En la campaña 2002, las aplicaciones de urea foliar no produjeron incrementos en el rendimiento ni cambios en la proteína y el PMG. Las aplicaciones combinando la fertilización de urea foliar con fungicidas produjeron un incremento significativo del rendimiento que alcanzó a 1102 kg/ha, sin producirse cambios en el nivel de proteína con respecto al testigo. Los mayores rendimientos se asociaron con un aumento en el PMG de 3.5 puntos (Cuadro 6). Los tratamientos donde se aplicaron solo fungicidas produjeron incrementos en el

rendimiento de 367 kg/ha. En estos tratamientos se produjo una caída de 0.7 puntos en la proteína con respecto al testigo. El PMG aumento por efecto del uso de los fungicidas.

Resumiendo, entre los tratamientos evaluados en Baguette 10 se destacó la aplicación combinada de urea foliar y fungicidas por el efecto sobre el rendimiento. Este material parece destinar el N aplicado principalmente al aumento del rendimiento y, en menor grado a mejorar la calidad.

Cuadro 6. Rendimiento, proteína y peso de mil granos (PMG). Promedio de 3 ensayos con Baguette 10 en la Campaña 2002.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Proteína %	PMG g
1. Testigo	4202 c	8.4 a	34.0 d
2. 30 kg N/ha Urea foliar	4272 bc	8.3 a	34.2 d
3. 30 kg N/ha Urea foliar + Fungicidas	5303 a	8.3 a	37.5 a
4. Fungicidas	4568 bc	7.7 c	37.2 ab
Diferencias Estadísticas	**	**	***
LSD	418	0.36	1.35
Coeficiente de variación (%)	6.3	3.0	2.6

\*\*\*, \*\* y ns indican que el efecto evaluado es significativo al nivel de 0.01, 0.05 de probabilidad y no significativo respectivamente. Dentro de cada variable los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente a un 5% de probabilidad. LSD significa diferencia mínima significativa

## 2. Trigo Pan de origen nacional

En este grupo de materiales, en el 2001, la aplicación de urea foliar en antesis mejoró el nivel de proteína (0.5 puntos) y el gluten (2.7 puntos) pero no produjo aumentos de rendimiento. Cuando se aplicó el fertilizante foliar con los fungicidas se incrementó el rendimiento en 409 kg/ha y, a diferencia de los fungicidas solos, no se produjo una caída en el porcentaje de proteína (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimiento, proteína, gluten húmedo (GH), valores alveográficos (W y P/L). Promedio de 3 ensayos con Buck Guapo, Buck Fogón y Klein Pegaso en la Campaña 2001.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Proteína %	GH %	W J x10 <sup>-4</sup>	P/L
Testigo	4440 cd	10.7 bc	23.2 b	250	1.28
20 kg N/ha Urea foliar	4510 bcd	11.2 a	25.9 a	284	1.37
20 kg N/ha Urea foliar + Fungicidas	4849 abc	11.0 ab	25.9 a	272	1.55
Fungicidas	4929 ab	10.2 d	23.1 b	245	1.77
Diferencias Estadísticas	*	**	***	ns	ns
LSD	429	0.44	1.47	-----	-----
Coeficiente de variación (%)	6.2	2.8	3.36	10.6	16.6

\*\*\*, \*\* y ns indican que el efecto evaluado es significativo al nivel de 0.01, 0.05 de probabilidad y no significativo, respectivamente. Dentro de cada variable, los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente a un 5% de probabilidad. LSD significa diferencia mínima significativa.

En la Campaña 2002, la aplicación de urea en solución incrementó el contenido de proteína (0.6 puntos) pero no tuvo efecto sobre el rendimiento ni el PMG. La aplicación conjunta del fertilizante foliar con los fungicidas resultó en un aumento significativo del rendimiento (695 kg/ha) sin efecto sobre la proteína y con un aumento en el PMG (Cuadro 8). Las aplicaciones de los fungicidas vehiculizados con agua aumentaron significativamente el rendimiento (497 kg/ha). La proteína en estos tratamientos tuvo una leve disminución con respecto al testigo que no fue significativa. El PMG aumento 2 puntos por efecto de la aplicación de los fungicidas.

En definitiva, entre los efectos de los tratamientos evaluados en los trigos pan de origen Nacional se destaca en ambos años el mayor rendimiento obtenido tanto por la aplicación combinada de urea foliar y fungicidas como por el uso de los fungicidas solos. Además, se observó un mayor contenido de proteína con las aplicaciones del N foliar aplicado solo o combinado con fungicidas. El comportamiento presentado por estos materiales parecen indicar que el aporte foliar de N puede emplearse tanto para el aumento de la productividad (combinado con fungicidas), como para el mejoramiento de la calidad. Además, el efecto de los fungicidas sobre el rendimiento fue similar cuando se aplicaron vehiculizados con urea foliar o con agua.

Cuadro 8. Rendimiento, proteína y peso de mil granos (PMG). Promedio de 3 ensayos con Caudillo y Buck Guapo en la Campaña 2002.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Proteína %	PMG G
1. Testigo	3624 bc	9.4 b	36.3 de
2. 30 kg N/ha Urea foliar	3460 c	10.0 a	35.8 e
3. 30 kg N/ha Urea foliar + Fungicidas	4319 a	9.5 b	37.8 ab
4. Fungicidas	4121 ab	9.2 b	38.3 a
Diferencias Estadísticas	*	***	***
LSD	562	0.34	0.75
Coeficiente de variación (%)	10.3	2.4	1.4

\*\*\*, \*\*, \* y ns indican que el efecto evaluado es significativo al nivel de 0.01, 0.05, 0.10 de probabilidad y no significativo, respectivamente. Dentro de cada variable, los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente a un 5% de probabilidad. LSD significa diferencia mínima significativa

### 3. Trigo Candeal

Los resultados en el 2001 para trigo candeal muestran que la aplicación de urea en solución en antesis incrementó la proteína (0.5 puntos), el gluten (2.3 puntos) y, levemente, el color de la sémola. El incremento en el rendimiento que se produjo por la aplicación de fungicidas fue de la misma magnitud cuando los mismos se aplicaron solos (887 kg/ha) o acompañados con urea en solución (1006 kg/ha). La ventaja para el último caso fue la de evitar una caída en la proteína, gluten, vitreosidad y color (Cuadro 9).

Cuadro 9. Rendimiento, proteína, gluten húmedo (GH) y color de la sémola. Promedio de 3 ensayos con Buck Topacio en la Campaña 2001.

Tratamientos	Rendimiento --- kg / ha ---	Proteína --- % ---	GH --- % ---	Vitreos --- % ---	Color
Testigo	3983 b	11.7 bc	24.5 bc	85	28.6
20 kg N/ha Urea foliar	3971 b	12.3 a	26.8 a	95	29.1
20 kg N/ha Urea foliar + Fungicidas	4989 a	11.8 ab	25.5 ab	90	28.1
Fungicidas	4870 a	11.2 c	23.0 c	78	27.3
Diferencias Estadísticas	***	***	**	ns	**
LSD	273	0.51	2.01	-----	0.93
Coeficiente de variación (%)	3.4	2.4	4.48	8.6	1.80

\*\*\*, \*\* y ns indican que el efecto evaluado es significativo al nivel de 0.01, 0.05 de probabilidad y no significativo respectivamente. Dentro de cada variable los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente a un 5% de probabilidad. LSD significa diferencia mínima significativa.

Los resultados obtenidos en el año 2002 muestran que las fertilizaciones con urea foliar incrementaron levemente el rendimiento y la proteína, pero estos efectos no fueron significativos. La aplicación combinada de urea foliar y fungicidas incrementó el rendimiento sobre el testigo en 562 kg/ha, sin modificar el contenido de proteínas. La aplicación de los fungicidas sin fertilización nitrogenada no produjo modificaciones en el rendimiento ni en la proteína pero aumento el PMG.

En candeal, considerando el efecto del conjunto de los tratamientos se destaca, por su impacto sobre el rendimiento, la aplicación combinada de N foliar y fungicidas, que fue superior a los demás tratamientos en ambos cultivares. La calidad solamente pudo mejorarse en los tratamientos realizados en antesis con aplicaciones de urea en solución.

Cuadro 10. Rendimiento, proteína y peso de mil granos (PMG). Promedio de 3 ensayos con Bonaerense Facón en la Campaña 2002.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Proteína %	PMG g
1. Testigo	4554 b	9.5 bcd	43.4 b
2. 30 kgN/ha Urea foliar	4722 b	9.8 ab	43.8 b
3. 30 kgN/ha Urea Foliar + Fungicidas	5116 a	9.7 bc	45.8 a

4. Fungicidas	4619 b	9.3 d	46.0 a
Diferencias Estadísticas	*	**	***
LSD	293	0.39	1.0
Coeficiente de variación (%)	4.3	2.7	1.5

\*\*\*, \*\* y ns indican que el efecto evaluado es significativo al nivel de 0.01, 0.05 de probabilidad y no significativo respectivamente. Dentro de cada variable los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente a un 5% de probabilidad. LSD significa diferencia mínima significativa.

## Comentarios finales

- En Baguette 10, la fertilización foliar nitrogenada con fungicidas elevó el rendimiento en mayor magnitud que en los demás materiales, aunque manteniendo similares niveles de proteína que el testigo.
- En trigo candeal y en los cultivares de trigo pan de origen nacional, el efecto de la fertilización foliar fue positivo sobre la proteína. El incremento de la proteína fue mayor en las aplicaciones de antesis (2001) que en las de HB expandida (2002). La aplicación de fungicidas, solos o vehiculizados con urea, incremento los rendimientos.
- La combinación de los fungicidas con la urea foliar mostró una efectividad similar o superior a la de los fungicidas vehiculizados por agua, lográndose altos incrementos en los rendimientos (500 a 1200 kg/ha). Además estas aplicaciones permitieron evitar o reducir la caída en el porcentaje de proteína con respecto al testigo que se observó al aplicar solo los fungicidas.

## Agradecimientos

A los productores y personal de los Establecimientos donde se ubicaron los ensayos. A las Empresas Petrobrás Energía S.A., y Syngenta Agro S.A. que con su apoyo hicieron posible este trabajo. Al Ing. Guillermo Pugliese por su valiosa colaboración.

## Bibliografía

- Bergh RG, MS Zamora, M L Seghezzo, ER Molfese. 2001. Nutrición nitrogenada y proteína de trigo candeal. *En: Actas V Congreso Nacional de Trigo. Villa Carlos Paz, Córdoba. 26 al 28 de septiembre.*
- Drury CF, CS Tan, JD Gaynor, TO Oloya, TW Welacky. 1996. Influence of controlled drainage-subirrigation on surface and drainage nitrate loss. *Journal Environment Quality. 25:317-324.*
- Echeverría HE, GA Studdert. 2001. Predicción del contenido de proteína en grano de trigo (*Triticum aestivum* L) mediante el índice de verdor de la hoja bandera. *Ciencia del Suelo 19: 67-74.*
- Goos RJ, DG Westfall, AE Ludwick, JE Goris. 1982. Grain protein content as an indicator of N sufficiency for winter wheat. *Agronomy Journal 74: 130-133.*
- Reeves DW, PL Mask, CW Wood, DP Delaney. 1993. Determination of wheat nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter: Influence of management practices. *Journal of Plant Nutrition. 16: 781-796.*
- Tisdale SL, WL Nelson, JL Havlin, JD Beaton. 1999. Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management. Sixth Edition. Prentice –Hall Pub. New Jersey. USA.