

# Efecto de la Aplicación de Fertilizantes en Dos Momentos del Desarrollo del Cultivo, sobre la Composición Proteínica del Grano en Dos Cultivares de *Triticum aestivum* L.<sup>1</sup>

M.C. Gianibelli\*, S.J. Sarandón\*\*

## ABSTRACT

The effects of fertilization on the grain protein composition of wheat (*T. aestivum* L.) were determined in a field experiment.

Four treatments were done: (T) without fertilization; (S) 120 kg/ha of diamonic phosphate (18-46-0) at sowing; (SE) treatments (S) plus 25 kg N/ha as urea at heading time and (E) 25 kg N/ha at heading.

Total N and N content of the following fractions were determined: albumins and globulins, gliadins, glutenins I and II, and residual protein.

N application at heading increased total protein content and the gluten protein fractions, but decreased the percentage of gliadins. Total protein increase was associated with a proportional decrease of albumin and globulin percentages.

Protein composition of the grain, and the changes produced by fertilizer applications, differed between cultivars.

## INTRODUCCION

El contenido de proteínas del grano de trigo puede ser incrementado significativamente (hasta 21% ) mediante la aplicación al suelo de altas dosis de fertilizantes nitrogenados, en cultivares sometidos a estrés hídrico (8), o bien, por aplicaciones foliares de urea en estados tardíos de desarrollo del cultivo (13).

Existe, sin embargo, información contradictoria sobre el efecto de los fertilizantes en la distribución

## COMPENDIO

Se determinó la influencia de la fertilización sobre la composición proteínica del grano de trigo, en dos cultivares con diferente germoplasma. Se establecieron los siguientes tratamientos: (T) testigo sin fertilización, (S) con aplicación de 120 kg/ha de fosfato diamónico (18-46-0), al momento de la siembra, (SE) con aplicación de 120 kg/ha de fosfato diamónico a la siembra, más el agregado de 50 kg/ha de urea (46-0-0) en espigazón; (E) agregado de 50 kg/ha de urea en espigazón. Se determinó el contenido de N total del grano y el contenido de N de cada una de las siguientes fracciones: albúminas y globulinas, gliadinas, gluteninas I y II, y residuo proteínico. Estos valores, multiplicados por el factor 5, 7, se expresaron como porcentaje de proteínas. La aplicación de N en espigazón provocó un aumento en el contenido total de proteínas del grano y en la proporción de las proteínas formadoras del gluten, aunque con una disminución en el porcentaje de gliadinas. El aumento en el contenido total de proteínas estuvo asociado con una disminución en el porcentaje de albúminas y globulinas.

La composición proteínica del grano, así como las modificaciones producidas en ella por la aplicación de fertilizantes, difirió entre cultivares.

de las fracciones proteínicas del grano. Abrol *et al.* (2), encontraron un aumento en la proporción de gliadinas y gluteninas cuando el contenido proteínico total se incrementó por la aplicación de fertilizantes, mientras que las albúminas y globulinas sufrieron pequeños cambios. Sin embargo, Wu y MacDonald (24), no encontraron cambios en las proporciones de albúminas y globulinas como tampoco en las proteínas formadoras del gluten, en la mayoría de las muestras fertilizadas con respecto a las testigos

También se encontraron informes contradictorios en la literatura sobre el efecto de la aplicación de N al cultivo y su influencia en la distribución de las proteínas que forman el gluten. Jørgensen (15) y Zakharevskiy y Volynskov (26), hallaron incrementos en las gluteninas, sin cambio en las gliadinas; Ewald y Wenzel (10), en cambio, encontraron que los aumentos en las gliadinas no correspondían con aumentos en las gluteninas, las que permanecieron constantes.

Variaciones en las proporciones de las diferentes fracciones proteínicas, como resultado de un aumento en el contenido total de proteínas del grano, fueron también observadas por Bell y Simmonds (3),

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 5 de octubre de 1985.

Trabajo realizado en la Cátedra de Cerealicultura de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata - Calle 60 y 119, La Plata (1900). Argentina. Con apoyo de la CIC y CONICET.

Los autores desean agradecer al Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía de la UNLP, el haber permitido la utilización del laboratorio, y al Departamento de Suelos del Ministerio de Agricultura de la Provincia de Buenos Aires, el haber hecho los análisis de suelos.

\* Becaria de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

\*\* Becario del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Dexter y Matsuo (6), Doekes y Wennekes (7) y Fullington *et al* (14).

En Argentina, la introducción de variedades con germoplasma mejicano, ha hecho posible disponer de trigos con alto potencial de rendimiento el que se manifiesta con elevados niveles de fertilidad en el suelo. No obstante, se dispone de poca información sobre los cambios que se producen en la composición proteínica del grano por la aplicación de N en distintos momentos del desarrollo de la planta.

El objetivo de este trabajo fue determinar las modificaciones que se producen en la distribución de las fracciones proteínicas del grano de trigo, como resultado de variaciones en la disponibilidad de nitrógeno, en dos cultivares con diferente germoplasma.

#### MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con dos cultivares de trigo: Buck Cencerro (B.C.), una variedad de tradicional germoplasma, con tendencia a dar alto contenido proteínico y adecuada aptitud panadera, y Buck Pucará (B.P.), con germoplasma mejicano y elevado potencial de rendimiento pero de baja calidad panadera.

El ensayo se sembró el 23-7-83 en la Estación Experimental J. Hirschhorn (L.S. 34°54'), Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata, República Argentina.

El material fue sembrado en el campo, según un diseño factorial, en bloques al azar, con 4 repeticiones. El tamaño de parcela fue de 1.20 m x 4.50 m, con una densidad de siembra de 250 plantas por m<sup>2</sup>. El análisis de suelo, al momento de la siembra, dio el siguiente resultado: fósforo: 8,3 ppm (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); nitratos: 49 ppm; materia orgánica: 4.2% y carbono: 2.4%.

Se establecieron los siguientes tratamientos: (T): testigo, sin fertilizar; (S): aplicación de 120 kg/ha de fosfato diamónico (18-46-0) a la siembra; (SE): aplicación de 120 kg/ha de fosfato diamónico a la siembra, más el agregado de 50 kg/ha de urea (46-0-0) en espigazón; (E): aplicación de 50 kg/ha de urea en espigazón. Se consideró espigazón cuando la totalidad de la espiga emergió de la vaina de la hoja bandera, e un 50% de la parcela (valor 58 de la escala de Zadoks *et al* (25)).

Las parcelas se cosecharon individualmente y se determinó el rendimiento en grano (datos no publicados). Para el análisis en laboratorio se preparó una muestra compuesta por granos provenientes de las cuatro repeticiones de cada tratamiento. Con el ma-

terial así obtenido se establecieron tres repeticiones de las fracciones proteínicas analizadas.

El grano entero fue triturado en un molinillo experimental "Ciclone Sample Mill" (Udy), con malla de 0.5 mm de diámetro.

El contenido de nitrógeno fue determinado por el método de Micro-Kjeldahl (1); para calcular el porcentaje de proteínas, el valor hallado se multiplicó por el factor 5,7.

El fraccionamiento proteínico se realizó básicamente por el método de Bietz y Wall (4), suprimándose la extracción con ácido acético en presencia de mercaptoetanol; las proteínas de alto peso molecular, extraídas con esta solución, se evaluaron conjuntamente con el residuo proteínico.

El grano entero molido fue secuencialmente extraído con las siguientes soluciones: ClNa 0.04M, etanol al 70%, ácido acético 0.1N y ácido acético 0.01N en presencia de Cl<sub>2</sub>Hg 0.2mM. Se trabajó con 1 gramo de material al que se le adicionaron 15 ml de solución extractiva; la mezcla se agitó vigorosamente con un agitador magnético por espacio de 30 minutos y luego se centrifugó a 3 000 xg durante 30 minutos; el sobrenadante fue decantado y el precipitado mezclado nuevamente con el mismo solvente. Los precipitados formados durante las primeras extracciones fueron mínimos, dado que cada solvente dispersó el total del residuo de la extracción anterior.

La extracción con ClNa fue realizada a 4°C, para facilitar la solubilización de ese grupo de proteínas.

Las fracciones proteínicas se refirieron como: albúminas y globulinas, gliadinas, gluteninas I y gluteninas II, de acuerdo con su solubilidad en ClNa 0.04M, etanol al 70%, ácido acético 0.1N y ácido acético 0.01N en presencia de Cl<sub>2</sub>Hg, respectivamente.

El contenido proteínico de cada fracción y del residuo insoluble se determinó por el método de Micro-Kjeldahl (1) utilizando el factor 5,7.

Se calculó la relación proteínas del gluten/proteínas solubles. Se consideró proteínas del gluten a la suma de: gliadinas + gluteninas I + gluteninas II + residuo proteínico y como proteínas solubles a las albúminas y globulinas.

Los resultados se evaluaron a través de un análisis factorial enteramente al azar; las diferencias mínimas significativas se calcularon con el test de Tukey al nivel de 0.05 de probabilidades.

Con el objeto de determinar el grado de asociación entre los parámetros analizados, se diseñó una matriz de correlación donde se incluyeron todas las determinaciones. Las regresiones entre los parámetros se calcularon según las fórmulas lineal, potencial, exponencial y logarítmica, seleccionándose la ecuación más apropiada.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

En aquellos parámetros en los que no se encontró interacción significativa Variedad x Tratamiento, los resultados se expresan como promedios de variedades y tratamientos. Sólo se hallan detallados los resultados obtenidos en los casos en que la interacción fue significativa (Cuadro 1).

**Porcentaje total de proteínas**

Los tratamientos afectaron en forma similar a ambos cultivares. La aplicación de fertilizantes en siembra (S) provocó una disminución del porcentaje de proteína total en el grano (Cuadro 1) y estos resultados concuerdan con los hallados por Fernández y Laird (12), quienes observaron una disminución del contenido proteínico del grano de trigo cuando se aplicaban dosis bajas de fertilizantes nitrogenados en el momento de la siembra.

El tratamiento (SE) produjo un incremento en el porcentaje de proteínas del grano que alcanzó en (E) los mayores valores (Cuadro 1).

B.C. acumuló un mayor porcentaje de proteínas que B.P.; esta mayor acumulación de proteínas, en variedades con germoplasma tradicional, también fue observada por Tombetta *et al* (23).

**Albúminas y globulinas**

El efecto de los tratamientos sobre estas fracciones difirió entre cultivares (Cuadro 1).

En B.C. se observó una marcada disminución porcentual de las albúminas y globulinas como resultado de la aplicación de urea en espigazón (E), no registrándose variaciones entre el resto de los tratamientos. En B.P., en cambio, dicha disminución sólo fue significativa con relación al tratamiento (S).

Las diferencias en la proporción de las proteínas solubles entre B.C. y B.P. halladas en este trabajo, estarían de acuerdo con los resultados encontrados por Feillet y Bourdet (11) y Orth y Bushuk (19), quienes también observaron diferencias varietales en la acumulación de estas proteínas.

El porcentaje de albúminas y globulinas, en los dos cultivares, disminuyó cuando se incrementó el contenido proteínico total del grano pero esta asociación negativa fue más estrecha en B.C. (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los hallados por Bell y Simmonds (3) quienes encontraron una disminución en la proporción de las proteínas solubles en pirofosfato (equivalentes a las albúminas y globulinas).

Cuadro 1. Efecto de la fertilización sobre el porcentaje de proteínas totales del grano y la proporción relativa de cada fracción.

Tratamiento	Prot. Total No.	Albúminas y Globulinas		Gliadinas		Gluteninas I		Gluten II	Residuo proteínico	De N recuper.	Prot. gluten/ prot. solubl.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	$\bar{X}$	B.C.	B.P.	B.C.	B.P.	B.C.	B.P.	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$
(T)	13.80 a	20.32 a	21.18 ab	25.79 a	16.32 a	3.26 a	2.98 c	2.29 c	44.32 a	91.53 a	3.41 b
(S)	13.39 b	21.54 a	21.88 a	24.67 a	18.18 ab	3.08 a	4.80 bc	3.00 bc	45.82 a	96.55 a	3.67 ab
(SE)	14.59 c	20.25 a	21.32 ab	25.61 a	16.08 ab	2.29 a	5.14 b	3.68 ab	45.19 a	94.22 a	3.53 b
(E)	14.95 d	17.05 b	20.46 b	17.66 b	14.52 b	1.97 a	7.41 a	4.26 a	48.10 a	91.89 a	3.93 a
<b>Cultivar</b>											
B.C.	14.66 a	19.79 b		23.43 a		2.65 b		2.78 b	46.32 a	94.98 a	3.82 a
B.P.	13.70 b	21.21 a		15.77 b		5.08 a		3.83 a	45.39 a	92.12 b	3.30 b
<b>Interacc</b>											
Var x T	n s	**		**		**		n s	n s	n s	n s

Los valores con una letra en común no difieren entre sí en forma estadísticamente significativa. No (Nitrógeno x factor 5, 7). Las albúminas y Globulinas, Gliadinas, Gluteninas I y II, y Residuo Proteínico, se expresan como porcentaje del contenido total de proteínas del grano.

cuando se incrementaba el contenido proteínico total y más recientemente, con lo hallado por Dexter y Matsuo (6) en *Triticum durum* Desf., Dubetz *et al.* (9) y Fullington *et al.* (14); ello se debería a que el incremento en el porcentaje de proteínas totales, alcanzado con la aplicación de N en espigazón (E), favorecería la acumulación de las fracciones proteínicas formadoras del gluten a expensas de las albúminas y globulinas, las que disminuyeron proporcionalmente en los dos cultivares. Sin embargo, Tanaka y Bushuk (21) hallaron resultados semejantes en sólo una de las dos variedades estudiadas, lo que indicaría la existencia de una interacción entre tal acumulación con la variedad.

Los valores de extracción de albúminas y globulinas, en el presente trabajo se consideraron adecuados, superiores a los indicados por Orth y Bushuk (19) y Bietz y Wall (4), y menores que los publicados por Dubetz *et al.* (9)

### Gliadinas

La proporción de estas proteínas, presentes en el grano, se modificó, tanto por los tratamientos como por los cultivares (Cuadro 1).

Una mayor acumulación de estas proteínas se observó en B.C. El efecto de los tratamientos fue más evidentes en B.C. que en B.P. La aplicación de N en espigazón (E) en B.C. produjo una marcada disminución en la proporción de gliadinas, con relación a los tratamientos restantes, mientras que en B.P., sólo fue significativa con respecto al tratamiento (T) y esto se refleja en la correlación entre esta fracción y el por ciento de proteína total, hallado en los dos cultivares (Fig. 1). A pesar de que el grado de correlación fue similar para ambos, B.C. fue más sensible a disminuir su porcentaje de gliadinas ante un incremento en el por ciento de proteína total, aunque la proporción de gliadinas fue siempre superior a la de B.P. No obstante, estos resultados no concuerdan con los hallados por Abrol *et al.* (2); Dubetz *et al.* (9); Doekes y Wennekes (7), quienes encontraron un aumento en la proporción de gliadinas con el incremento en el por ciento total de proteínas. Sin embargo, Fullington *et al.* (14) encontraron que el porcentaje de gliadinas, en Atlas 66, permaneció constante en muestras con alto y bajo contenido proteínico total. Por otra parte, Tanaka y Bushuk (21) no hallaron cambios significativos en la proporción de esta fracción, con aumentos en el tenor proteínico, y Dexter y Matsuo (6), obtuvieron un aumento en el porcentaje de gliadinas en sólo uno de los dos cultivares estudiados de *Triticum durum* Desf.

Las pequeñas variaciones, en la proporción de gliadinas, producidas por los tratamientos en B.P., fueron

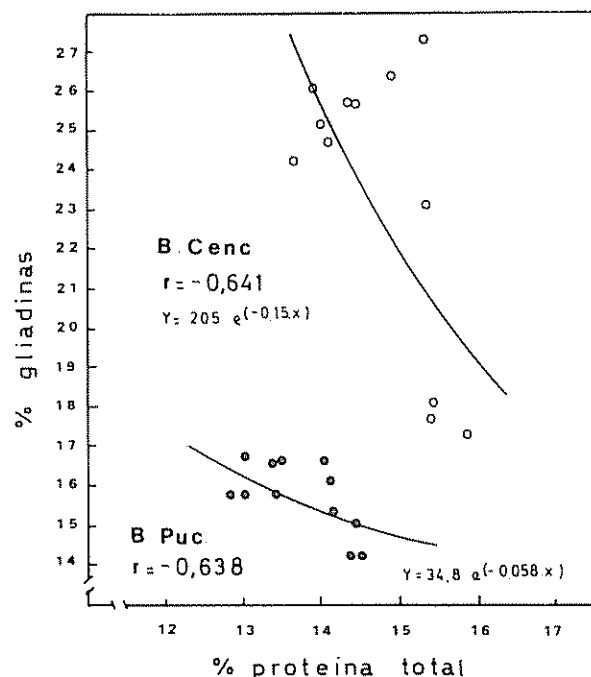


Fig 1 Relación entre el % de proteínas total y el % de gliadinas en dos cultivares de trigo: ● Buck Pucará, ○ Buck Cencerro

similares a las halladas por Tanaka y Bushuk (21).

Los valores de extracción de gliadinas fueron semejantes a los reportados por Bietz y Wall (4).

### Gluteninas I

El efecto de los tratamientos sobre esta fracción difirió entre cultivares (Cuadro 1). En B.P. se observó un creciente aumento en la proporción de las gluteninas I, en los tratamientos (S), (SE) y (E) respectivamente, lo que coincidiría con lo informado por Dubetz *et al.* (9) y Butaki y Dronsek (5) y con la tendencia observada por Tanaka y Bushuk (21).

Por otro lado, en B.C. no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, aunque se encontró una clara tendencia a disminuir el por ciento de esta fracción en los tratamientos (SE) y (E), respectivamente. Este diferente comportamiento varietal se manifestó claramente cuando se analizaron las rectas de regresión entre los por cientos de gluteninas I y el por ciento de proteína total (Fig. 2). En B.P., el aumento en el por ciento de proteína total estuvo asociado con un elevado incremento en la proporción de gluteninas I. En B.C., por el contrario, esta fracción disminuyó proporcionalmente con el aumento en el por ciento de proteína total lo que demostraría que, en este cultivar, dicho incremento se haría en

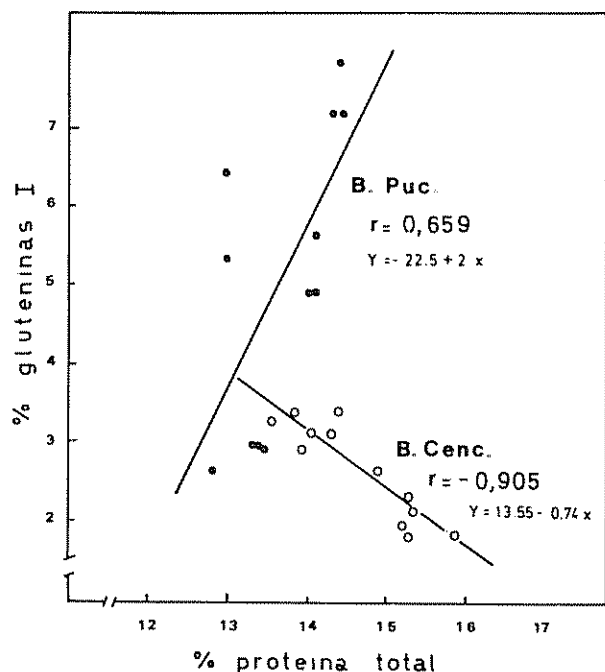


Fig 2 Relación entre el % de proteína total y el % de gluteninas I, en dos cultivares de trigo: ●) Buck Pucarà, ○) Buck Cencerro

detrimento de la fracción gluteninas I que, según Orth y Bushuk (19) y Khan y Bushuk (16), estarían asociadas negativamente con el volumen de pan, por unidad de proteína.

Doekes y Wennekes (7) encontraron una cantidad constante de gluteninas, en trigos con un amplio rango de contenidos proteínicos; sin embargo, se observó una visible disminución de esta fracción como porcentaje del total de proteínas.

Los porcentajes de proteínas extraídas fueron inferiores a los informados por Bietz y Wall (4) y Orth y Bushuk (19); esto pudo deberse a la interferencia producida por los lípidos, provenientes del embrión y las cáscaras, presentes en el grano entero molido y que interactuarían con las proteínas del endosperma, particularmente con las gluteninas, disminuyendo su solubilidad (20). Así mismo, Olcott y Mehan (18) encontraron que más de un 80% de los lípidos del grano de trigo estuvieron asociados a las gluteninas. Dubetz *et al* (9), trabajando con grano entero molido, obtuvieron valores de gluteninas I semejantes a los obtenidos en el presente trabajo.

### Gluteninas II

El porcentaje de estas proteínas fue mayor en B.P. que en B.C. (Cuadro 1); también, Bietz y Wall (4) hallaron diferencias entre variedades.

Un notable incremento de esta fracción proteínica se produjo en los tratamientos (E) y (SE).

El por ciento de gluteninas II, en B.C., estuvo correlacionado negativamente con: albúminas y globulinas ( $r = -0.770$ ); gliadinas ( $r = -0.715$ ) y gluteninas I ( $r = -0.653$ ). En B.P., en cambio, no se observó ninguna correlación significativa con esta fracción (Cuadro 2).

Una tendencia a incrementar el contenido de gluteninas II, con el aumento del contenido proteínico total, se halló en ambas variedades; no obstante, los coeficientes de correlación no alcanzaron el límite mínimo de significancia =  $r: 0.576$  ( $r: 0.536$  y  $r: 0.507$  para B.C. y B.P., respectivamente).

Los por cientos de extracción fueron inferiores a los hallados por Bietz y Wall (4). Probablemente, la interferencia de los lípidos también pudo haber disminuido la solubilidad de las gluteninas II, como ocurriera con las gluteninas I.

### Residuo proteínico

Esta fracción está constituida por proteínas altamente insolubles, consideradas gluteninas de alto peso molecular (Tanaka y Bushuk, 22).

Orth y Bushuk (19) demostraron la importancia de este grupo de proteínas al encontrar una estrecha relación directa entre el contenido de dicho residuo y la calidad panadera, en 26 variedades de trigo.

No se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, ni entre las variedades en el porcentaje de proteínas de esta fracción (Cuadro 1). Sin embargo, se observó una tendencia a incrementar el por ciento de proteínas del residuo, por la aplicación de N en espigazón (E) (Cuadro 1).

Se encontró una estrecha asociación negativa entre el residuo proteínico y el porcentaje de gliadinas ( $r = -0.807$ ), en B.C. (Cuadro 2).

Estos resultados indicarían que, en este cultivar, la marcada disminución en el porcentaje de gliadinas, provocada por la fertilización en espigazón, habría estado asociada con un incremento en el porcentaje de proteína residual, fracción que está asociada directamente con la aptitud panadera (5, 19).

Los porcentajes de proteína residual fueron superiores a los hallados por otros autores (4, 19, 21) debido, probablemente, a la insolubilización de las gluteninas I y II, las que pasaron a formar parte del residuo insoluble.

Cuadro 2. Matriz de correlaciones entre los parámetros estudiados, en ambos cultivares.

	Albúminas y Globulinas	Gliadinas	Gluten. I	Gluten. II	Residuo	Relación Prot.Gl/Prot. sol.
Proteínas Totales	-0.710 <sup>++</sup>	-0.622 <sup>+</sup>	-0.905 <sup>++</sup>	n s	n s	0.617 <sup>+</sup>
Albúminas y Globulinas	-0.586 <sup>+</sup>	-0.636 <sup>+</sup>	0.658 <sup>+</sup>	n s	n s	0.654 <sup>+</sup>
Gliadinas	-	0.853 <sup>++</sup>	0.678 <sup>+</sup>	-0.770 <sup>++</sup>	n s	0.959 <sup>++</sup>
Gluteninas I	-	0.692 <sup>+</sup>	n s	n s	n s	n s
Gluteninas II	-	-	0.614 <sup>+</sup>	-0.715 <sup>++</sup>	-0.807 <sup>++</sup>	-0.878 <sup>++</sup>
Residuo proteínico	-	-	-0.663 <sup>+</sup>	n s	n s	n s
	-	-	-	-0.653 <sup>+</sup>	n s	-0.581 <sup>+</sup>
	-	-	-	n s	n s	0.659 <sup>+</sup>
	-	-	-	-	n s	0.699 <sup>+</sup>
	-	-	-	-	n s	0.669 <sup>+</sup>
	-	-	-	-	-	0.718 <sup>++</sup>
	-	-	-	-	-	0.748 <sup>++</sup>

n s : valor no significativo    + significativo al 0.05    ++ significativo al 0.01.

### Total de N recuperado

Este valor no fue afectado por los tratamientos. Una mayor recuperación de N fue efectuada en B.C. (94.98%) que en B.P. (92.12%) (Cuadro 1). Variaciones en los porcentajes de recuperación de N entre cultivares fue también hallada por Bietz y Wall (4).

Los porcentajes de N recuperado variaron de 91.53% a 96.55%, valores que se consideraron adecuados para los objetivos de este estudio. Estas variaciones se pueden esperar en aquellos métodos en los que se deben efectuar muchos pasos.

### Relación proteínas del gluten/proteínas solubles

Este índice se calculó con el objeto de establecer la proporción de las proteínas formadoras del gluten con el total de las proteínas del grano y su modificación por los distintos tratamientos.

La relación fue modificada tanto por los tratamientos como por las variedades (Cuadro 1). El valor más elevado se alcanzó en ambos cultivares, con la aplicación de N en espigazón (E). Estos resultados concuerdan con los hallados por Michael y Blume (17) y Abrol *et al* (2) quienes, en tratamientos similares, encontraron incrementos en las proteínas que forman el gluten, en detrimento de las proteínas solubles.

Para ambos cultivares se halló una correlación positiva entre este índice y el contenido de proteínas to-

tales (Cuadro 2). Teniendo en cuenta que el aumento en el contenido total de proteínas se logró únicamente con la aplicación de N en espigazón (E) y (SE), se deduce que esta práctica conduciría a un aumento de las proteínas que forman el gluten.

Se observó una mayor capacidad para sintetizar proteínas del gluten en B.C., cultivar con germoplasma tradicional que en B.P.

### CONCLUSIONES

Estas conclusiones son válidas para las condiciones en que se realizó este ensayo y para las variedades estudiadas.

La aplicación de N en espigazón, tanto como complemento de la fertilización en siembra (SE), o como única dosis (E), produce un incremento en el contenido proteínico del grano que, en el tratamiento (E), se traduce en un aumento preferencial de la proporción de las proteínas que forman el gluten sobre las fracciones solubles (albúminas y globulinas).

La distribución de las fracciones proteínicas, así como la influencia sobre éstas de la fertilización con N en espigazón, difiere entre cultivares. En tal sentido, el cultivar de germoplasma tradicional B.C., muestra una mayor capacidad para acumular proteínas en el grano y una mayor proporción de proteínas formadoras del gluten/proteínas solubles, que el cultivar con mayor potencial de rendimiento, B.P.

A pesar del aumento de las fracciones proteínicas formadoras del gluten, provocado por la aplicación de N en espigazón en ambos cultivares, la fracción de gliadinas disminuye proporcionalmente, y está asociada negativamente con el contenido total de proteínas, por lo que se concluye que el incremento en la relación: proteínas del gluten/proteínas solubles se realiza en detrimento de las gliadinas y se debe, principalmente, a la acumulación de gluteninas II y del residuo proteínico. El comportamiento de la fracción gluteninas I mostró estar muy influenciado por el cultivar.

Se sugiere continuar con estos ensayos para caracterizar las diferencias en el comportamiento de los cultivares, en su composición proteínica, ante diferentes tipos de fertilización, evaluando también el efecto de estos cambios sobre la calidad panadera de las harinas.

#### LITERATURA CITADA

- 1 AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. 1976. Approved Methods of the AACC Method 46-13
- 2 ABROL, Y.P.; UPRETY, D.C.; AHUJA, V.P.; NAIK, M.S. 1971. Soil fertilizer levels and protein quality of wheat grains. Australian Journal Agriculture Research Vol 22(2):195-200
- 3 BELL, P.M.; SIMMONDS, D.H. 1963. The protein composition of different flours and its relationship to nitrogen content and baking performance. Cereal Chemistry 40(2):121-128.
- 4 BIETZ, J.A.; WALL, J.S. 1975. The effect of various extractants on the subunit composition and association of wheat glutenin. Cereal Chemistry 52(2): 145-155
- 5 BUTAKI, R.C.; DRONSKY, B. 1979. Effect of protein content and wheat variety on relative viscosity, solubility, and electrophoretic properties of gluten proteins. Cereal Chemistry 56(3):162-165
- 6 DEXTER, J.E.; MATSUO, R.R. 1979. Influence of protein content on some durum wheat quality parameters. Canadian Journal of Plantarum Science 57:717-727
- 7 DOEKES, G.J.; WENNEKES, L.M.J. 1982. Effect of nitrogen fertilization on quality and composition of wheat flour protein. Cereal Chemistry 59(4): 276-278.
- 8 DUBETZ, S. 1977. Effects of high rates of nitrogen on Neepawa wheat grown under irrigation I. Yield and protein content. Canadian Journal of Plantarum Science 57:331-336.
- 9 DUBETZ, S.; GARDINER, E.E.; FLYNN, D.; IAN DE LA ROCHE, A. 1979. Effect of nitrogen fertilizer on nitrogen fractions and amino acid composition of spring wheat. Canadian Journal of Plantarum Science 59:299-305
- 10 EWALD, E.; WENZEL, G. 1967. Einfluss der N-düngung auf die Eiweißzusammensetzung und den Aminosäuregehalt des Weizenborns. Qualitas Plantarum Materiae Vegetabiles 14:98-104.
- 11 FEILLET, P.; BOURDET, A. 1967. Composition protéique et caractéristiques des blés. Bulletin the la Société the Chimie Biologique 49:1 273
- 12 FERNANDEZ, R.; LAIRD, R.J. 1959. Yield protein content of wheat in central Mexico as affected by available soil moisture and nitrogen fertilization. Agronomy Journal 51:33-36.
- 13 FINNEY, K.F.; MEYER, J.W.; SMITH, F.W.; FRYER, H.C. 1957. Effect of foliar spraying of Pawnee wheat with urea solutions on yield, protein content and protein quality. Agronomy Journal 49:341-347
- 14 FULLINGTON, J.G.; COLE, E.W.; KASARDA, D.D. 1973. Quantitative sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis of total proteins extracted from wheat varieties: effect of protein content. Cereal Chemistry 60(91):65-71.
- 15 JOURGENSEN, H. Beretning om undersøgelser af dansk hvede af høsten 1935-1936. København. 23 p.
- 16 KHAN, K.; BUSHUK, W. 1978. Glutenin: Structure and functionality in breadmaking. Bakers Digest. 52(2):14-16, 18-20
- 17 MICHAEL, G.; BLUME, B. 1960. Über den Einfluss des Stickstoffdüngung auf die Eiweißzusammensetzung des Gerstenkornes. A. Pflanzenenergie Dueng Bodenkd 88:237-250.
- 18 OLCOTT, H.S.; MECHAM, D.K. 1947. Characterization of wheat gluten. I Protein-lipid complex formation during doughing of flours. Lipoprotein nature of the glutenin fraction. Cereal Chemistry 24(6):407-414
- 19 ORTH, R.A.; BUSHUK, W.A. 1972. Comparative study of the protein of wheats of diverse baking qualities. Cereal Chemistry 49(3):268-275.
- 20 SIMMONDS, D.H.; WRIGLEY, C.W. 1972. The effect of lipid on the solubility and molecular-weight range of wheat gluten and storage proteins. Cereal Chemistry 49:317-323.
- 21 TANAKA, K.; BUSHUK, W. 1972. Effect of protein content and wheat variety on solubility and electrophoretic properties of flour proteins. Cereal Chemistry 49:247-257
- 22 TANAKA, K.; BUSHUK, W. 1973. Changes in flour proteins during dough-mixing. I Solubility results. Cereal Chemistry 50(5):590-596.
- 23 TOMBETTA, E.; VIALE, J.A.; DROBNER, N.G. 1978. Factores que influyen sobre el contenido de proteínas del trigo. E.E.R.A. INTA Marcos Juárez, Informe Técnico No. 96.
- 24 WU, K.Y.; McDONALD, C.E. 1976. Effect of nitrogen fertilizer on nitrogen fractions of wheat and flour. Cereal Chemistry 53:242-249.

25. ZADOKS, J.C.; CHANG, I.T.; KONZAK, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14:415-421

26. ZAKHAREVSKIY, V.I.; VOLYNSKOV, V.P. 1970. Effect of fertilizer on protein fractions in wheat grain. *Soviet Soil Science* 2:180-182

## Notas y comentarios

**Las hojas podrían tener un mensaje para los mamíferos**

Cuando las raíces brotan, las flores florecen y las hojas se caen, lo hacen bajo el control de sustancias químicas específicas. Estas "fitohormonas" son similares en cierto modo a las hormonas animales, pero tienen una estructura diferente y son generalmente exclusivas de las plantas. Ahora, un grupo de científicos franceses han descubierto una hormona vegetal, el ácido abscísico (ABA), en cerebros de animales.

Todas las plantas superiores (y los musgos) producen ABA, el que actúa como una hormona general de "apaga y vámonos". Causa la caída de las hojas y frutos, suprime la germinación de las semillas, y cierra los estomas. Los científicos piensan que esta hormona inhibidora actúa inhibiendo la síntesis de DNA y RNA.

Nadie esperaba que esta "fitohormona" fuese encontrada en animales, pero un equipo del Laboratorio de Fisiología de la Universidad de Niza, por un por si acaso, examinó varios tejidos animales. Michel Lazdunski y sus colegas encontraron relativamente grandes cantidades de ABA en los cerebros de cerdos y ratas, y cantidades más pequeñas en otras partes del cuerpo de estos mamíferos (*Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, vol. 83, p. 1115).

Los investigadores extrajeron ABA del tejido animal en la misma forma que lo hubiesen hecho de plantas y analizaron la "hormona" con una prueba de

radioinmunidad sensitiva y exacta, con espectrografía de masa y con una prueba biológica en estomas vegetales. Los tres métodos pueden distinguir el ABA de otras moléculas similares pero inactivas. El "ABA" animal resultó idéntico al ABA vegetal y se comportó igual a la hormona vegetal en dos sistemas cromatográficos distintos. El ABA animal también se parecía a su equivalente vegetal en que gran parte de él estaba "conjugado", esto es, combinado químicamente con azúcares y otros metabolitos simples.

La siguiente pregunta que se hicieron los científicos franceses fue: ¿de dónde viene el ABA? ¿Acumulan los animales las hormonas de las plantas que comen o ellos elaboran su propia hormona? Lazdunski y colaboradores cambiaron la dieta de las ratas y observaron los niveles de ABA en el cerebro. Encontraron que las ratas que comían una dieta que contenía altos niveles de ABA tenían menos ABA en el cerebro, lo que parece indicar que el cerebro manufactura su propio ABA.

En las plantas, el ABA es manufacturado a partir del ácido mevalónico, que es el precursor, en todos los organismos, de esteroides tales como el colesterol y el estrógeno. Sin embargo, enzimas específicas conducen las reacciones que convierten el ácido mevalónico en ABA, de tal manera que es improbable que el ABA sea fabricado "accidentalmente" durante la producción de esteroides. Es posible que, en los animales, el ABA también actúe como una hormona, quizás como un gen represor (como lo hacen las plantas), o quizás altera las propiedades de las membranas celulares, causando cambios en los niveles de iones en las células cerebrales. Si esto es así, entonces el ácido abscísico podría representar una "molécula mensajera" fundamental, común a animales y plantas. **Adalberto Gorbitz.**