

ISSN 0716-8756



# INFORMACION TECNOLOGICA

REVISTA INTERNACIONAL

---

## SEPARATA



*El Faro: Símbolo de la belleza turística de La Serena - Chile*

---

# CARACTERIZACION PROTEICA Y CALIDAD PANADERA DE DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA DE TRIGOS ARGENTINOS

M. CARDOS, C.E. LUPANO\* y M.C. AÑON

Univ. Nacional de la Plata, Fac. de Ciencias Exactas, CIDCA (UNLP-CONICET),  
Calle 47 y 116, (1900) La Plata - Argentina

\*autor a quien debe ser dirigida la correspondencia

---

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar la composición proteica y la calidad panadera de harinas y pasajes de molienda obtenidos de trigos argentinos. Para ello se utilizaron un molino industrial y uno de laboratorio. Se observó que las harinas de los primeros lisos contenían una alta proporción de subunidades de gluteninas de alto peso molecular, formaron masas elásticas y presentaron una muy buena calidad panadera. Las harinas de los últimos lisos, por otro lado, presentaron una alta proporción de albúminas y globulinas y una pobre calidad panadera. Los resultados muestran que es posible obtener pasajes de molienda con diferentes contenidos de gliadinas y gluteninas, lo que está directamente relacionado con la calidad panadera.

## PROTEIN CHARACTERIZATION AND BREADMAKING QUALITY OF DIFFERENT MILLING FRACTIONS OF ARGENTINEAN WHEATS

### ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the protein composition and breadmaking quality of flour and milling fractions obtained from Argentinean wheats. An industrial mill and a laboratory mill were utilized. It was observed that head reduction flours had a high proportion of high molecular weight glutenin subunits, formed elastic dough and had a very good baking quality. Tailings, on the other hand, had a high proportion of albumins and globulins and poor baking quality. Results indicate that it is possible to obtain milling fractions with different gliadin and glutenin contents, which are directly related to baking quality.

*Keywords: wheat milling, flour fractions, breadmaking quality, proteins, Argentinean wheats*

## INTRODUCCION

Las gliadinas y las gluteninas son las proteínas de trigo que forman el gluten, jugando así un importante rol en la calidad panadera de la harina. La cantidad y la calidad de estas proteínas están determinadas genéticamente y por factores ambientales que intervienen durante el desarrollo del grano. La calidad panadera depende también de los tratamientos post-cosecha, como el secado de los granos por aire caliente (Lupano y Afión, 1987), y la molienda (Ziegler y Greer, 1978; Qarooni et al., 1994).

Se han realizado numerosos estudios relacionados con el papel de las gliadinas y las gluteninas en la formación y el mantenimiento de la estructura del gluten. Las gliadinas están formadas por moléculas pequeñas, la mayoría con pesos moleculares (PM) entre 30.000 y 45.000 (Schofield y Booth, 1983; Chirido et al., 1995), con puentes disulfuro intramoleculares, y contribuyen a la extensibilidad de la masa. Las gluteninas, por otro lado, están compuestas por subunidades de PM entre 30.000 y 140.000 (Schofield y Booth, 1983) con puentes disulfuro intermoleculares, dando complejos de alto PM. Cuando se forma el gluten, las gluteninas forman una red que contribuye a la cohesión y fuerza de la masa. Numerosos estudios indican que las subunidades de gluteninas de alto PM tienen mucha importancia en la formación de agregados de glutenina y en la calidad panadera de la harina (Payne et al., 1981, 1987; Johansson y Svensson, 1995; Schropp et al., 1995; Blumenthal et al., 1995; Hou y Ng, 1995; Bean y Lookhart, 1998).

Durante la molienda se obtienen distintos pasajes, que proceden de las partes más internas o más externas del grano, presentando así diferentes características. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las proteínas de diferentes pasajes de molienda de trigos argentinos y ver si es posible obtener harinas con diferentes contenidos de gliadinas y gluteninas, correlacionando el perfil proteico con la calidad panadera.

## MATERIALES Y METODOS

### *Materiales*

Se molió trigo comercial, compuesto principalmente por los cultivares Buck napostá, Buck pucará, Buck fiandú, Buck patacón y Marcos Juarez-INTA, en un molino industrial con diagrama Robinson. Se analizaron los siguientes pasajes y harinas: harina de primeros lisos, harinas de rotura, harina de últimos lisos, harina 000 y harina 0000. También se estudió harina obtenida en un molino Bühler de laboratorio.

### *Análisis*

La humedad de la harina y el gluten húmedo se midieron de acuerdo a los métodos de la Asociación Americana de Químicos de Cereales (AACC) (1983a,b, respectivamente). El contenido de proteínas se determinó por el método de Kjeldahl ( $N \times 5,7$ ), y el contenido de cenizas según a técnica de IRAM (1991). Los resulta-

dos son el promedio de dos determinaciones.

### *Calidad panadera*

Los farinogramas se obtuvieron como está descrito en la AACC (1983c), y los alveogramas según la técnica de IRAM (1980). En los farinogramas, A es la absorción de agua y D la estabilidad de la masa. En los alveogramas, G es la extensibilidad de la masa, P la elasticidad de la masa, y W el trabajo de deformación hasta la ruptura.

Se utilizó una técnica de panificación para evaluar la calidad panadera. Se amasaron durante 5-7 min 250 g de harina (estandarizada para un número de caída de 300 seg  $\pm$  20), con 3% de levadura, 2,5% de azúcar, 1% de sal (base harina), y una cantidad variable de agua. El amasado se hizo en dos periodos, separados por un descanso de 1 min. El tiempo de prefermentación fue de 68-74 min. Durante la prefermentación (30°C y 85% o más de humedad relativa), las masas fueron degasadas dos veces. Posteriormente fueron moldeadas, fermentadas otra vez durante 68-84 min, y horneadas en horno eléctrico con atmósfera húmeda durante 30 min a 235°C. Los panes se enfriaron durante 1 h, y se determinó su volumen por desplazamiento de semillas de nabo. Los tiempos de amasado y de fermentación se estimaron de acuerdo a los valores de W del alveograma, y el tiempo de prefermentación se estimó según los datos de gluten húmedo y W.

La calidad del pan se evaluó de acuerdo a IRAM (1996). Las características a ser evaluadas y el correspondiente puntaje (en una escala de 1 a 10) fueron los siguientes: volumen de pan (máximo 2,5), corteza (máximo 1,5), miga (máximo 1,5), color de la miga (máximo 1,5), estructura (máximo 1,0), aroma (máximo 1,0) y sabor (máximo 1,0).

Los resultados son el promedio de dos determinaciones.

### *Extracción de proteínas*

Las proteínas de la harina fueron extraídas a 8°C con dodecil sulfato de sodio (SDS) 2%-tris-HCl 0,1M, pH 8 (Bottomley et al., 1982; Lupano y Afión, 1987) con una relación solución de extracción:harina de 25:1. La extracción se realizó con agitación ocasional durante 28 hs. Transcurrido este tiempo, las muestras se centrifugaron a 12.000 g durante 45 min a 8°C.

Las albúminas y globulinas se extrajeron a 8°C con NaCl 5% (Kapoor y Heiner, 1982; Lupano y Afión, 1985) con una relación solución de extracción:harina de 5:1. La extracción se realizó con agitación ocasional durante 6 hs. Transcurrido este tiempo, las muestras se centrifugaron a 12.000 g durante 15 min a 8°C.

### *Electroforesis*

Se hicieron electroforesis en geles de poliacrilamida con SDS (SDS-PAGE) de los extractos proteicos, según el sistema discontinuo de Laemmli (1970), con una concentración de poliacrilamida en el gel separador de

12,6%. Las muestras fueron calentadas con buffer de muestra (tris 0,01M - EDTA 0,001M - SDS 1% - mercaptoetanol 5%) en un baño de agua hirviendo durante 5 min inmediatamente antes de la electroforesis. Las placas de gel se fijaron con una solución de isopropanol:ácido acético:agua (25:10:65), se colorearon con una solución de Coomassie Brilliant Blue R-250 0,02% en ácido acético 7%, y se decoloró el fondo con una solución de metanol:ácido acético:agua (25:10:65). Los geles se leyeron con un TLC Scanner Shimadzu CS-910 de doble longitud de onda, utilizando una longitud de onda de referencia de 395 nm y una longitud de onda de muestra de 570 nm. El área bajo las curvas se determinó con un analizador de imágenes Morphomat 34 Zeiss. Las áreas relativas se estimaron como porcentajes con respecto al área total bajo la curva. Los resultados son los promedios de dos o tres determinaciones. Se utilizaron proteínas patrón para estimar el PM de las diferentes especies proteicas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Composición y caracterización proteica de diferentes pasajes de molienda*

La Fig. 1 muestra el densitograma correspondiente a albúminas y globulinas, que representan alrededor del 20% de las proteínas de la harina. Se observaron picos fundamentalmente en las zonas de PM menor a 21.000 y entre 25.000 y 66.000, mientras que no se observaron picos en la zona de PM mayor a 66.000.

En la Fig. 2 se pueden ver los densitogramas de diferentes harinas y pasajes de molienda. La mayoría de las

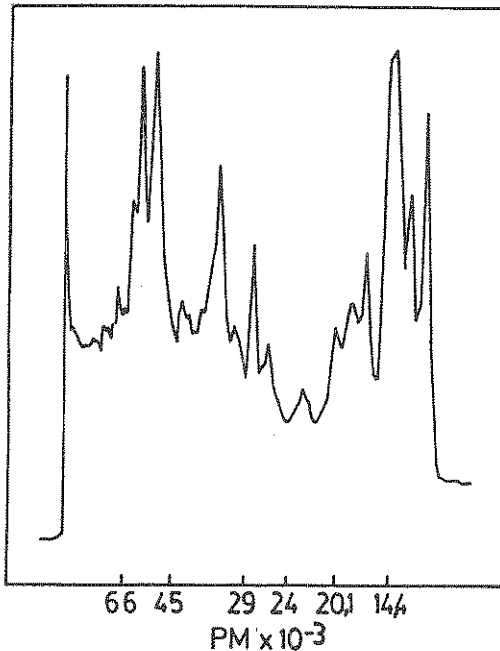


Fig. 1: Densitogramas de albúminas y globulinas.

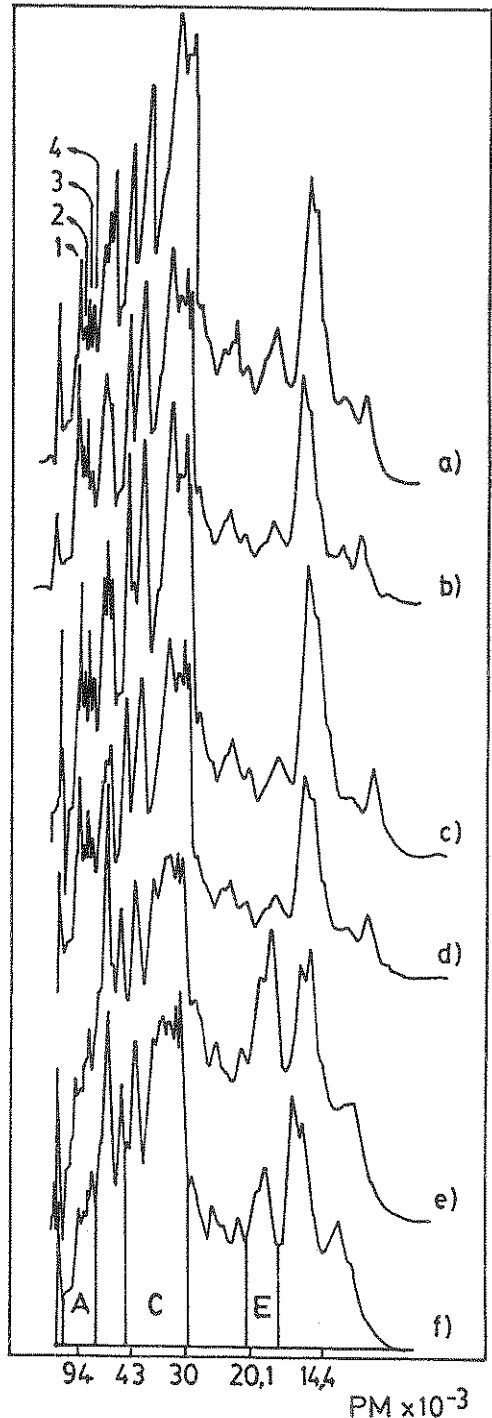


Fig. 2: Densitogramas de diferentes harinas y pasajes de molienda. a) Harina 000; b) harina 0000; c) primeros lisos; d) harinas de rotura; e) últimos lisos; f) harina Bühler.

gliadinas tienen PM entre 30.000 y 45.000, por lo que se consideró que la zona C de la Fig. 2 corresponde a las gliadinas (Chirido et al., 1995), aún cuando en esta zona habría también algo de albúminas, globulinas y algunas subunidades de gluteninas.

Con respecto a las gluteninas, sólo se consideraron las subunidades de gluteninas de alto PM (zona A de la Fig. 2) al comparar distintos pasajes de molienda, debido a su importancia en la calidad panadera, y también por el hecho de no haber gliadinas, albúminas y globulinas en esta región de PM. Este grupo está compuesto por cuatro especies proteicas (Fig. 1, picos 1,2,3 y 4). El pico 3 y otro pico de PM alrededor de 66.000 en la zona de las  $\omega$ -gliadinas presentaron un comportamiento meta-cromático durante la decoloración de los geles de SDS-PAGE. Este fenómeno, que consiste en un progresivo cambio de color de azul a rosa, tiene lugar en las proteínas caracterizadas por un alto contenido de prolina y secuencias de aminoácidos altamente repetitivas, y había sido observado en gluteninas de alto PM y en  $\omega$ -gliadinas (Chirido et al., 1995).

Las harinas de los primeros lisos proceden del interior del endosperma, y tienen una alta proporción de subunidades de gluteninas de alto PM (Zona A de la Fig. 2 y Tabla 1). Parte de estas harinas forman las harinas 0000, con un contenido de cenizas muy inferior al de las otras harinas (Tabla 2). El densitograma de la harina 0000 fue, como se esperaba, muy similar al de los primeros lisos (Fig. 2 b,c). Los picos 1 y 3, que corresponden a subunidades de gluteninas de alto PM y probablemente se relacionen con la calidad panadera de la harina, fueron más altos que los correspondientes a otras harinas. Resultados previos (Lupano y Afón, 1987) mostraron que los picos 1 y 2 de las gluteninas de alto PM eran afectados por el secado de los granos con aire caliente, y las harinas que se obtenían con estos granos daban panes de menor volumen.

El contenido de proteínas, gluten y cenizas de la harina 0000 y de los primeros lisos fue menor que el de los otros pasajes de molienda (Tabla 2), lo que concuerda con resultados presentados por otros autores (Ziegler y Greer, 1978). Se puede observar también en la Fig. 2 y en la Tabla 1 que el contenido de gliadinas de las harinas de rotura y de los primeros lisos fue mayor que el de los últimos lisos. Asimismo, la Tabla 2 muestra que las harinas de rotura presentan también elevadas cantidades de proteína, gluten y cenizas, cuando se comparan con harinas 000 y 0000, y primeros lisos.

Las harinas de los últimos lisos presentaron los contenidos más bajos de gliadinas y subunidades de gluteninas de alto PM (Fig. 2e, Tabla 1). El pico 4 fue el más importante dentro de las subunidades de gluteninas de alto PM en este pasaje de molienda. Por otro lado, las harinas de los últimos lisos presentaron el mayor contenido de especies proteicas en la zona de PM de alrededor de 20.000, que correspondería a albúminas y globulinas, como se discutió anteriormente. Estos resultados eran esperados, ya que los últimos lisos provienen de la parte externa del grano, que es rica en

enzimas. Asimismo, estas harinas mostraron la mayor cantidad de proteína y cenizas, cuando se compara con otros pasajes de molienda (Tabla 2), lo que concuerda con resultados encontrados en la literatura (Ziegler y Greer, 1978).

La harina 000 está compuesta por una mezcla de primeros lisos, harinas de rotura y últimos lisos. Esta harina presentó, como se esperaba, un diagrama electroforético intermedio entre los pasajes anteriormente mencionados (Fig. 2a).

La harina obtenida por molienda de trigo en un molino tipo Bühler (Fig. 2f) presentó un densitograma intermedio entre últimos lisos y harinas de rotura, indicando la presencia de partes externas del grano en esta harina.

#### Calidad panadera de diferentes pasajes de molienda

La Fig. 3 muestra los farinogramas de Brabender, y la Fig. 4 los alveogramas de Chopin de diferentes pasajes de molienda. La harina 0000 y los primeros lisos, que provienen de la parte interna del endosperma, presentan farinogramas y alveogramas muy similares (Figs. 3b,d y 4b,c, respectivamente). Estas harinas forman masas más elásticas pero menos extensibles que la harina 000 (Fig. 4 y Tabla 3). Asimismo, la harina 0000 y los primeros lisos mostraron los mayores valores de W., y la mejor calidad panadera, dando panes de buen volumen, con muy buenas características internas, comparada con la harina 000. La harina 0000 y los primeros lisos contenían una alta proporción de subunidades de glutenina de alto PM, que están relacionadas con la calidad panadera, como se discutió anteriormente.

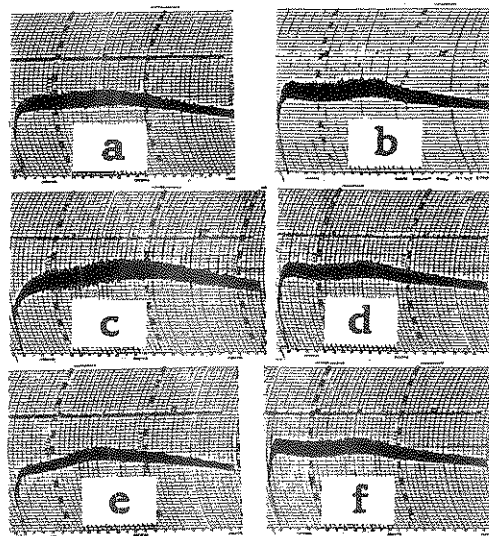


Fig. 3: Farinogramas de Brabender de diferentes harinas y pasajes de molienda. a) Harina 000; b) harina 0000; c) harinas de rotura; d) primeros lisos; e) últimos lisos; f) harina Bühler.

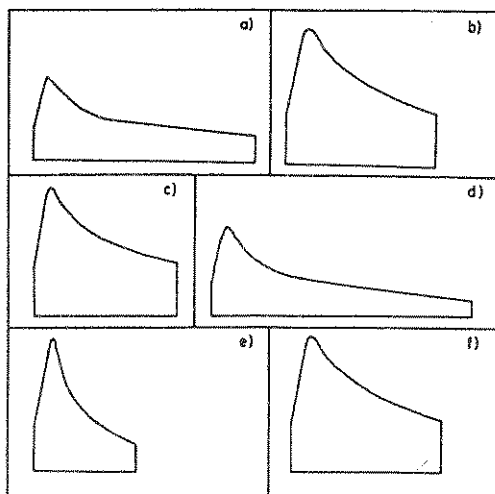


Fig. 4: Alveogramas de Chopin de diferentes harinas y pasajes de molienda. a) Harina 000; b) harina 0000; c) primeros lisos; d) harinas de rotura; e) últimos lisos; f) harina Bühler.

Las harinas de roturaformaron masas más extensibles que las harinas 000 (Fig. 4d, Tabla 3). El pan obtenido con estas harinas presentó características internas pobres pero un buen volumen al compararlo con la harina 000 (Tabla 3). Estas harinas tenían un alto porcentaje de gliadinas (Tabla 1), que contribuyen a la extensibilidad de la masa, concordando con sus características panaderas.

Las harinas de los últimos lisos presentaron una pobre calidad panadera, dando los valores más bajos de volumen de pan, extensibilidad, y trabajo de deformación hasta la ruptura (Fig. 4 y Tabla 3), lo que se correlaciona con su calidad proteica: bajo contenido de gliadinas y gluteninas y alto contenido de albúminas y globulinas (Fig. 3 y Tabla 1).

La harina obtenida en un molino Bühler presentó un farinograma y un alveograma similares a los de los primeros lisos, pero la calidad panadera y el volumen del pan preparado con esta harina fueron inferiores a los correspondientes a los primeros lisos.

Tabla 1: Áreas relativas (%) correspondientes a diferentes zonas de los densitogramas de la Fig. 2.

Zona de la Fig. 1	Harinas de rotura	Primeros lisos	Últimos lisos
A	7,21 ± 0,18	7,28 ± 0,23	5,11 ± 0,43
C	40,03 ± 0,81	38,66 ± 0,91	31,84 ± 1,79
E	5,60 ± 0,37	4,87 ± 0,40	11,00 ± 1,69

Tabla 2: Composición de diferentes harinas y pasajes de molienda

Harina o pasaje de molienda	Rendimiento (% de trigo)	Humedad (%)	Cenizas (% b. s.)
Harina 000	68,0	13,7	0,649
Harina 0000	10,0	13,7	0,389
Harinas de rotura	20,6	14,2	0,745
Primeros lisos	433,0	13,7	0,455
Últimos lisos	14,4	12,7	1,687
Harina Bühler	63,0	13,8	0,600
Máx. desviación estándar	---	0,1	0,028

Harina o pasaje de molienda	Proteína (%)	Gluten húmedo (%)
Harina 000	12,4	32,4
Harina 0000	11,3	28,4
Harinas de rotura	13,0	34,8
Primeros lisos	11,4	28,4
Últimos lisos	15,3	32,6
Harina Bühler	11,4	29,4
Máx. desviación estándar	0,14	0,4

Tabla 3. Calidad panadera de diferentes harinas y pasajes de molienda.

Harina o pasaje de molienda	Volumen de pan (ml)	Calidad panadera	G (ml)
Harina 000	633	8.3	26.8
Harina 0000	703	9.5	22.0
Harinas de rotura	797	7.2	29.4
Primeros lisos	714	9.3	21.5
Últimos lisos	498	6.1	18.2
Harina Bühler	613	7.9	20.5
Máx. desviación estándar	23	0.2	1.6

Harina o pasaje de molienda	P (mm)	W (erg x 10 <sup>3</sup> )	A (ml)	D (min)
Harina 000	63.6	264	63.0	14.0
Harina 0000	103.3	370	62.7	14.0
Harinas de rotura	67.3	270	63.4	13.6
Primeros lisos	97.0	327	63.2	13.0
Últimos lisos	102.0	198	72.8	8.3
Harina Bühler	98.1	298	62.5	13.5
Máx. Desviación estándar	5.5	14	1.6	0.3

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que:

- 1) Las harinas de los primeros lisos contienen una alta proporción de subunidades de gluteninas de alto PM, forman masas elásticas y presentan una muy buena calidad panadera.
- 2) Las harinas de los últimos lisos contienen una alta proporción de albúminas y globulinas y su calidad panadera es pobre.

- 3) Los resultados muestran que es posible obtener pasajes de molienda con diferentes contenidos de gliadinas y gluteninas, lo que está relacionado con su calidad panadera.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Luis Nicora por su asistencia técnica.

#### REFERENCIAS

American Association of Cereal Chemists 1983a. Approved methods of the AACC, 8<sup>va</sup> ed. Method 44-15A, aprobado en octubre 1975, revisado en octubre 1981. The Association: St Paul, MN.

American Association of Cereal Chemists 1983b. Approved methods of the AACC, 8<sup>va</sup> ed. Method 38-11, aprobado en abril 1961. The Association: St Paul, MN.

American Association of Cereal Chemists 1983c. Approved methods of the AACC, 8<sup>va</sup> ed. Method 54-21, aprobado en abril 1961, revisado en octubre 1982. The Association: St Paul, MN.

Bean, S.R. y Lookhart. Influence of salts and aggregation of gluten proteins on reduction and extraction of high molecular weight glutenin subunits of wheat. *Cereal Chem.* 75, 75-79 (1998).

Blumenthal, C., Bekes, F., Gras, P.W., Barlow, E.W.R. y C.W. Wrigley. Identification of wheat genotypes tolerant to the effects of heat stress on grain quality. *Cereal Chem.* 72, 539-544 (1995).

Bottomley, R.C., Kearns, H.F. y J.D. Schofield. Characterisation of wheat flour and gluten proteins using buffers containing sodium dodecyl sulfate. *J. Sci. Food Agric.* 33, 481-491 (1982).

Chirido, F.G., Fossati, C.A. y M.C. Añón. Metachromatic effect in homologous groups of wheat, barley and rye prolamins. *J. Food Biochem.* 18, 185-197 (1995).

Hou, G. y P.K.W. Ng. Quantification of glutenin subunits by sequential acetone precipitation and by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) coupled with densitometry using a known quantity of glutenins as standard. *Cereal Chem.* 72, 545-551 (1995).

IRAM. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma 15851. IRAM: Buenos Aires (1980).

IRAM. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma 15857. IRAM: Buenos Aires (1991).

IRAM. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma 15858-1. IRAM: Buenos Aires (1996).

Johansson, E. y G. Svensson. Contribution of the high molecular weight glutenin subunit 21\* to breadmaking quality of swedish wheats. *Cereal Chem.* 72, 287-290 (1995).

Kapoor, A.C. y R.E. Heiner. Biochemical changes in developing wheat grains. Changes in nitrogen fractions, amino acids and nutritional quality. *J. Sci. Food Agric.* 33, 35-40 (1982).

Laemmli, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T<sub>4</sub>. *Nature* 227, 680-685 (1970).

Lupano, C.E. y M.C. Añón. Characterization of triticale protein. *Cereal Chem.* 62:174-178 (1985).

Lupano, C.E. y M.C. Añón. Denaturation of wheat endosperm proteins during drying. *Cereal Chem.* 64:437-442 (1987).

Payne, P.I., Corfield, K.G., Holt, L.M. y J.A. Blackman. Correlations between the inheritance of certain high-molecular weight subunits of glutenin and bread-making quality in progenies of six crosses of bread wheat. *J. Sci. Food Agric.* 32, 51-60 (1981).

Payne, P.I., Nightingale, M.A., Krattiger, A.F. y L.M. Holt. The relationship between HMW glutenin subunit composition and the breadmaking quality of british-grown wheat varieties. *J. Sci. Food Agric.* 40, 51-65 (1987).

Qarooni, J., Bequette, R. y C. Deyoe. The performance of U.S. hard white wheats: effects of milling extraction on flour, pan bread, tortilla and pita (Arabic) bread quality. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 27, 270-277 (1994).

Schofield, J.D. y M.R. Booth. Wheat proteins and their technological significance. Págs 1-65. En: *Developments in food proteins*. Vol. 2. B.J.F. Hudson, ed. Applied Science Publishers: London (1983).

Schropp, P., Belitz, H.-D., Seilmeier, W. y H. Wieser. Reoxidation of high molecular weight subunits of glutenin. *Cereal Chem.* 72:406-410 (1995).

Ziegler, E. y E.N. Greer. Principles of milling. Págs 115-199. En: *Wheat. Chemistry and Technology*. Y. Pomeranz, ed. Am. Assoc. of Cereal Chem.: St. Paul, MN (1978).



## **INFORMACION TECNOLOGICA**

Revista Internacional Arbitrada

Indexada en Índices Internacionales

Edita:

Centro de Información Tecnológica (CIT)

Larraín Alcalde 1120 - Casilla 724

Teléfono: 56-51-210496 Fax: 56-51-210496

La Serena - Chile