

Calidad panadera en líneas de trigo para la región semiárida. Su relación con las subunidades glutenínicas de alto peso molecular

M.E. Dubois, Z.A. Gaido, G.A. Manera y R.H. Maich

RESUMEN

Un conjunto de líneas F_4 y F_5 de trigo (*Triticum aestivum* L.), aptas para la región semiárida del centro del país fueron analizadas en su calidad panadera. Además se les determinó la composición en subunidades de gluteninas de alto peso molecular (APM). Las líneas demostraron poseer un alto porcentaje de proteínas, con harinas fuertes, tenaces pero poco extensibles y de muy buena panificación. Si bien la composición glutenínica APM no definió de por sí calidad panadera para los trigos aptos para la región semiárida, se la debería tener en cuenta en los programas de mejoramiento vegetal, al momento de elegir los progenitores a ser utilizados en los cruzamientos

Palabras claves: *Triticum aestivum* L. - Región semiárida - Calidad panadera - Gluteninas de alto peso molecular.

M.E. Dubois, Z.A. Gaido, G.A. Manera y R.H. Maich, 1992. Bread-making quality in wheat lines for semiarid region. Its relationship with high molecular weight glutenin subunit. Agriscientia, IX N° 2 : 65-70.

SUMMARY

A group of F_4 and F_5 lines of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) apt for semiarid region of central Argentina, was analyzed for bread making quality. Moreover, high molecular weight (HMW) glutenin subunit composition was determined. The lines had high protein content, with strong but little stretching gluten, and very good bread making quality

Even if HMW glutenin subunit pattern was not sufficient to define all quality aspects for the wheat apt for the semiarid region, it should be considered in all the programs for genetical improvements of plants.

Key words: *Triticum aestivum* L. - semiarid region - bread making quality-high molecular weight glutenin.

M.E. Dubois, Z.A. Gaido, G.A. Manera y R.H. Maich. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.). C.C. 509. 5000 Córdoba. Argentina.

INTRODUCCION

La falta de trigo que afecta la actividad molinera del centro de la provincia de Córdoba, indica la necesidad de promover el desarrollo del mencionado cultivo en dicha región. Además de la dificultad que significa de por sí la obtención de material que se adapte a condiciones de semiaridez, es importante considerar que tenga alto potencial productivo, estabilidad en los rendimientos y buenas características comerciales e industriales. Dentro de este contexto, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias se inició un plan de mejoramiento genético en trigo en el que se prevé la obtención de variedades aptas para la región semiárida del centro del país. Como método de mejoramiento se utiliza el de las Progenies F_2 (Frey, K, 1954, Lupton and Whitehouse, 1957), el cual permite contar durante generaciones tempranas, F_4 y F_5 , con material suficiente para poder someterlo a los correspondientes análisis cualitativos. Payne *et al.* (1979), fueron los primeros en correlacionar subunidades glutenínicas individuales APM y calidad de harina. Estas subunidades glutenínicas tienen efectos diferenciales sobre las propiedades viscoelásticas del gluten, siendo más marcados para aquellas subunidades codificadas por el cromosoma 1 D, seguidas de cerca por las del cromosoma 1 A, mientras que las del cromosoma 1 B serían las menos efectivas (Payne *et al.*, 1981). En base a esto, es posible asignar un puntaje cualitativo a cada subunidad glutenínica y como el efecto sobre la calidad del gluten es aditivo, se puede obtener un puntaje total de cada variedad de trigo sumando los puntajes de las subunidades glutenínicas presentes en dicha variedad (Payne, P., 1986, Pogna and Mellini, 1986). Dichos autores correlacionaron altos puntajes cualitativos con buena calidad panadera, pero fueron precavidos al indicar que era necesario estudiar un mayor número de líneas divergentes para evidenciar sus observaciones. Algunos autores confirmaron y ampliaron estas correlaciones (Lawrence *et al.*, 1987), mientras que otros no encontraron asociación significativa entre puntaje cualitativo y calidad panadera (Feingold and Hoppe, 1990, Morgunov *et al.*, 1990).

El presente trabajo tiene por objetivos caracterizar líneas F_4 y F_5 de trigo aptas para la región semiárida del centro del país, a través de índices tradicionales de calidad panadera y su relación con la composición en subunidades glutenínicas APM.

MATERIALES Y METODOS

Se cultivaron 20 líneas F_4 de trigo y 3 controles (Las Rosas INTA, R.I, Klein Cartucho, K.Ca y Buck Ombú, B.Om), en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Se usaron parcelas de 8 surcos de 9 metros de longitud, distanciados por 15 cm. y con una densidad de siembra de 300 semillas germinables por metro cuadrado.

A las 20 líneas F_4 se les analizó la composición en subunidades glutenínicas APM por electroforesis en gel de poliacrilamida (SDS-PAGE), descrito por Pogna *et al.*, (1988). En función de dicha composición se les asignó un puntaje cualitativo utilizando las escalas de valores de Pogna and Mellini (1986) y de Payne, P (1986).

A las 10 líneas que tuvieron mayor rendimiento agronómico se les estimó: peso hectolitrico (Balanza Schopper, 1/4 litro); rendimiento en harina (Molino Bühler, Mlu-202), Índice de caída (Falling Number System, Normas IRAM*-ICC**); proteínas en grano (Williams, P, 1965), gluten húmedo y seco (Glutomatic System, Normas IRAM-ICC), alveograma (Alveógrafo de Chopin, Normas IRAM-ICC) y farinograma (Farinógrafo de Brabender, Método ACC***).

Las 10 líneas seleccionadas fueron cultivadas siguiendo el mismo diseño del año anterior. Las líneas F_5 obtenidas fueron evaluadas usando las mismas pruebas de calidad que en F_4 , salvo farinograma que no se realizó por carecer de material suficiente. Además se llevó a cabo la prueba de Panificación Experimental, según el Método Oficial del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.) Marcos Juárez, Córdoba, Argentina modificado por Tombetta *et al.* (1986). Los resultados de la Panificación Experimental se miden en volumen (por desplazamiento de semillas de nabo); porosidad de la miga, en una escala de 1 a 8, asignándole a la porosidad normal el valor de 7; color de la miga, en una escala de 80 a 100, correspondiéndole a este último el color blanco y una Evaluación General simbolizada por las letras. MMB (calidad excelente), MB (calidad muy buena); B-MB (calidad promisorio), B (calidad satis-

* IRAM: Instituto de Racionalización Argentino de Materiales

** ICC International Cereal Chemists

*** ACC American Cereal Chemists.

Tabla 1. Caracterización electroforética de las 20 líneas F₄ de trigo en estudio en base a la composición en subunidades glutenínicas APM y sus correspondientes puntajes cualitativos.

Línea	Glu A ₁		Glu B ₁			Glu D ₁		Puntaje							
	1	2*	7+8	7+9	17+18	2+12	5+10	A ₁		B ₁		D ₁		Σ	
								*	**	*	**	*	**	*	**
2	X		X			X	X	3	3	4	3	4	3	11	9
5	X		X			X		3	3	4	3	2	2	9	8
6	X		X				X	3	3	4	3	6	4	13	10
7	X	X	X				X	4	3	4	3	6	4	14	10
8	X	X		X	X		X	4	3	5,5	2,5	6	4	15,5	9,5
10	X		X		X	X		3	3	5	3	2	2	10	8
12	X		X			X	X	3	3	4	3	4	3	11	9
13	X		X				X	3	3	4	3	6	4	13	10
17	X		X			X	X	3	3	4	2	4	3	11	9
18	X		X		X		X	3	3	5	3	6	4	14	10
20	X		X			X		3	3	4	3	2	3	9	8
21	X	X		X	X		X	4	3	5,5	2,5	6	4	15,5	9,5
23	X		X				X	3	3	4	3	6	4	13	10
24		X	X			X		5	3	4	3	2	2	11	8
25	X		X			X	X	3	3	4	3	4	3	11	9
27	X		X				X	3	3	4	3	6	4	13	10
30	X	X	X			X		4	3	4	3	2	2	10	8
31	X	X	X				X	4	3	4	3	6	4	14	10
33	X	X	X				X	4	3	4	3	6	4	14	10
34	X		X		X	X	X	3	3	5	3	4	2	12	8

* Según Pogna and Mellini (1986) ** Según Payne, P (1986).

factoria); R-B (calidad dudosa o desaconsejable) y M (calidad mala). Se hace un análisis estadístico descriptivo de las variables de calidad para caracterizar cada una de las líneas en estudio.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la caracterización electroforética de las líneas F₄, en base a la composición en subunidades glutenínicas APM y sus correspondientes puntajes cualitativos. Se distinguen entre ellas las líneas 5, 6, 13, 20, 23, 24 y 27, homocigotas para los tres genomas, con la presencia en todas ellas del alelo 1 en el genoma A y del 7 + 8 en el genoma B. En el genoma D se presentan el alelo 5 + 10 en 4 líneas y el 2 + 12 en las otras 3. Las restantes 13 líneas son heterocigotas en uno o más de sus genomas. En el locus Glu

D1 el 50% de las líneas tienen fijado el alelo 5 + 10, el 25% el 2 + 12 y el otro 25% aún segrega. El puntaje medio cualitativo de las líneas fue de 12,2 para la escala de Pogna and Mellini (1986), la cual tiene un intervalo de variación entre 9,0 y 15,5. Para la escala de Payne (1986), con un intervalo de variación entre 8 y 10, el puntaje medio fue de 9,15. En la Tabla 2 se observa que el valor medio de las líneas para las distintas variables estudiadas fue semejante al de los controles utilizados, destacándose el hecho de que el porcentaje de proteínas, gluten húmedo y seco y W alveográfico (fuerza de la masa) fueron mayores en las líneas que en los controles, en tanto que el parámetro alveográfico P/L (P:elasticidad y L:fuerza de la masa) fue menor al realizar la misma comparación. Los resultados de la panificación experimental (Tabla 2), tanto en volumen de pan co-

mo en porosidad, color de la miga y evaluación general, fueron en general muy buenos, con ligeras variaciones entre las líneas.

DISCUSION

Al analizar el puntaje de la composición en subunidades gluteninicas APM según Pogna and Mellini (1986) de las 20 líneas F_4 (Tabla 1), se observa que el valor medio fue de 12,2, el que resultó ser menor que el valor 14,0 observado tanto en la media de los controles utilizados como en la correspondiente a las 34 variedades argentinas estudiadas por Manero *et al.* (1990). El valor observado se debe fundamentalmente a la frecuencia con que se presentaron los alelos 1 del genoma A, 7 + 8 del genoma B y 2 + 12 del genoma D, a los cuales les corresponde un bajo puntaje cualitativo, principalmente a este último asociado negativamente con la aptitud tecnológica de la harina (Payne *et al.*, 1981; Pogna *et al.*, 1987). Esta circunstancia podría haberse evitado si se hubiese conocido *a priori* la composición en subunidades gluteninicas de las variedades utilizadas como progenitores. No obstante, a nivel de las 13 líneas heterocigotas, es posible mejorar su puntaje cualitativo pues 5 de ellas son segregantes para los alelos 5 + 10 y 2 + 12 del genoma D (4 puntos de diferencia), 7 lo son para los alelos 2* y 1 del genoma A (2 puntos de diferencia), 3 segregan para los alelos 17 + 18 y 7 + 8 del genoma B (2 puntos de diferencia) y 2 lo hacen para 17 + 18 y 7 + 9 del mismo genoma (1 punto de diferencia). Si se considera el puntaje cualitativo según Payne (1986), el cual otorga mayor valor a las subunidades 1, 17 + 18 y 7 + 8, y menor valor a la subunidad 7 + 9 que Pogna and Mellini (1986), se obtienen en general mejores puntajes de gluteninas APM para nuestras líneas (Tabla 1).

En las 10 líneas seleccionadas por rendimiento agronómico, el puntaje cualitativo medio según la escala de Pogna and Mellini (1986), se eleva a 12,45 (Tabla 1), valor que es similar al de 12,7 observado en variedades de trigos canadienses y que supera al de 11,6 de los trigos australianos (Pogna *et al.*, 1988).

Al analizar los índices de calidad panadera de las 10 líneas que tuvieron mayor rendimiento (Tabla 2), verificamos que los rendimientos en harina obtenidos en F_5 fueron marcadamente superiores a los de la generación anterior, ya que se modificó el acondicionamiento de los granos de 14,5% de humedad a 15,5%, valor recomendado por Lagomarsino *et al.* (1986) para producir

mejores resultados en trigos con peso hectolitrico similar a los de nuestras líneas. El contenido proteico de las muestras analizadas, parámetro muy relacionado con calidad panadera, es elevado ($\bar{x}F_4 = 14,8$; $\bar{x}F_5 = 14,6$) siendo superior al valor medio obtenido en los controles respectivos ($\bar{x}_c F_4 = 14,4$, $\bar{x}_c F_5 = 13,6$). Los valores de gluten húmedo y seco corresponden a valores normales en trigos argentinos para panificación (Tombetta *et al.*, 1986 a). El análisis de los índices alveográficos (Tabla 2), demostró que el material en estudio se corresponde con harinas fuertes, tenaces pero poco extensibles y por lo tanto desequilibradas (valores promedio de P/L > 1). No obstante, se obtuvieron valores de L mayores en las líneas que en los controles, lo cual mejoró en cierta medida la relación P/L que resultó ser menor en las líneas, en ambas generaciones. Los parámetros farinográficos corroboraron la fuerza de las harinas al dar altos valores de absorción de agua (A), y de tiempo de desarrollo de la masa (B), así como masas muy estables con valores de estabilidad (CD) mayores a 12' 30". La panificación experimental resultó muy satisfactoria. La evaluación integral de la información de la Tabla 2 permitió reconocer que las líneas 17, 24, 34 y 18 se destacaron tanto por su valor agronómico como cualitativo.

Las líneas 17 y 24 que demostraron ser superiores, tanto en rendimiento como en calidad industrial, y que panificaron muy satisfactoriamente (Tabla 2), presentaron puntajes relativamente bajos dentro del grupo analizado (Tabla 1). Esto sugeriría que el puntaje basado en subunidades gluteninicas APM no definiría, de por sí, la calidad panadera de las harinas para trigos fuertes con altos valores proteicos como los correspondientes a nuestras líneas.

CONCLUSIONES

Los análisis de calidad permitieron reconocer en las líneas en estudio cualidades semejantes a los controles utilizados. En lo referente a la calidad panadera, las harinas demostraron ser fuertes, tenaces pero poco extensibles, presentando una muy buena panificación. Si bien la composición gluteninica en las 10 líneas F_4 seleccionadas no definió de por sí calidad panadera, se la debería tener en cuenta en los programas de mejoramiento vegetal, al momento de elegir los progenitores a ser utilizados en los cruzamientos.

Tabla 2. Rendimientos e índices de calidad panadera en las 10 líneas F₄ y F₅ de trigo seleccionadas por mayor rendimiento agronómico y en las 3 variedades controles utilizados.

Linea	C o n t r o l										X _c				
	2	6	17	18	21	23	24	25	31	34		X ₁	Bc.Om	KCa	R.I.
Rend. qq/ha	F ₄ 22,7	20,5	23,7	24,5	21,5	21,4	25,5	22,6	21,6	24,8	22,9	19,4	27,2	22,8	23,1
Peso	F ₄ 73,64	73,45	73,30	74,65	73,65	76,20	76,00	76,25	74,30	72,85	74,41	75,45	73,85	73,65	74,32
Hectolitrico	F ₅ 71,20	72,30	72,85	75,65	72,15	76,55	74,65	74,40	75,90	72,20	73,79	75,00	75,00	74,10	74,70
Rendimiento	F ₄ 56,5	57,7	58,7	53,1	60,9	55,7	59,6	59,4	60,9	55,7	57,8	60,2	57,7	55,1	57,7
Harinero	F ₅ 67,4	70,6	71,0	62,7	67,9	73,1	68,6	70,4	67,1	69,1	68,8	69,9	65,6	65,0	66,8
Falling	F ₄ 234	184	328	282	194	168	255	270	222	255	239	231	220	285	245
Number	F ₅ 244	196	342	268	212	172	264	232	218	246	249	253	246	270	256
Proteína %	F ₄ 14,7	14,2	15,4	14,5	15,8	14,5	15,3	14,8	14,7	13,9	14,8	14,1	14,2	14,9	14,4
	F ₅ 13,7	15,2	15,1	13,4	15,6	14,5	14,4	15,3	14,1	15,2	14,6	13,9	14,1	12,7	13,6
Gluten	F ₄ 32,7	30,5	33,2	31,4	31,1	30,9	31,9	34,6	30,0	32,6	31,9	30,7	29,7	30,0	30,1
Húmedo	F ₅ 30,8	30,1	31,6	31,3	32,5	31,4	32,4	31,3	28,6	31,9	31,2	32,6	30,1	29,8	30,8
Gluten	F ₄ 11,8	11,7	13,3	11,8	11,3	11,1	12,3	11,7	10,8	11,0	11,7	11,1	11,4	12,3	11,7
Seco	F ₅ 11,6	11,6	12,3	11,5	11,8	11,7	12,8	11,8	10,9	12,4	11,8	12,4	11,4	11,0	11,6
Alveograma	F ₄ 1,10	1,27	0,97	1,19	1,22	1,23	1,00	1,03	1,01	1,28	1,13	1,58	1,52	0,98	1,38
	F ₅ 1,16	1,15	1,11	1,27	1,32	1,45	1,27	0,99	1,25	1,35	1,23	1,87	1,63	1,16	1,55
W erg.	F ₄ 342	364	477	361	396	454	354	298	294	397	373,7	386	332	371	363
	F ₅ 320	334	471	340	340	412	405	279	281	357	353,9	262	262	347	316
Farinograma	F ₄ 7,30	10,00	10,00	7,13	9,00	10,00	6,30	7,30	7,00	8,45	8,21	12,15	7,40	8,00	9,71
	F ₄ >16,10	>15,20	>13,30	13,00	>17,30	>16,50	>15,45	12,00	>16,30	>15,00		>13,45	15,00	16,30	
A %	F ₄ 60,6	58,3	63,0	64,3	60,0	60,0	64,7	57,9	56,0	61,7	60,8	61,0	60,4	62,5	61,1
Panificación	F ₅ 845	840	900	800	850	795	890	880	840	795	823	730	960	810	833
	F ₅ 6,5	6,5	6,5	7,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	6,5	6,5	
Porosidad	F ₅ 96	96	98	97	98	97	96	96	96	97	96	96	99	96	
Color Miga	F ₅ MB	MB	MB	MB	MB	BMB	MB	MB	MB	BMB	B	MMB	MB	MB	
Eval. Gral.	F ₅ MB	MB	MB	MB	MB	BMB	MB	MB	MB	BMB	B	MMB	MB	MB	

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen por la asistencia técnica al Instituto Sperimentale per la Cerealicoltura, S. Angelo, Lodigiano, Milán, Italia, al Dr. Norberto Pogna, del mencionado instituto, por el intercambio de opiniones sobre el tema. A la Cámara de Cereales de Córdoba y al I N T.A. Marcos Juárez por permitirnos el uso de sus respectivas instalaciones y equipos para la realización de diferentes análisis cualitativos. Este proyecto fue parcialmente subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Fac. de Cs. Agropecuarias de la U N de Cba. año 1990 y por CONICOR (Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la La Pcia de Cba) a través del Subsidio N° 2297/92, Resolución N°. 813/92.

BIBLIOGRAFIA

- Feingold, S E and H E Hopp, 1990. Composición de gluteninas de alto peso molecular de 7 variedades argentinas de trigo y su relación con la calidad panadera. II Congreso Nacional de Trigo Pergamino Argentina Cap III 1-10
- Frey, K J., 1954. The use of F₂ lines in predicting the performance of F₅ selections in two barley crosses. *Agronomy Journal* 46:541-544
- Lagomarsino, A , C Bolseiro, and E. de Souza, 1986. I Congreso Nacional de Trigo Pergamino Argentina Cap III. 168-178
- Lawrence, G J , H J, Moss, K W Shepherd, and C W Wrigley, 1987. Dough quality of biotypes of eleven Australian wheat cultivars that differ in high-molecular-weight glutenin subunit composition. *Journal Cereal Science* 6:99-101
- Lupton, F G H and R N H Whitehouse, 1957. Studies of the breeding of self-pollinating cereals. *Euphytica* 6:169-184
- Manero de Zumelzú, D , A Ordoñez, R Radaelli, R. Maich, and N Pogna, 1990. Rol de las gluteninas de alto peso molecular en la identificación y valoración de variedades argentinas de trigo (*Triticum aestivum* L) II Congreso Nacional de Trigo Pergamino Argentina Cap III 27-31
- Morgunov, A I , W J Rogers, E. J Sayers, and E V. Metakovsky, 1990. The high-molecular-weight glutenin subunit composition of Soviet wheat varieties. *Euphytica* 51:41-52
- Payne, P I , 1986. Varietal improvement in the bread-making quality of wheat. Contributions from biochemistry and genetics, and future prospects from molecular biology. In: *Biotechnology and Crop Improvement and Protection*. BCPC Monography N° 34,69-81
- Payne, P.I , K G Corfield, and J A Blackman, 1979. Identification of high-molecular-weight subunit of glutenin whose presence correlates with bread-making quality in wheats of related pedigree. *Theoretical and Applied Genetics* 55:153-159
- Payne, P I , K.G. Corfield, L.M Holt, and J A Blackman, 1981. Correlations between the inheritance of certain high-molecular-weight subunits of glutenin and bread-making quality in progenies of six crosses of bread wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 32:51-60.
- Pogna, N E. and F. Mellini, 1986. Alla ricerca delle basi biochimiche e genetiche della qualità del glutine. *L' Informatore Agrario* 42:65-66.
- Pogna, N E , F Mellini, and A. Dal Belin Peruffo, 1987. Glutenin subunits of Italian common wheats of good bread-making quality and comparative effects of high-molecular-weight glutenin subunits 2 and 5, 10 and 12 on flour quality. In: Borghi, B. (ed), *Hard Wheat. Agronomic, Technological, Biochemical and Genetics Aspects*, 53-69. Brussels: Commission European Communities
- Pogna, N E., F Mellini, A.M. Beretta, and A Bianchi, 1988. Composizione in subunità gluteniniche ad alto peso molecolare (APM) delle varietà di grano tenero coltivate in Italia. *Sementi Elette* 34 (4) 3-12.
- Tombetta, E E., M. Cuniberti, and M B. Formica, 1986. Modificaciones del método tradicional de panificación experimental, en la evaluación de cruces avanzadas de trigo. I Congreso Nacional de Trigo. Pergamino. Argentina. Cap III: 149-161
- Tombetta, E.E., M. Cuniberti, and M.B. Formica, 1986a. Factores que interfieren la evaluación de la calidad del material de los campos experimentales de trigo. I Congreso Nacional de Trigo. Pergamino Argentina Cap III 135-148
- Williams, P C , 1965. Application of near infrared reflectance spectroscopy to analysis of cereal grains and oil-seed. *Cereal Chemistry* 52:516