

EL CARACTER VITREO DEL GRANO DE TRIGO (1)

H. O. Arriaga, H. O. Chidichimo y María E. Sempe (2)

INTRODUCCION

Este trabajo se presenta en esta reunión sobre rendimiento de especies de gran cultivo, porque es evidente que la mayor parte de los factores climáticos que favorecen los altos rendimientos del trigo, son poco propicios para la presencia de alto porcentaje de grano vítreo. Además, por su estrecha relación con la calidad comercial de trigo, se considera oportuno hacerlo en esta ocasión, en que se festeja el 125º aniversario de la Bolsa de Cereales, la más antigua institución vinculada al comercio del trigo en el país. Su objetivo es aportar al conocimiento del tema y al esclarecimiento del problema que esa característica plantea en la producción y comercio del trigo.

El carácter vítreo se presenta en el grano cuando el endosperma, denso y translúcido, adquiere un aspecto duro o córneo, de fractura aparentemente vítrea, que se quiebra en fragmentos angulares. Es común en *T. aegilopoides* Bal.; *T. dicoccoides* Körn.; *T. monococcum* L. y *T. durum* Desf.

Esta condición se opone a la almidonosa o harinosa, en la que el parénquima

amiloglutinoso, de estructura blanda, se caracteriza por su blancura y opacidad. Predomina en *T. turgidum* L. y *T. compactum* Host.

En *T. aestivum* L. o trigo pan, existen variedades y/o cultivares que normalmente son de endosperma vítreo; otras, en cambio, presentan endosperma almidonoso. Es un carácter hereditario y Freedman (1918) determinó dos factores para textura vítrea en cruzamientos de *T. durum* por *T. aestivum*; otros autores consideran que en trigo pan pueden actuar hasta seis (6) factores.

En nuestro país, todas las variedades comerciales pertenecen al primer grupo.

Los granos pueden presentar una combinación de ambas estructuras y en este caso, por lo general, la porción apical es córnea, mientras que la opacidad se

(1) Se conduce en la Cátedra de Cerealicultura de la Facultad de Agronomía, con la colaboración del personal de la misma y del señor T. Berman, Perito Clasificador de Granos.

(2) Cátedra de Cerealicultura. Facultad de Agronomía. UNLP. 60 y 116. La Plata. Buenos Aires.

presenta preferentemente en la parte dorsal, cercana al embrión, en especial en el borde superior y detrás del escutelo, introduciéndose hacia el surco.

Estos granos se consideran afectados por una enfermedad fisiogénica (Sívori, 1975) y se conocen comercialmente como "panza blanca" o "moteados", según que la proporción de opacidad que presenten sea mayor o menor del 50%, respectivamente (3).

La diferencia entre ambos tipos de parénquima amiloglutinoso, se debe al fenómeno de reflexión de la luz provocado por el aire ubicado en pequeñas fisuras o espacios, que se pueden presentar en la línea de unión de células adyacentes o entre gránulos de almidón no rodeados totalmente por la matriz proteica.

Percival (1921) encontró que las espiguillas más pequeñas de la base y ápice de la espiga, eran las que presentaban en mayor proporción, los granos de estructura defectuosa, que tenían además, menor tamaño, peso, densidad y peso específico.

Esto estaría relacionado con el proceso de acumulación de las reservas en el grano. Olson (1923) señaló que el porcentaje de N disminuye a medida que avanza en su desarrollo; era el primero en acumularse y la relación proteína/hidratos de carbono se reducía hasta que el grano alcanzaba el 40% de humedad. Bice y col. (1945) encontraron que, por su parte, el almidón comenzaba a acumularse en el grano, entre el 4to. y 9no. día después de antesis; que la relación cantidad/tiempo era lineal y la producción diaria era similar hasta madurez, en condiciones climáticas uniformes. Asimismo, que los gránulos de almidón de las partes externas del endosperma, primeros en acumularse, eran más pequeños y más ricos en amilopectina.

Levy y Anderson (1950) destacaron que el contenido de proteína de los gra-

nos de una misma espiga podía diferir en hasta un 6%.

Esto podría estar relacionado con lo señalado por Walpole y Morgan (1970), que observaron dos fases para el relleno de los granos: una primera, que se caracterizó por un rápido aumento en el peso seco de todos los granos en todas las espiguillas. En una segunda fase, al final del período, sólo los granos basales de las espiguillas 4ta. y 8va. mostraron aumento significativo de peso, coincidiendo ello con una marcada senescencia de los tejidos verdes de la planta y una limitada provisión de hidratos de carbono.

Miller (1939) determinó que la máxima concentración del N en la planta se alcanzaba en el período de pre-floración y que el 68% del N acumulado en el grano había sido absorbido, transformado y almacenado en los primeros estadios del desarrollo.

No obstante que, según Knowles y Watkin (1931), la elaboración de proteína por la planta continuaba hasta una semana antes de madurez, Olson (1923) encontró que el % de N en el grano en un mes, podía disminuir con el aumento de peso de 2,23% a 1,51%.

En general, los autores estiman que la mayor parte del almidón en el grano, se basa en la producción de hidratos de carbono durante el 4to. subperíodo granazón-maduración y que el máximo de acumulación se alcanzaría al final del período, cuya duración depende de las condiciones climáticas predominantes.

(3) En el nuevo "Standard" de comercialización para la cosecha 1978/79, todo grano con mancha almidonosa se castigó como "no vítreo"; a partir del 14/4/79, sólo los que la presentaban en más del 33% de la superficie del grano. Las tolerancias mínimas para grano vítreo son 75; 65 y 50% para los grados 1; 2 y 3; respectivamente. Con posterioridad se incorporó el grado 4, con 40% de grano vítreo como mínimo.

Hsia Chen-Hu y col. (1963) en China, con condiciones controladas, encontraron que una diferencia de temperaturas medias nocturnas de 20° a 10° C durante floración-madurez, prolongaba diez (10) días el período de rellenamiento, retrasaba la senescencia de las hojas, disminuía la actividad respiratoria nocturna, e incrementaba la acumulación de sustancia seca en planta y el rendimiento en grano. Olson (1923) había llegado a conclusiones similares.

MATERIAL Y METODOS

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizaron muestras de trigo provenientes de ensayos con fertilizantes conducidos en E.E.R.A. INTA de Balcarce; semilla original provista por el criadero José Buck S.A.; Chacra Experimental de Barrow (Sub-secretaría de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires) y E.E.A; INTA de Bordenave, que también suministró material en espiga.

Para la determinación y separación de las distintas fracciones de grano vítreo, moteado y panza blanca se hizo uso de las técnicas comunes de visteo, posterior confirmación con el diafanoscopio (panzómetro) y apreciación por corte transversal practicado con bisturí en la parte media del grano.

En los ensayos con grano lavado se hicieron distintos tratamientos, llevando la humedad básica hasta 16, 20, 25 y/o 30% por agregado de agua destilada. Se conservó el material en recipientes herméticamente cerrados durante 14, 21, 24 y/o 48 horas, procediendo luego a su secado hasta el nivel original, mediante corriente de aire y temperatura de 20-22° C.

Se determinó el peso hectolítrico con la balanza de Schopper; humedad con la estufa semiautomática de Brabender; proteínas mediante el analizador Udy y cenizas

de trigo y harina en mufla a 920° C durante 135 y 90 minutos, respectivamente.

La molienda experimental se realizó con un molino Buhler modelo MKC.

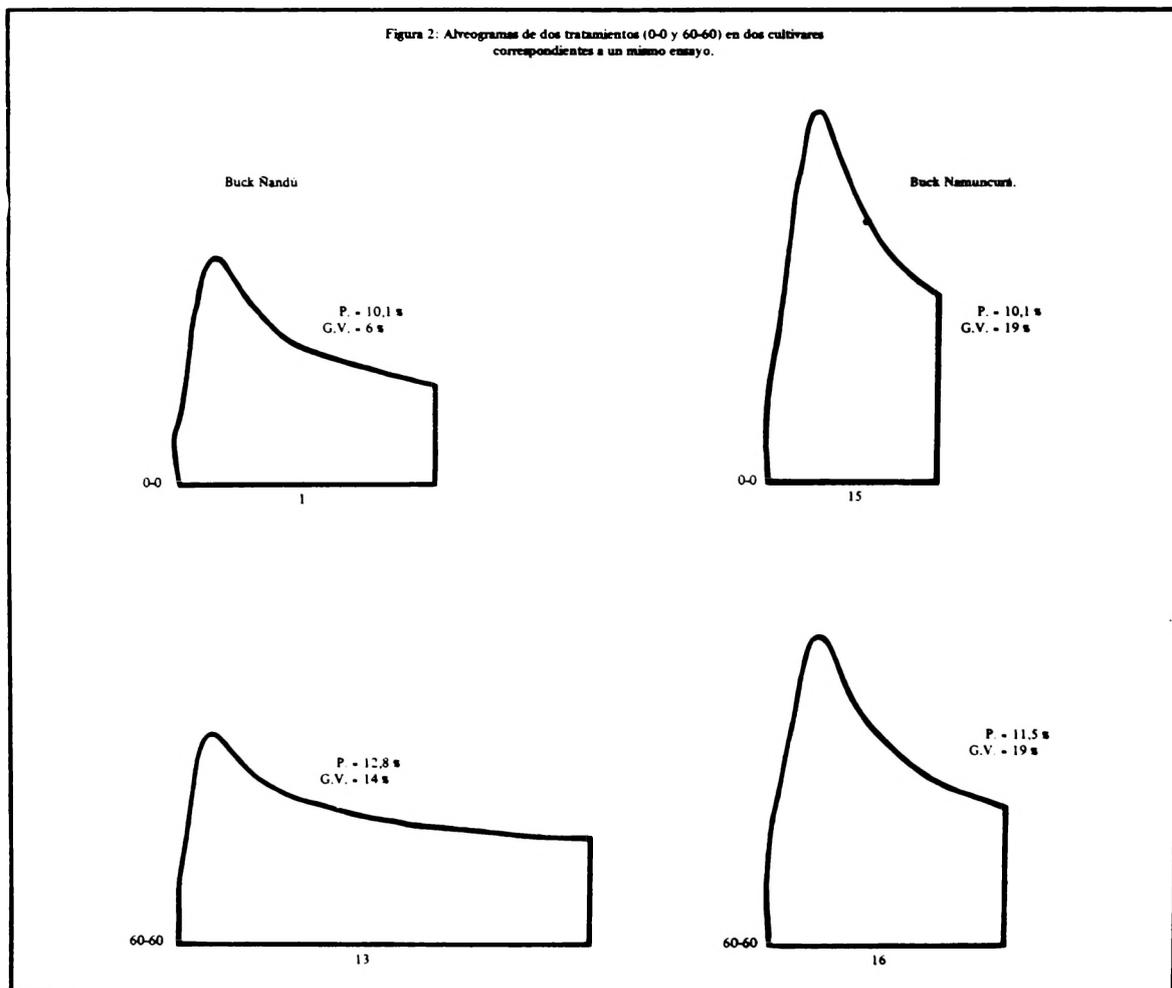
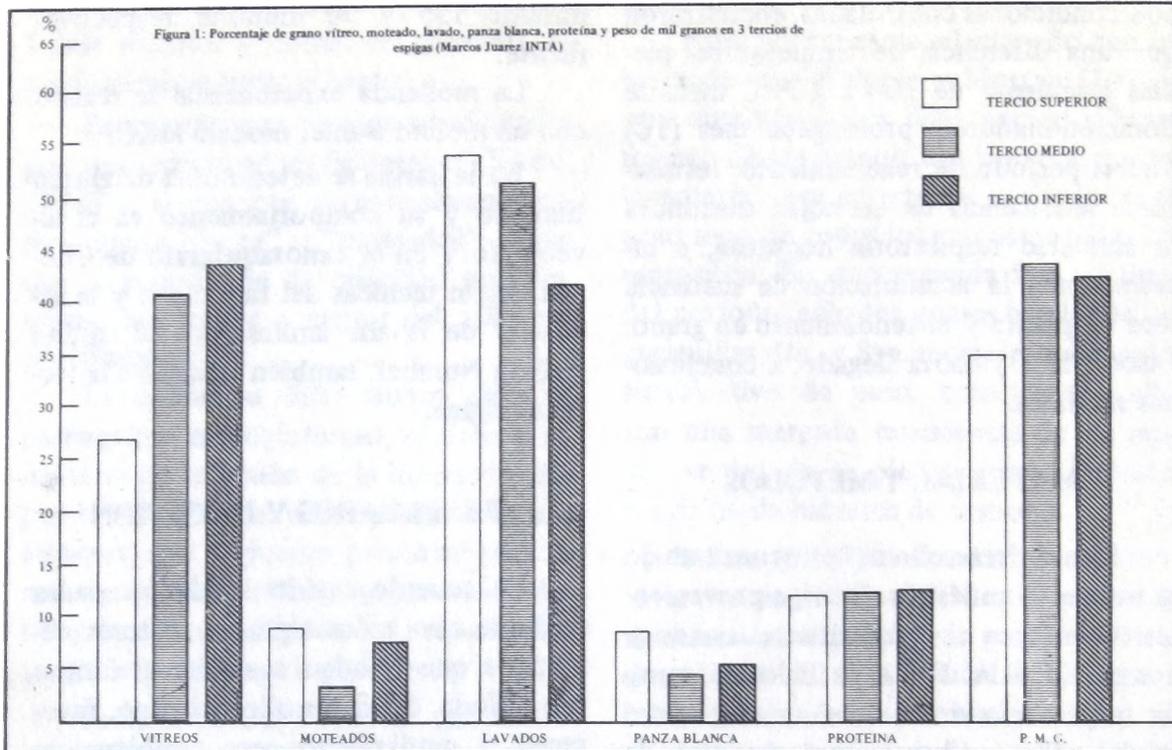
En la harina se determinó % de gluten húmedo y su comportamiento en el alveógrafo y en el zimotaquígrafo de Chopin, según técnicas del fabricante y la actividad de la alfa amilasa con el equipo Falling Number, también siguiendo la técnica original.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con lo señalado, resulta evidente que todos aquellos factores climáticos que tienden a alargar el último subperíodo del desarrollo del trigo, favorecen el rendimiento pero también una mayor acumulación de hidratos de carbono en el grano, en detrimento porcentual o relativo de las proteínas. Por lo tanto, tienden a provocar desequilibrios en la acumulación de las reservas y con ello a disminuir el porcentaje de grano vítreo.

Teniendo en cuenta que según la bibliografía citada, esas alteraciones podrían producirse en una misma espiga, en la Cátedra, utilizando espigas del cultivar Marcos Juárez I.N.T.A., procedentes de un cultivo de la E.E.A. INTA de Bordenave, se las dividió al azar en siete (7) grupos de diez (10) espigas cada uno. Cada espiga se fraccionó en tres (3) partes iguales, computando sólo las espiguillas fértiles, trillándolas por separado.

En la Fig. 1 se observa que en el tercio superior los granos tienen menor peso, menor porcentaje de vítreos y una ligera diferencia en menos en contenido proteico. Aparecen allí, por el contrario, mayor porcentaje de moteados, panza blanca y lavados con relación a los otros dos (2) tercios. Los granos del tercio me-



dio, en cambio, presentan mayor peso, menor % de moteados y panza blanca y se ubican en posición intermedia en vítreos, lavados y % de proteínas. Se considera necesario continuar con estos trabajos con mayor número de cultivares y ambientes para establecer relaciones más definidas.

Actúan, también, factores genéticos que determinan una diferente predisposición para perder esa característica frente a igualdad de condiciones ambientales e incluso, de rendimiento similares.

Existen otros factores que, en concordancia con los señalados, pueden modificar su efecto negativo. La disponibilidad de N asimilable en el suelo, por ejemplo, tendería a atenuarlo, al incrementar el contenido proteico del grano, no obstante alargar el ciclo vegetativo. Los resultados de ensayos conducidos en la Subregión ecológica IV (Arriaga *et al.* 1978),

demonstraron que, el agregado suplementario de N a fin de macollaje o en encañamiento, provocaba en todos los casos, aumento en el tenor proteico de los granos. Su magnitud estaba relacionada en forma inversa con los incrementos de rendimiento obtenidos; se comprobaron reacciones varietales diferentes al respecto.

Esos incrementos proteicos, también se manifiestan en los datos de ensayos conducidos por la E.E.R.A. INTA Balcarce en 1978/79 (Cuadro 1), con aplicación de N - P (60-60). Varió entre 0,5 y 2,7%, pero esas diferencias no se reflejan en la misma relación con el aumento del % de grano vítreo al considerar el comportamiento de cada variedad. Sólo en Las Aguilas V8 - N° 12, con una diferencia de 2,4% de proteína, se observa que el contenido en grano vítreo aumenta de 29 a 64%.

CUADRO 1: Datos de ensayos con fertilizantes conducidos por la E.E.R.A. INTA de Balcarce (1978/79)

N°	Localidad Cultivar	Trat.	P. H. kg	Prot. %	Gluten húmedo %	Vítreo %	Alveograma		
							P	G	W
8 2	Las Aguilas N° 10	0-0	82,5	8,6	14,1	15	98,1	15,2	187
		60-60	82,8	9,5	16,5	9	103,4	15,3	204
18 7	Las Aguilas B. Cencerro	0-0	82,4	9,9	20,2	1	76,0	16,1	168
		60-60	82,3	10,3	22,2	2	77,0	20,4	242
1 13	Las Aguilas B. Nandu	0-0	79,2	10,1	20,5	6	70,2	18,7	192
		60-60	77,7	12,8	28,5	14	65,5	24,0	289
4 14	Las Aguilas B. Naposta	0-0	83,3	8,6	16,9	24	105,0	12,5	151
		60-60	83,0	10,0	19,3	34	94,7	17,5	250
3 12	Las Aguilas San Agustín	0-0	79,0	10,3	20,2	2	96,3	18,1	252
		60-60	79,6	10,8	23,7	0	97,8	19,1	296
6 5	Las Aguilas V 8 N° 12	0-0	81,8	9,4	21,2	29	90,4	16,2	178
		60-60	81,7	11,8	28,8	64	89,1	19,9	236
15 16	Las Aguilas B. Namuncura	0-0	82,7	10,1	20,0	19	113,8	15,3	224
		60-60	82,8	11,5	23,6	19	96,4	18,1	248
17 11	Guarí Malal B. Naposta	0-0	82,8	9,8	17,7	61	120,4	16,0	266
		60-60	83,2	12,0	25,0	92	103,6	21,8	360
10 9	Guarí Malal B. Cencerro	0-0	80,1	11,2	28,4	23	76,9	23,7	290
		60-60	79,3	12,9	31,1	9	70,0	25,0	296

Esto parece confirmar que la influencia de los factores climáticos es más decisiva. Por ello, en los principales países productores hay delimitadas zonas que, por las condiciones climáticas predominantes, son propensas a la producción de granos no vítreos.

Está demostrado que en un mismo cultivo y variedad, el mayor contenido proteico se encuentra en los granos vítreos, disminuyendo en los granos moteados y más aún en los granos panza blanca.

En el Cuadro 2, se presentan resultados obtenidos en muestras tomadas de semilla original de cuatro (4) cultivares.

En el conjunto se determinó % de granos vítreos y de proteína. A partir de allí, se separaron a visteo, de cada una de ellas, fracciones con 100% de grano vítreo, moteado y panza blanca. La determinación de proteínas en cada una de ellas, confirma lo señalado anteriormente, pues en todos los casos se presenta una relación descendente de vítreos a panza blanca.

Ello incide también, sobre la calidad panadera de un cultivar, como se demuestra en el Cuadro 3, en el que se presentan datos de dos (2) fracciones separadas de Buck Manantial de la misma semilla original considerada en el cuadro anterior.

CUADRO 2: Tenor proteico comparativo en fracciones separadas de la siembra de un mismo cultivar.

Fracción	Buck Manantial 41,5 % Granos Vítreos	Buck Naposta 83,2 % Granos Vítreos	Buck Ñandú 81,4 % Granos Vítreos	Vilela Sol 69,2 % Granos Vítreos
Original	9,9	9,4	10,7	9,8
100 % Vítreo	11,3	9,8	10,8	10,3
100 % Moteado	10,2	8,6	9,9	9,5
100 % Pza. Bca.	9,8	7,8	9,0	8,6

CUADRO 3: Diferencias de calidad de grano vítreo y no vítreo en Buck Manantial

Grano Vítreo %	Proteína Grano %	Rendim. Harina %	Cenizas Harina %	Proteína Harina %	Alveograma			"Falling number"	Tipo de Grano
					P	G	W		
100	11,29	68,6	0,4619	10,60	139	17,5	343	531	Vítreo
0	10,06	69,4	0,3939	8,97	135	15,7	289	484	No Vítreo

El mayor contenido en proteína, tanto en grano como en harina de la fracción vítreo, se refleja en un valor muy superior de W en el alveograma de Chopin: 343 erg. vs. 289.

Si bien Bailev (1941) consideró que 11,5% de proteínas era el umbral mínimo por encima del cual era nula la presencia de panza blanca, el contenido proteico no define la condición de grano vítreo. Así se puso de manifiesto en datos presentados en el Cuadro 1.

Por ello, pretender clasificar por % de grano vítreo partidas distintas, aún de los mismos cultivares, puede llevar a consideraciones erróneas. Es muy probable que ese % no convenga ni con el contenido proteico ni con la calidad panadera.

En ese sentido, se presentan en el Cuadro 4 datos tomados de planillas de análisis de distintas partidas de cinco (5) cultivares del Criadero José Buck S.A. producidas en lotes y localidades distintas, pero de la misma zona. Los datos de % de proteína se ordenaron en sentido ascendente para cada cultivar. Se destaca

que el % de grano vítreo no concuerda en absoluto con aquél. Ello es más evidente en B. Cimarrón y B. Napostá, donde las partidas de menor contenido proteico, presentan para grano vítreo, valores superiores a la mayoría de las consideradas.

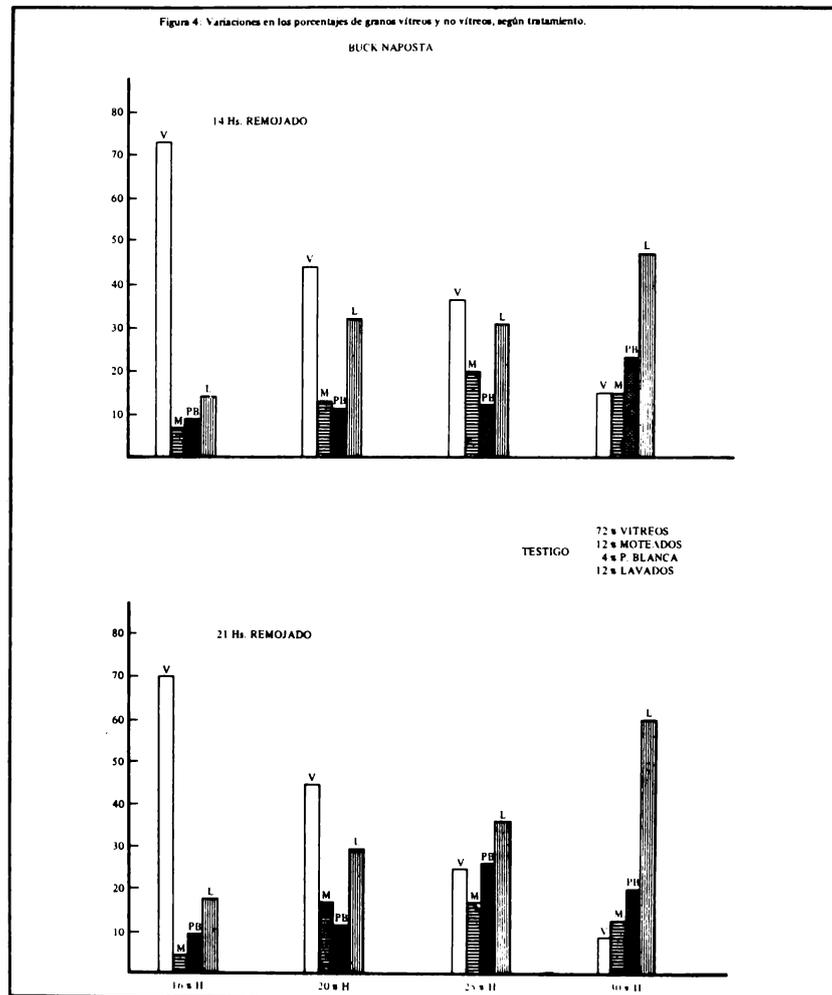
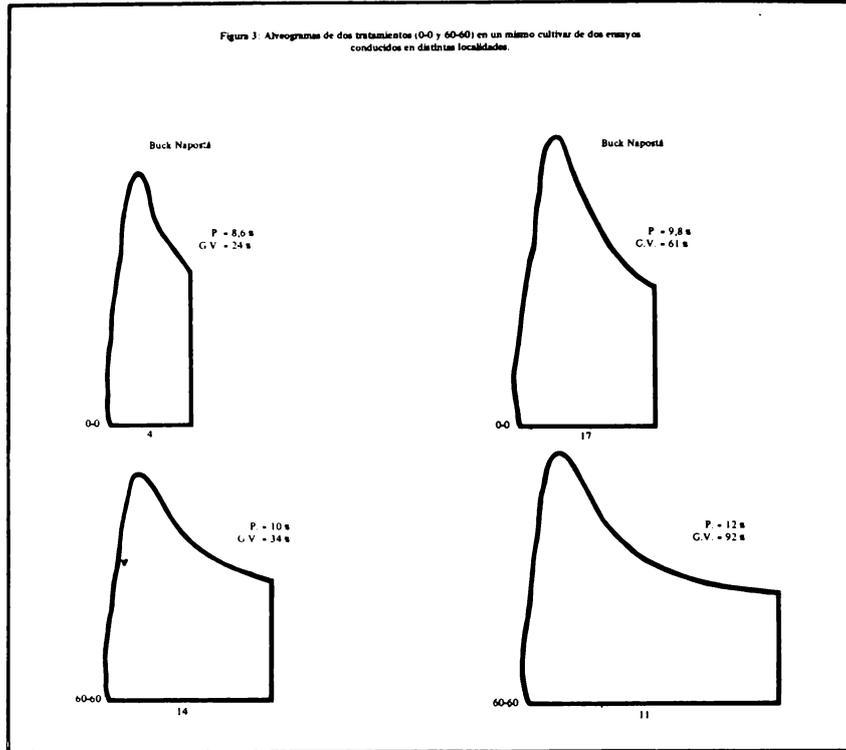
En el Cuadro 1, se puede observar también que, si bien no existe relación entre % de proteína y grano vítreo, surge en cambio, que para cada cultivar, con el mayor contenido proteico aumenta el % de gluten húmedo y los valores de G y W del alveograma de Chopin.

En las Fig. 2 y 3 se representan los alveogramas comparativos de cuatro casos correspondientes al Cuadro 1, en los que, además, hay una evidente reducción del P y disminución del valor P/G, indicando un mayor equilibrio de las masas.

Como un antecedente más, Haunold y col. (1962) determinaron que Atlas 66, un trigo blando, mostró la mayor capacidad para almacenar proteína en grano al compararlo con otros trigos duros, vítreos,

CUADRO 4: Datos tomados de planillas de análisis (Criadero José Buck S.A.)

Cultivares	Relación Contenido Proteico - Granos Vítreos													
	% Proteína	10,6	12,4	12,6										
Buck Cencerro	% Proteína	10,6	12,4	12,6										
	% Vítreos	25,3	68	36,6										
Buck Namuncurá	% Proteína	10,1	11,5											
	% Vítreos	69,4	60											
Buck Nandú	% Proteína	9,4	10,6	10,9	11	11,2	11,4							
	% Vítreos	36	31,4	49,8	38	43	25,6							
Buck Cimarrón	% Proteína	9,4	10,1	10,4	11	12,7	13,1							
	% Vítreos	88	56,5	76,7	68	81	84							
Buck Napostá	% Proteína	9,0	9,5	10,2	10,4	10,6	10,6	10,8	11	11	11,7	11,9	12,1	12,5
	% Vítreos	83	58,6	86	62,4	52,8	36	58	88	88,6	82,6	92,9	61,4	86,5



con alta disponibilidad de N en el suelo y se utiliza como fuente genética en planes de hibridación para mejorar esa aptitud.

Grano lavado

Existe otro factor que puede determinar la pérdida del carácter vítreo: el lavado; aparece cuando ocurren lluvias o lloviznas en la época de cosecha.

Swanson (1941; 1943 a y b) demostró que se puede lograr el mismo efecto humedeciendo el grano, a más de 17%.

En esas condiciones el grano pierde el brillo y su endosperma se torna almidonoso, porque al humedecerse se hincha y luego, al secarse, no recupera su volumen original. Con ello se produce un aflojamiento de las capas externas del pericarpio y una modificación de la textura interna del endosperma, por la formación de pequeñas vacuolas con aire que influyen en la reflexión de luz, dando un aspecto opaco o almidonoso.

Esto complica más la situación porque en el grano lavado, resulta más difícil diferenciar el que ha sido vítreo del que no. En el corte pueden aparecer algunas diferencias, como la difusión de la zona opaca que va del centro del endosperma hacia la periferia; mayor resistencia al corte que en el panza blanca, etc., pero hay también diferencias varietales que no permiten generalizar ese comportamiento.

En la fig. 4 se representan las variaciones determinadas en el contenido de grano moteado, panza blanca y lavado; con tratamientos de remojado en Buck Napostá. Se observa claramente que la presencia de grano vítreo tomada tanto a las 14 horas como a las 21 horas después de humedecido, disminuye más rápidamente cuanto mayor es el grado de humedecimiento aplicado. Por el contrario, aumentan, en especial, los panza blanca y

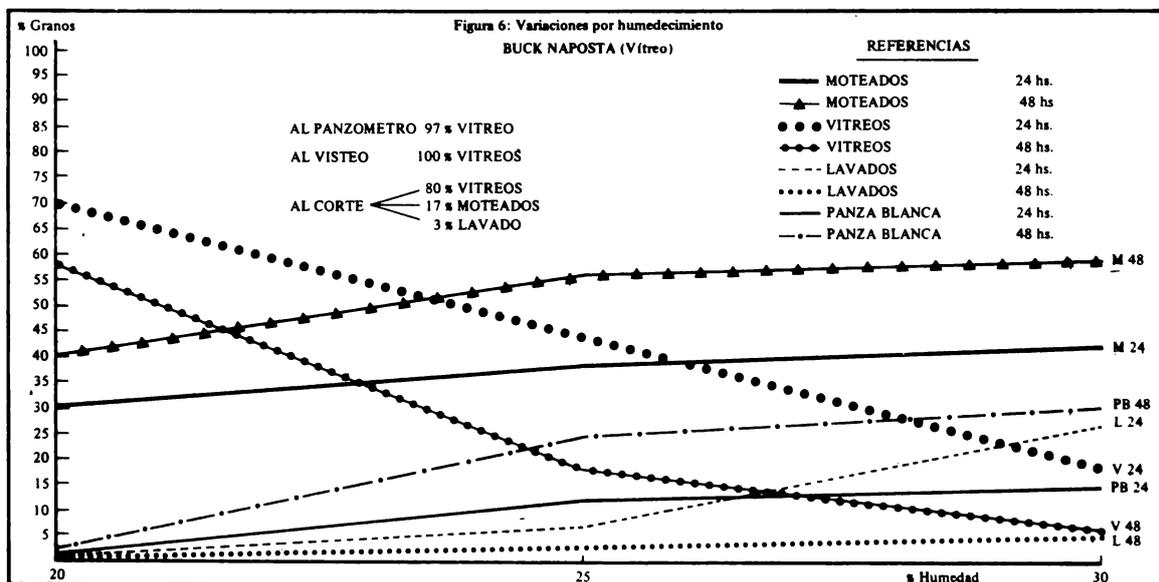
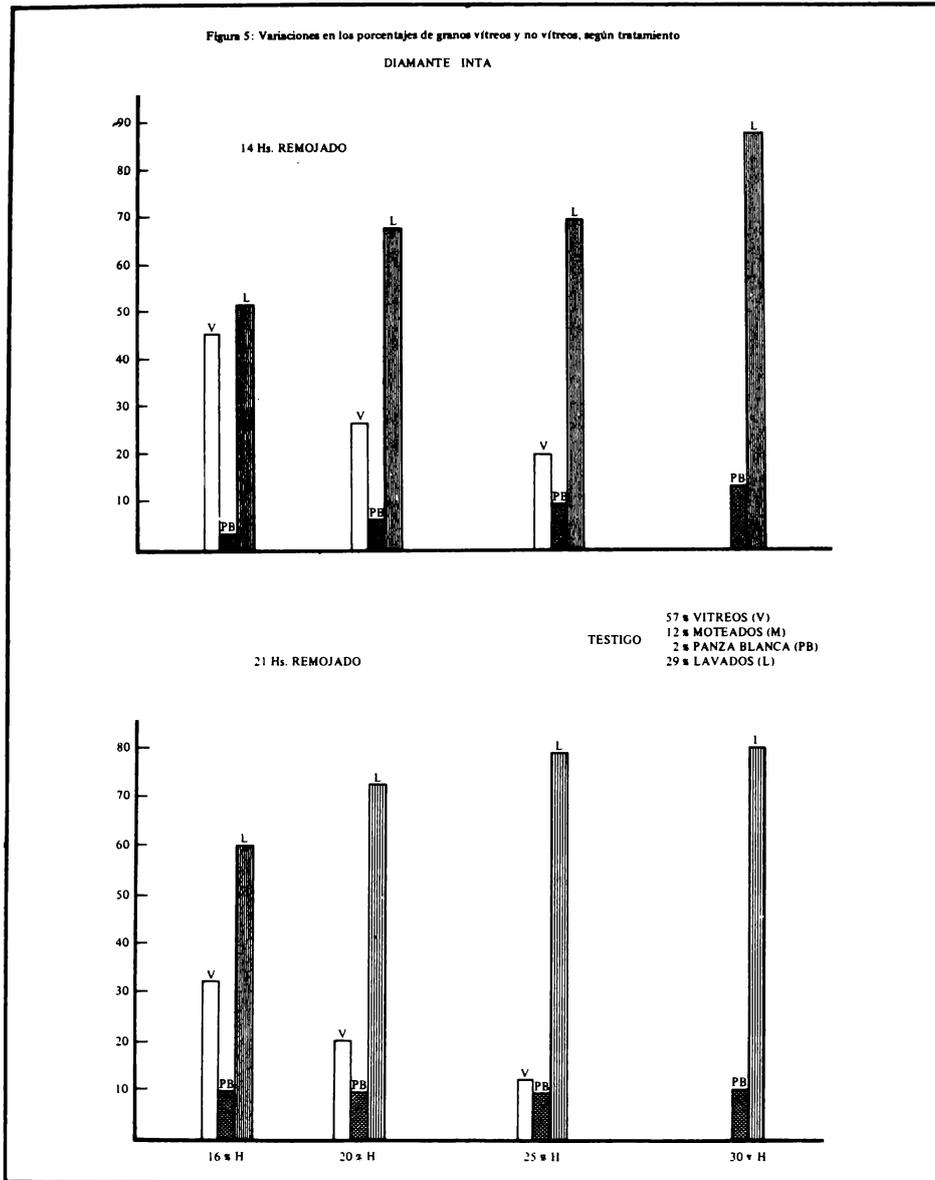
lavados en el mismo sentido (las determinaciones se hacen "al corte" ya que todos los granos adquieren externamente el aspecto típico del lavado).

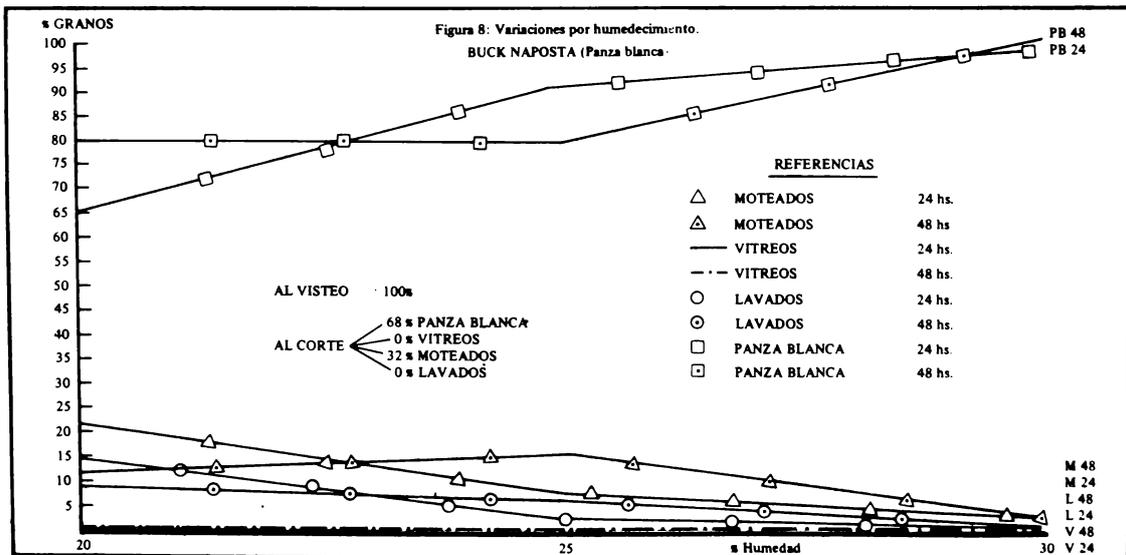
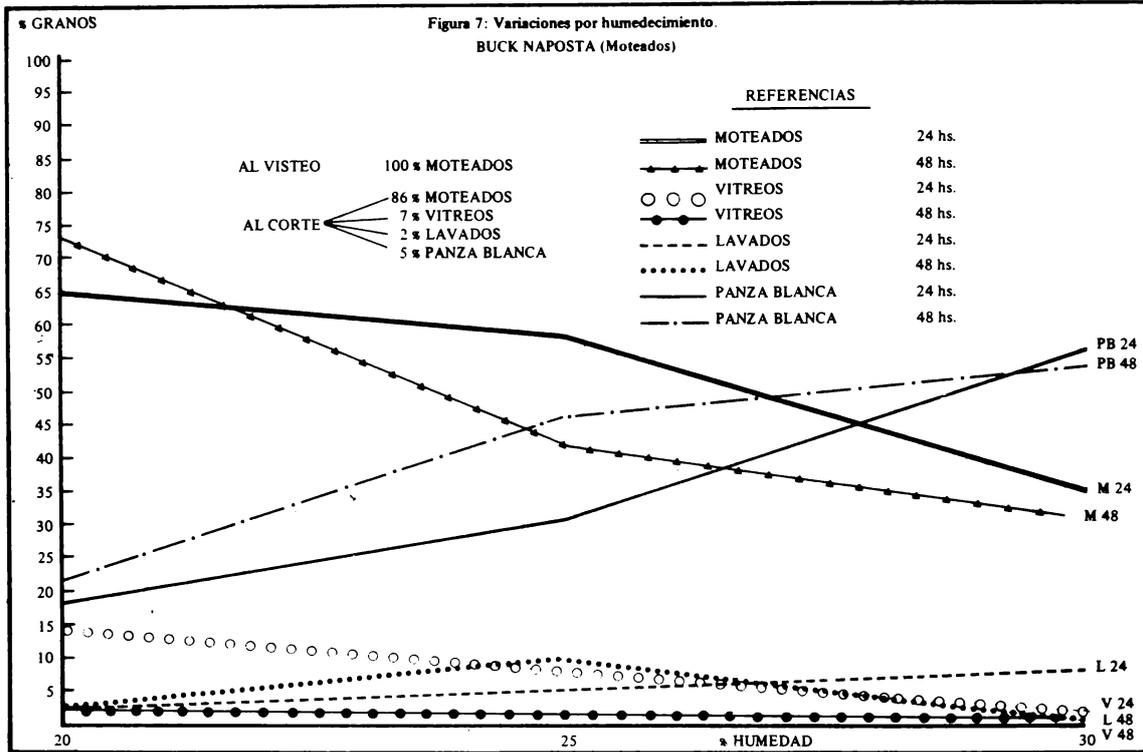
En la Fig. 5 se representan los mismos tratamientos en Diamante INTA. Se observan las mismas variaciones que en el caso anterior, pero también una mayor facilidad para evidenciar efectos del lavado que en B. Napostá. Para 30% de humedad no queda ningún grano vítreo a las 14 horas ni a las 21 horas de tratados.

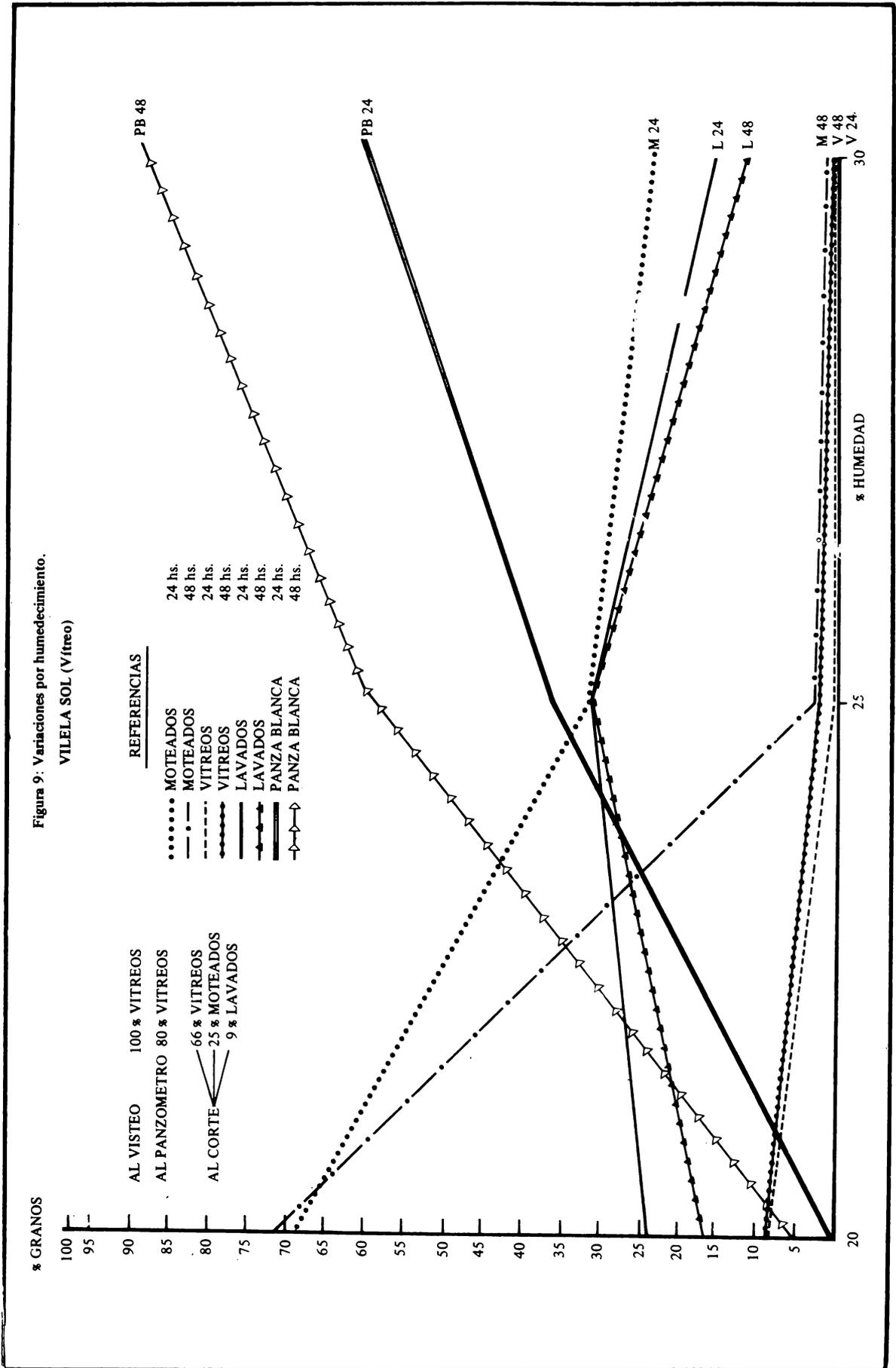
En las Fig. 6, 7 y 8 se representan el comportamiento al remojado de tres (3) fracciones de Buck Napostá separadas a vistoso de la muestra original. Para 100% de grano vítreo (en la confirmación con diafanoscopio hubo sólo 3% de diferencia), por humedecimiento ocurre, como en los casos anteriores, una disminución acentuada de vítreos en relación al tiempo de tratamiento (24-48 horas) y en especial al % de humedad: 20, 25 y 30% (figura 6). En contraposición aumentan los componentes no vítreos, principalmente moteados y panza blanca.

En la muestra de granos moteados (Fig. 7) el humedecimiento provocó, como era de esperar, una lógica disminución de los mismos, pues por aumento del endosperma harinoso, van pasando a panza blanca. En la que menos variantes se producen es en la fracción de granos panza blanca (Fig. 8). En este caso sólo se observa un incremento de la superficie opaca, que tiende a cubrir, en todos los casos, la casi totalidad del endosperma.

En la Fig. 9 se presenta el caso de Vilela Sol (fracción vítreo), que ya remojado al 20% pierde casi totalmente esa condición, con un aumento notable de panza blanca. Esto indica una diferente reacción varietal frente a los tratamientos, en cuanto a la mayor predisposición o sensibilidad para perder, por humedecimiento, el carácter vítreo.







El grano lavado, además de perder el brillo natural e incrementar el endosperma harinoso, disminuye el peso hectolítrico. Ello se debe, en parte, al aflojamiento de las capas externas que le dan mayor aspereza en superficie, lo que dificulta un mejor deslizamiento de los granos en el cilindro de la balanza Schopper, entrando en menor cantidad. Por eso es que el cernido y el pulido permiten una recuperación parcial del mismo (Swanson, 1943). Pero, esa pérdida se debe, principalmente, a que al no recuperar su volumen original, el grano disminuye su peso específico y con ello el peso volumétrico en hasta 6,27 libras por bushel (8 kg/hl) (Swanson o. c.); en nuestros ensayos, por humedecimiento, hasta 5 kg/hl.

Sin embargo, el peso del grano no varía (Whitcomb y Johnson, 1930), no se modifican las relaciones cáscara/endosperma, ni proteína/hidratos de carbono, ni pierde constituyentes importantes para la calidad industrial y panadera. Así lo señaló Swanson (o. c.) que, comparando grano lavado y remojado con normal, observó reducción del peso volumétrico, del % de granos vítreos y del grado comercial, con relación directa a la severidad del tratamiento. Pero en ningún caso se afectó el rendimiento en harina y excepto en los tratamientos más extremos (5 a 6 días con más de 23% de humedad), en los

que también aumentó la actividad diastásica, los valores de panificación fueron superiores en los lavados sobre los vítreos. En cenizas, tanto de grano como de harina, no hubo variantes (Whitcomb y Johnson, 1930).

En el Cuadro 5 se comparan datos obtenidos con Buck Manantial natural y remojado al 25% durante 24 horas y luego secado a la humedad inicial con corriente de aire a 20-22° C. Previo acondicionado, ambas muestras se molieron. Los resultados consignados demuestran que, no obstante la reducción del peso hectolítrico (5 kg) y del % de vítreo, no hubo diferencias apreciables en proteína de grano y harina; a un ligero aumento de rendimiento en harina, correspondió también uno de cenizas. Aparentemente ello se debería a la mayor facilidad con que se muelen partidas uniformes de granos no vítreos. Ello no ocurre normalmente a nivel industrial, donde la mezcla de ambos tipos de granos dificulta el adecuado acondicionado y con ello, la correcta molienda. En el alveograma puede destacarse un menor valor de P, y mayor de G y W, es decir se habría mejorado el equilibrio de la masa.

En cuanto a la actividad de la alfa amilasa, es evidente que el remojado la acentúa, probablemente por la movilización enzimática previa a la germinación. No obstante la actividad sigue siendo baja.

CUADRO 5: Diferencias de calidad en Buck Manantial, natural y remojado

Tratamiento	Peso hectolít. kg	Grano Vítreo %	Proteína Grano %	Rendim. Harina %	Cenizas Harina %	Proteína Harina %	Alveograma			Zimotaquígrafo			"Falling number"
							P	G	W	Vol. gas V	Tpo. reten. X	Coef. ref. K	
B. Manantial Natural	83,6	41,5	11,18	67,5	0,3913	9,85	149,5	15,5	311	1290	138	0,7	423
B. Manantial Remojado	78,6	7	11,18	70,1	0,4021	9,78	140,0	16,5	328	1539	158	0,6	335

CONCLUSIONES

- 1) Los factores climáticos que tienden a incrementar los rendimientos, alargando los últimos subperíodos del desarrollo, favorecen la formación de granos no vítreos.
- 2) La mayor disponibilidad de N en el suelo provoca aumentos en el tenor proteico de los granos, aunque estos no siempre van acompañados con un mayor % de grano vítreo.
- 3) La distribución de los granos dentro de la espiga, aún mostrando variabilidad, indica que en las espiguillas del tercio superior, hay una concentración de granos con menor peso y mayor tendencia a ser no vítreos.
- 4) Para una misma partida y cultivar, existe una relación decreciente en el contenido proteico de los granos vítreos, moteados y panza blanca.
- 5) Esa diferencia se manifiesta también en la calidad de las harinas medida en el Alveógrafo de Chopin.
- 6) Para la comparación de distintas partidas, aún del mismo cultivar, ello no es válido como norma general. El % de grano vítreo no siempre está relacionado con el contenido proteico.
- 7) La calidad de las harinas obtenidas de un mismo cultivar tiene estrecha relación con el contenido proteico del grano, pero no con el % de grano vítreo.
- 8) El grano lavado, al provocar la pérdida de brillo externo y la modificación de la textura interna del endosperma tornándola a almidonosa, dificulta aún más la caracterización diferencial de los granos originalmente vítreos y no vítreos.
- 9) El lavado o remojado del grano disminuye el peso hectolítrico, pero no altera el contenido en ceniza, proteí-

na, rendimiento en harina y calidad de la misma.

Estas conclusiones son válidas para las condiciones señaladas y los métodos aplicados, aún teniendo en cuenta las limitaciones que la variabilidad del material implica en algunos casos. Los antecedentes existentes y las conclusiones aportados, permiten destacar la conveniencia de estudiar la factibilidad de reajustar las normas de comercialización basadas en % de grano vítreo, por otras más exactas y apropiadas que posibiliten una mejor apreciación de la calidad, sin perjudicar intereses económicos de las partes intervinientes.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1) Arraiga, H. O.; Kraan, G.; Sempe, M. E. y col. 1978.- Tecnología del trigo. Reunión sobre ciencia y tecnología de los alimentos (Com. Invest. Cient. - U. N. de Luján); 18 p. (en prensa).
- 2) Bailey, C. H., 1941. - Protein surveys of american hard spring and soft winter wheats. Univ. of Minnesota. Agr. Exp. St. Tech. Bul. Nº 147-46 pg.
- 3) Bice, C. W.; Mac Masters, M. M. and Hilbert, G. H.; 1945. - Wheat starch properties in relation to grain maturity. Cereal Chem. 6:463-476.
- 4) Freeman, G. F., 1918. - Producing breadmaking wheats in warm climates. Journ. Heredity 9:211-226.
- 5) Haunold, A.; Johnson, V. A. and Schmidt, J. W., 1962. - Variation in protein content of the grain in varieties of *Triticum aestivum* L. Agronomy Journal 54 (2):121-125.
- 6) Hsia Chen-Hu; Whom Shin-Shan and Wang Fu-Te; 1963. - The effect of temperature on the physiological changes of wheat during grain deve-

- lopment. Acta Botánica Sínica, Vol. 11, Nº 4, 338-49.
- 7) Knowles, F. and Watkin, J. E., 1931. - The assimilation and translocation of plant nutrients in wheat during growth. Journ. Agr. Sci. 21:612-637.
 - 8) Miller, E. C., 1939. - A physiological study of the winter wheat plant at different stages of its development. Kansas Technical Bulletin Nº 47.
 - 9) Olson, G. A., 1923. - A study of factors affecting the nitrogen content of wheat and of changes that occur during the development of wheat. Jour. Agric. Res. 24:939-954.
 - 10) Percival, J., 1921. - The wheat plant. Duckworth and Co. London. 463 pg.
 - 11) Sivori, E. M., 1975. - Enfermedades fisiogénicas de origen metabólico. Fitopatología. Curso moderno. Edit. Hemisferio Sur. Tomo IV: 176-178.
 - 12) Swanson, C. O., 1941. - Effect of moisture on the physical and other properties of wheat. Cereal Chem. Vol. XVIII (6):705-729.
 - 13) Swanson, C. O., 1943a. - Effect of moisture on the physical and other properties of wheat. II Wetting during harvest. Cereal Chem. Vol. XX (1):43-61.
 - 14) Swanson, C. O., 1943b. - Effect of moisture on the physical and other properties of wheat. III Degree, duration and number of wetting treatments. Cereal Chem. Vol. XX (3):286-299.
 - 15) Walpole, P. R. and Morgan, D. G., 1970. - A quantitative study of grain filling in *Triticum aestivum* L., Cultivar Maris Widgeon. Ann. Bot. Vol. 34 Nº 135:309-318.
 - 16) Whitcomb, W. O. and Johnson, A. H., 1930. - Effect of severe weathering on the protein and ash contents of wheat and flour. Cereal Chem. Vol. VII (2):162-168.
-