

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA SEMILLA DE TRIGO Y SUS RESERVAS PROTEICAS
 EN: II - EL RENDIMIENTO DE GRANO DEL CULTIVO SUBSECUENTE

MUCKEL, F.E.; G.D. GULLACE; M.A. CANTAMUTTO; L.M. GALLEZ y A.R.VALLATI (*)

Recibido: 05-10-89

Aceptado: 16-07-90

RESUMEN

Para probar que se pueden obtener aumentos de rendimiento utilizando semillas grandes, se seleccionaron lotes del cv. Cooperación Cabildo que provenían de una red de fertilización y presentaban un rango de entre 18 y 40 g las mil semillas, y entre 9 y 18% de proteína. Con ellas se sembraron tres ensayos en dos años.

El rendimiento se correlacionó positivamente con el peso de mil granos y negativamente con el porcentaje de proteína. No se obtuvo correlación del rendimiento con el peso seco de las plántulas ni con el porcentaje de emergencia. Ese mayor rendimiento se debió al incremento del número de espigas por m².

Palabras clave: Triticum aestivum, trigo, tamaño de semilla, proteína, rendimiento.

THE INFLUENCE OF SEED SIZE AND PROTEIN CONTENT OF WHEAT UPON:
 II - GRAIN YIELD OF THE SUBSEQUENT CROP

SUMMARY

Results obtained show that increases in yield can be obtained sowing large wheat seeds. To prove this hypothesis samples of cv. Cooperacion Cabildo were selected from a fertilization trial. The weight of 1000 kernels ranged from 18 to 40 gr and the protein from 9 to 18%. With them, 3 trials were conducted over 2 years.

Significant yield increases were obtained. They were not correlated to the dry weight of the seedling nor to field establishment; but were positively correlated to kernel weight and negatively to protein content. Differences in yield were due to variations in heads/m².

Key words: Triticum aestivum, wheat, seed size, protein, yield.

(*) LABCEOL, Departamento de Agronomía y CERZOS, Universidad Nacional del Sur.
 8000 BAHIA BLANCA - Argentina -

INTRODUCCION

En la primera parte de este trabajo (Möckel et al., 1989) se presentaron y discutieron resultados acerca de la influencia del peso de mil granos, el porcentaje y la cantidad absoluta de proteínas del grano sobre el vigor de la semilla de trigo. Esas mismas características pueden tener efecto sobre el rendimiento del cultivo subsecuente (Paulsen, 1984). Varios autores han comunicado aumentos que van del 10 al 20% en trigo pan y fideos (Kiesselbach, 1924; Taylor, 1928; Austenson y Walton, 1970; Ries et al., 1970; Grabe, 1976; Puri y Qualset, 1978; Hampton, 1981 y Robertson, 1984). Fijell et al., 1985, no obtuvieron en cambio, una asociación consistente. En cebada se han obtenido aumentos de producción de hasta un 35% utilizando semilla grande (Holubová, 1977).

Estos resultados se obtienen cuando se siembra igual número de semillas a densidades bajas. Las diferencias desaparecen cuando se lo hace con altos pesos constantes (por ej. 80 kg/ha) sin tener en cuenta el peso de mil granos, pues a pesar de una menor emergencia y vigor, esta es compensada por el exceso de semillas.

Ese mayor rendimiento está asociado a una mayor cantidad de espigas por metro cuadrado (Austenson y Walton, 1970; Hampton, 1981), o a una posible mejor implantación (Evans y Bhatt, 1977).

López y Grabe (1977) encontraron que el comportamiento de la planta estaba positivamente relacionada con el contenido de proteína de la semilla de trigo (peso de la semilla x concentración de proteína). Las que contenían alto porcentaje de reservas nitrogenadas tenían tasas más altas de absorción de agua y consumo de oxígeno, germinando más rápidamente y produciendo plántulas con mayor peso seco. Esa ventaja era mayor en suelos con bajo contenido de nitrógeno, concluyendo que el máximo beneficio se expresaba en condiciones de estrés.

Quizás a eso se deba que algunos autores no hayan encontrado respuesta del rendimiento a las características físicas de la semilla en suelos muy fértiles de Alemania e Inglaterra (Holzman, 1974; Welch, 1977).

En zonas semiáridas, como por ejemplo el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, pueden ser necesarias siembras profundas para poner la semilla en contacto con suelo húmedo y lograr una buena germinación. En esas condiciones las semillas con más reservas mejoran notablemente la emergencia, dentro de los rangos normales de hasta 8 cm de profundidad (Torres y Paulsen, 1982; Robertson, 1984). El tamaño de la semilla también daría más resistencia al frío a la plántula emergente (Freyman, 1978).

No obstante los resultados descriptos y teniendo en consideración que el contenido proteico de los trigos argentinos es declinante, no se le ha dado ninguna importancia a este factor cualitativo de la simiente, aunque el peso de mil fue creciendo con los nuevos cultivares. Fue por ello que el objetivo propuesto consistía en comprobar si se podían obtener rendimientos mayores y más estables en la Región Triguera V Sud al utilizar semillas grandes que toleren mejor las condiciones desfavorables.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron muestras provenientes de unidades experimentales de una red de fertilización que poseían un amplio rango, tanto de peso de mil granos como de porcentaje de proteínas. Correspondían al cv. Cooperación Cabildo, 20 muestras en 1983 y 25 en 1984. Las características de los lotes empleados pueden ser encontradas en la parte I del trabajo mencionado (Möckel et al., 1989), ya que se emplearon los mismos ensayos.

Las muestras seleccionadas fueron sembradas en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repe-

taciones. Cada parcela estaba constituida por un surco de tres metros de largo, donde se dispusieron 150 semillas, los que al estar separados unos de otros por 30 cm, dan una densidad de 166 por m².

RESULTADOS Y DISCUSION

En los tres ensayos se obtuvieron diferencias significativas de rendimiento. Estos datos se presentan en el Cuadro N° 1 e indican que semillas genotípicamente iguales, pero que diferían en la magnitud de sus reservas, produjeron diferencias de rendimiento que se mantuvieron a lo largo de tres ambientes en dos años.

Las diferencias halladas en la producción de granos no pueden atribuirse a variaciones en la emergencia, o al peso seco de las plántulas a los 30 días de la emergencia, pues los coeficientes de determinación (R^2) entre estas variables, fueron muy bajos (Cuadro N° 2). No obstante ello, una más alta y uniforme emergencia y mayor peso seco de las plántulas, son importantes para cubrir rápidamente el suelo, disminuyendo la erosión, la evaporación y la competencia de las plantas entre sí y con las malezas.

En el ensayo de Palihue de 1984, se evaluó el posible efecto del tamaño de semilla y sus reservas proteicas sobre el rendimiento, sus componentes y el índice de cosecha. Estos datos se presentan en el Cuadro N° 3, observándose que las diferencias altamente significativas en el rendimiento de grano se debieron a la variación de la cantidad de espigas por unidad de superficie ($r: + 0,611^{**}$). Los otros componentes no difirieron estadísticamente.

Por último, se examinaron las relaciones que pudieran existir entre las características físicas de la semilla y el rendimiento de grano del cultivo subsecuente. Estos datos se presentan en el Cuadro N° 4 y Figuras 1 y 2. De ellos se desprende que en 1983 no existieron, pero sí en los dos ensayos de 1984, donde el

rendimiento correlacionó significativamente con el peso de mil granos y negativamente con el porcentaje de proteína. Esta diferencia entre años no puede ser explicada tomando sólo en cuenta la pluviometría y probablemente se deba a la interacción de varios factores ambientales que merecerían ser estudiados.

Sólo tres, de los seis ensayos sembrados en total, fueron cosechables y sus datos computables, uno en 1983 y otros dos en 1984.

El parámetro medido fue el rendimiento y, para el caso particular de Palihue 1984, se determinó el índice de cosecha y los componentes del rendimiento: espigas por metro cuadrado; espiguillas por espiga y peso de mil granos. Se utilizó el total de las parcelas, excepto los 0,5 m de ambos extremos que habían sido cortados para medir el peso seco, y que al rebrotar, actuaron de bordura.

No se obtuvieron interacciones significativas entre la cantidad de reservas proteicas de cada semilla (mg de proteína por cada semilla) y el rendimiento, contrariamente a lo esperable, debido a que este parámetro combina el efecto de los otros dos: tamaño y porcentaje de proteína, que resultaron de signo contrario.

Los coeficientes de correlación son significativos a pesar de parecer bajos, por haber sido obtenidos de un gran número de observaciones. Indican, como es lógico, que el principal efecto sobre el rendimiento proviene de otras variables (principalmente el ambiente), pero aún así el peso de los granos y/o el porcentaje de proteína, contribuyen en forma importante. Algunos investigadores han obtenido coeficientes de correlación mucho más altos que los mostrados aquí, superiores al 0,7 (Lowe et al., 1972; Robertson, 1984).

Datos inéditos de los autores indican que, en la zona semiárida del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, no existen diferencias de rendimiento debidas a la utilización de densidades de siembra entre los

Cuadro N° 1: Resultados promedio de los rendimientos de los ensayos, sus rangos y significancias.

	RENDIMIENTO (gr/m ²)		
	MUZI (1983)	POGGIO (1984)	PALIHUE (1984)
X	224,92	111,97	476,89
RANGO	184,64 - 253,62	75,88 - 148,35	379,41 - 761,65
F	*	*	**

Cuadro N° 2: Valores de R² de rendimiento con emergencia y peso seco a los 30 días.

	RENDIMIENTO		
	* Muzi '83	** Palihue '84	* Poggio '84
Emergencia	0,196 *	0,008 n.s.	0,002 n.s.
Peso seco 30 d.	0,071 n.s.	0,049 n.s.	0,208 *

extremos de 100 y 300 semillas por m². Coincidentemente con este trabajo, el rendimiento estuvo en relación a la cantidad de espigas obtenidas por unidad de superficie. Por consiguiente, su logro depende de otros factores, diferentes de la densidad de siembra.

Las semillas grandes y con muchas reservas producen plántulas que macollan y arraigan más temprana y abundantemente (Peterson *et al.*, 1982). Tal sería la forma en que se establecería un potencial de rendimiento superior, ya que esos macollos tempranos tienen un mayor índice de supervivencia y diferencian espigas más grandes que contribuyen a elevar

la producción de grano. En este trabajo, el aumento de rendimiento debido al peso de mil granos (calculado sobre la recta de regresión, Figura 1), fue de 0 a 37%. Estos valores son superiores a los hallados en la bibliografía, probablemente a causa de que la variabilidad con que se trabajó fue mucho mayor en lo referente a los parámetros estudiados.

Los lotes de semillas empleados presentaron una fuerte correlación negativa entre peso de mil granos y porcentaje de proteína: $r = -0,986^{**}$ en 1983 y $r = -0,884^{**}$ en 1984. Por tal motivo, las semillas con alto porcentaje de proteína eran a su vez muy pequeñas, produciendo mermas en el

Cuadro N° 3: Efecto del tamaño del grano y sus reservas proteicas sobre el rendimiento, componentes del rendimiento e índice de cosecha obtenidos en el ensayo de Palihue, 1984. (promedios 4 repeticiones).

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Espigas por m ²	Espiguillas por espiga	Granos por espiguilla	Peso de mil granos (gr)	Índice de cosecha
1	3.794	346	16,6	1,79	43,2	0,346
2	5.286	460	16,9	1,79	43,1	0,345
3	4.008	359	16,7	1,72	42,3	0,340
4	4.888	406	16,7	1,72	41,9	0,339
5	4.945	450	16,7	1,63	41,3	0,334
6	3.988	360	16,7	1,76	41,4	0,297
7	4.324	388	16,8	1,81	42,0	0,353
8	4.561	390	16,7	1,84	43,8	0,345
9	7.617	459	15,8	1,66	42,4	0,331
10	4.807	429	16,4	1,80	43,2	0,339
11	4.834	427	15,6	1,80	42,2	0,338
12	5.156	441	15,5	1,81	42,2	0,347
13	4.532	402	16,7	1,69	41,2	0,325
14	5.091	431	16,8	1,78	42,9	0,351
15	4.364	379	16,3	1,75	42,3	0,350
16	5.169	420	16,7	1,84	41,1	0,367
17	5.082	427	16,6	1,78	41,7	0,354
18	4.603	398	16,6	1,81	42,8	0,344
19	5.457	460	16,9	1,78	41,1	0,338
20	4.718	420	17,3	1,97	42,6	0,357
21	4.542	382	17,0	1,80	42,0	0,340
22	4.212	370	15,5	1,72	41,5	0,336
23	4.041	350	16,0	1,57	42,4	0,342
24	4.378	394	15,8	1,74	41,7	0,330
25	4.825	383	17,0	1,88	41,5	0,363
F	2,45**	1,67*	1,41 n.s.	1,56 n.s.	0,55 n.s.	1,35 n.s.

rendimiento que oscilaron entre un 0 y un 25% (calculado sobre la recta de regresión, Figura 2). En cambio, si se toma el rango comprendido entre el 9 y el 12%, que es el habitual en trigo, se observa que no hay efecto.

Cantamutto et al. (1986), trabajando con 708 muestras del mismo cultivar, y del cual provinieron las seleccionadas para este ensayo, encontraron una correlación negativa entre peso de mil granos y contenido de proteínas. Cuando se tomaba en consideración un solo lote, cual sería el caso de un semillero, los granos no

vitreos presentaban un menor peso de mil y porcentaje de proteína, que los vitreos que los acompañaban (Cantamutto et al., 1987). Por lo tanto, en este caso existiría una correlación positiva entre los dos parámetros en cuestión, explicando la discrepancia de resultados obtenida por los diferentes autores, según hayan utilizado para sus ensayos muestras de un sólo origen, creando la variación por zarandeo, o provenientes de una población de muestras con heterogeneidad para el carácter estudiado.

Como el peso de mil granos es una

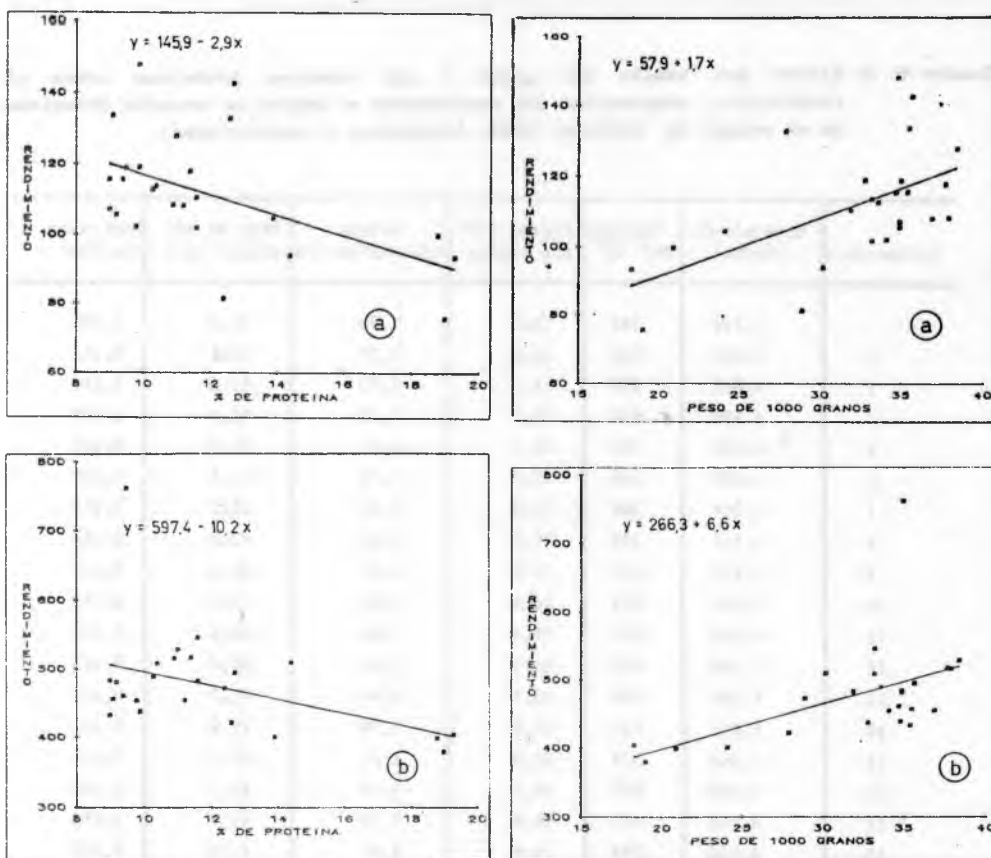


Figura 1: Efecto del peso de mil granos (gr) sobre el rendimiento (gr/m^2):
A: Poggio 1984,
B: Palihue 1984.

Figura 2: Efecto del porcentaje de proteína del grano sobre el rendimiento (gr/m^2):
A: Poggio 1984
B: Palihue 1984

característica varietal, fuertemente influida por el ambiente, existe entonces la posibilidad de seleccionar mecánicamente semillas grandes con más reservas nitrogenadas, a través de la adecuación de los calibres utilizados por la planta de clasificación, teniendo en consideración al cultivar de que se trate, el año de producción y el lote en cuestión, con el objeto de seleccionar aquellas semillas que por su nivel de reservas no impliquen una limitante *per se* al rendimiento del cultivo subsecuente.

CONCLUSIONES

La utilización de semillas grandes de trigo puede contribuir a la obten-

ción de mayores rendimientos con muy poco o ningún costo adicional. Siembras de tales características se pueden lograr manejando la nutrición nitrogenada del lote de multiplicación y su clasificación posterior.

Estos resultados son aplicables en zonas semiáridas donde se siembran bajas densidades o cuando el costo de la semilla, como en el caso de los híbridos, es significativo. Es por ello que el tamaño de la semilla y, subordinado a ello, el contenido proteico (de acuerdo a los resultados obtenidos por otros autores), deben ser considerados factores cualitativos y ser tenidos en cuenta para la valoración de la misma.

Cuadro N° 4: Correlaciones obtenidas entre el rendimiento y el peso de 1000 granos, el porcentaje de proteína y los mg de proteína por grano de la semilla sembrada.

RENDIMIENTO		P1000	% Prot	mg Prot
	t	0,231	0,220	0,150
MUZI '83	R ²	0,003	0,003	0,001
	r	-0,055	-0,055	-0,003
	t	2,862**	2,2501	0,829
PALIHUE '84	R ²	0,263**	0,180*	0,029
	r	0,513**	-0,424*	0,170
	t	3,313*	2,938**	0,163
POGGIO '84	R ²	0,323**	0,273**	0,001
	r	0,568**	-0,522**	0,030

BIBLIOGRAFIA

- 1) AUSTENSON, H.M. and P.D. WALTON. 1970. Relationships between initial seed weight and mature plant characters in spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 50:53-58.
- 2) CANTAMUTTO, M.A.; F.E. MOCKEL; G.D. GULLACE; L.M. GALLEZ; A.R. VALLATI; M.R. LANDRISCINI y E.G. GAIDO. 1986. Relaciones entre contenido de proteínas, panza blanca, peso de los granos y peso hectolétrico. Actas del primer Congreso Nacional de Trigo. Capítulo II: 29-40.
- 3) CANTAMUTTO, M.A.; F.E. MOCKEL; A.R. VALLATI; L.M. GALLEZ y M.S. ZABALOY. 1987. Peso, proteína y densidad de los granos no vitreos (Panza Blanca + Moteados) en *Triticum aestivum* cv. Cooperación Cabildo. *Revista Facultad de Agronomía. UBA*, 8:141-148.
- 4) EVANS, L.E. and G.M. BHATT. 1977. Influence of duration of growth, seed size, and seedling depth on cold hardiness of two hardy winter wheat cultivars. *Canadian J. Plant Sci.*, 57:929-935.
- 5) FREYMAN, S. 1978. Influence of duration of growth, seed size, and seedling depth on cold hardiness of two hardy winter wheat cultivars. *Canadian J. Plant Sci.*, 58:917-921.
- 6) GRABE, D. 1976. Bigger is better... in wheat seeds. *Oregon Agr. Prog.*, 23(1):15.
- 7) HAMPTON, J.G. 1981. The relationship between field emergence, laboratory germination and vigour testing of New Zealand seed wheat lines. *N.Z.J. Exp. Agric.*, 9:191-197.

- 8) HOLUBOVA, K. 1977. The effect of barley seed (*Hordeum sativum* L.) on yields. *Agricultura Tropica et Subtropica, Universitas Agriculturae. Praga*, 10:105-116.
- 9) HOLZMAN, M. 1974. The influence of nitrogenous manuring on the quality of the seed material of winter wheat, tested on the growth intensity and the nutrient absorption of the seedlings. Part I. Test of provenance value of shoot length and dry matter of the seedlings and on the yield. *Z. Acker und Pflanzenbau*, 139:186-213.
- 10) KIESSELBACH, T.A. 1924. Relation of seed size to the yield of small grains. *Agronomy Journal*, 16:670-682.
- 11) LOPEZ, A. and D.F. GRABE. 1971. Effect of seed protein content on plant growth of barley and wheat. *Agronomy Abstracts*, 63:44
- 12) LOWE, L.B.; G.S. AYERS and S.K. RIES. 1972. Relationships of seed protein and amino acid composition to seedling vigour and yield of wheat. *Agronomy Journal*, 64:608-611.
- 13) MÖCKEL, F.E.; G.D. GULLACE; M.A. CANTAMUTTO; L.M. GALLES y A.R. VALLATI. 1989. Influencia del tamaño de la semilla de trigo y sus reservas proteicas en: I- El vigor de la plántula y su determinación. *Rev. Facultad de Agronomía. UBA*, 11(1):7-15
- 14) PETERSON, C.M.; B. KLEPPER and R.W. RICKMAN. 1982. Tiller development at the coleoptilar node in winter wheat. *Agronomy Journal*, 74:781-784.
- 15) PURI, Y.P. and C.O. QUALSET. 1978. Effect of seed size and seeding rate on yield and other characteristics of durum wheat. *Phyton*, 36:41-51.
- 16) RIES, S.K.; O. MORENO; W.F. MEGGITT; C.J. SCHEWEIZER and S.A. ASHKAR. 1970. Wheat seed protein; chemical influence on and relationship to subsequent growth and yield in Michigan and Mexico. *Agronomy Journal*, 62:746-748.
- 17) ROBERTSON, L.D. 1984. Effect of seed size and density of winter wheat performance. Kansas State University, Agricultural Exp. Sta., "Keeping Up With Research 74", october 1974.
- 18) TAYLOR, J.W. 1928. Effect of continuous selection of small and large wheat seeds on yield, bushel weight, varietal purity and loss smut infection. *Journal American Society of Agronomy*, 20:856-867.
- 19) TORRES, J.L. and G.M. PAULSEN. 1982. Increasing seed protein content enhances seedling emergence and vigour in wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 5:1133-1140.
- 20) WELCH, R.H. 1977. Seedling vigour and grain yield of cereals grown from seeds of varying protein contents. *Journal Agric. Sci. Camb.*, 88:119-125.