

Interacción Genotipo – Ambiente para caracteres de calidad en trigo

Jorge Frascina, Beatriz Masiero y Martha Cuniberti

Grupo Mejoramiento de Trigo, EEA INTA Marcos Juárez

Las variedades de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) se difunden en el área triguera argentina pampeana y extra pampeana, con la recomendación generada por cada criadero en un número limitado de ambientes de evaluación. Es frecuente que la variabilidad ambiental, tanto climática como de manejo del cultivo, modifique los límites de expresión de los principales parámetros de calidad comercial e industrial descriptos en los legajos de cada variedad. Esta situación plantea la existencia de una interacción entre el genotipo de cada variedad y el efecto producido por el ambiente de producción que promueve un cambio en la expresión final de esos caracteres. Debe recordarse que la interacción genotipo – ambiente forma parte del comportamiento observado, por lo tanto interfiere en la comparación de muchos de los caracteres seleccionados en los programas de mejoramiento.

La calidad industrial del trigo es la resultante de un control genético complejo por la cantidad de constituyentes alélicos involucrados (datos no presentados) y por una interacción entre esa genética y el ambiente. No obstante, la cantidad de proteína en grano se reconoce internacionalmente como una de las principales variables de calidad del trigo y tiene una fuerte interacción con el ambiente agroclimático. Entender los procesos que regulan la absorción y removilización del nitrógeno en trigo y sus posibles consecuencias es el objetivo de varias líneas de investigación (Abbate 1995). La relación negativa entre el rendimiento de trigo y el porcentaje de proteína en el grano se magnifica con el uso de niveles de nitrógeno por debajo de los necesarios para maximizar el rendimiento. Esta situación frecuentemente impone un límite para alcanzar los niveles de proteína críticos demandados por la industria. Cabe destacar que a partir de 1995 el porcentaje de proteína en grano se incluyó en el estándar de calidad comercial de trigo en nuestro país y actualmente se opera con una base del 11 % sin descuento.

Se cuenta con suficiente información referida a los alelos responsables del control genético de los principales tipos de proteína que modifican los parámetros de calidad industrial (gluteninas de alto y bajo peso molecular, gliadinas, puroindolinas, presencia o ausencia de secalinas, tipos de almidón). La orientación actual sobre el tema trata de complementar esa información con el posible control genético de la

cantidad relativa de esos tipos de proteínas (Beninati and Busch 1992; Uauy et al. 2006; Butow et al. 2003; Pflugler et al. 2005).

Con el objetivo de abordar parte de la problemática de la interacción genotipo – ambiente para caracteres de calidad, el INTA condujo durante los años 2003, 2004 y 2005 un Proyecto de investigación en cuatro localidades (Balcarce, Pergamino, Marcos Juárez y Paraná) y con ocho variedades de trigo pan (**Proyecto 520-204 ‘Generación de Información para el desarrollo de protocolos de producción diferenciada y certificada de cereales’**, Polidoro et al. datos aún no publicados). Las variedades que participaron fueron Buck Arriero, Klein Sagitario, Buck Brasil y Klein Proteo, las cuatro categorizadas como Grupo 1 de calidad (GC1) según el índice elaborado por el Comité de cereales (INASE 2003), e INIA Tijetera, Klein Escorpión, ProINTA Gaucho y ProINTA Granar categorizadas como Grupo 2 de calidad (GC2). Las variables de calidad comercial e industrial analizadas, además del rendimiento (Rend), fueron: peso hectolítrico (PHect), peso de mil granos (PMG), porcentaje de proteína en grano (Prot), rendimiento de harina (RHarina), gluten húmedo (Gluten), valor W del alveograma (W), relación tenacidad – extensibilidad del alveograma (P/L), relación tenacidad y grado de hinchamiento del alveograma (P/G), y volumen de pan (VPan). En todos los casos los ambientes de evaluación fueron campos experimentales con adecuada disponibilidad de nutrientes. En el Cuadro 1 se muestran los valores promedio con su desvío estandar, el valor máximo y mínimo obtenidos para cada variable.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables evaluadas en 8 variedades de trigo pan consideradas por Grupo de calidad según disposición de INASE, Comité de Cereales año 2003.

Variable	GRUPO DE CALIDAD 1				GRUPO DE CALIDAD 2			
	Prom	DStd	Min	Max	Prom	DStd	Min	Max
Rend	4847	1185	2080	7806	4939	1157	1900	7583
PHect	80,87	2,11	76,3	84,9	81,16	2,08	75,0	88,2
PMG	37,41	4,17	27,0	48,0	36,99	3,38	29,0	46,0
Prot	13,64	1,76	10,5	17,2	12,76	1,30	10,1	15,4
RHarina	70,5	1,82	66,3	74,0	70,20	1,81	65,9	73,7
Gluten	33,05	6,73	20,1	49,9	30,22	4,61	19,3	41,7
W	396,92	87,11	206	592	325,06	76,87	188	557
P/L	1,97	1,16	0,567	6,82	1,84	1,06	0,47	4,67
P/G	6,93	2,71	1,73	16,1	6,44	2,55	2,55	13,70
VPan	714,18	105,33	515	1005	688,12	82,95	475	880

Posteriormente, se hizo un análisis de correlación entre las variables consideradas encontrándose una correlación significativa entre las de calidad industrial, y una correlación no significativa para las variables de calidad comercial, peso hectolítrico y peso de mil granos con las variables de calidad industrial. Se encontró una correlación significativa entre la variable proteína en grano y el contenido de gluten ($P < 0,001$ R^2 90%), significativa entre proteína del grano y el valor W del alveograma ($P < 0,001$ R^2 57%), y también significativa entre proteína en grano y volumen de pan ($P < 0,001$ R^2 32%).

El análisis de varianza para cada variable considerando como fuente de variación el ambiente (localidad y año) y el grupo de calidad, mostró en todos los casos que el ambiente resultó altamente significativo, y también resultó significativo el grupo de calidad en la mayoría de las variables de calidad industrial. La interacción grupo de calidad – ambiente fue altamente significativa sólo para W pero sin cambio de orden (Cuadro 2).

Para analizar los aportes de cada variedad a la interacción genotipo – ambiente se utilizó el modelo de Shukla (1972). Considerando la variable proteína se destacaron Buck Brasil y Klein Proteo con los mayores promedios y con mayor aporte a la interacción, mientras que Klein Sagitario mostró una correlación negativa con Buck Brasil. Similar comportamiento presentaron Buck Brasil y Klein Proteo para la variable W del alveograma y también para el volumen de pan, en este último caso, seguidos por ProINTA Gaucho y Buck Arriero

Cuadro 2. Análisis de varianza comparando grupo de calidad 1 y 2. GC, grupos de calidad; **, diferencias significativas; ns, diferencias no significativas.

Fuente de Variación	Rend	PHect	PMG	Proteína	RHarina	Gluten	W	P/G	P/L	VPan
Ambiente	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
GC	ns	ns	ns	**	$P < 0,07$	**	**	$P < 0,03$	ns	**
Amb x GC	ns	ns	ns	$P < 0,07$	ns	ns	**	ns	ns	$P < 0,06$

BIBLIOGRAFIA

Butow B, Ma W, Gale K, Cornisa G, Rampling L, Larroque O, Morell M K, Bekes. 2003. Molecular discrimination of Bx7 alleles demonstrates that a highly expressed high-molecular-weight glutenin allele has a major impact on wheat flour dough strength. *Theor Appl Genet* 107 pp 1524-1532.

- Pflüger L A, Sestili F, Plante E, Margiotta B, Lafiandra D. 2005. Abstracts 7 International Wheat Conference, Mar del Plata – Argentina, pp 276.
- Uauy C, Distelfeld A, Fahima T, Blechl A, Dubcovsky J. 2006. A NAC gene regulating Senescent improves grain protein, zinc, and iron content in Wheat. SCIENCE vol 314 pp 1298-1301.
- Beninati N F and Busch R H. 1992. Grain protein inheritance and nitrogen uptake and redistribution in a spring wheat cross. Crop Sci 32 pp 1471-1475.
- Shukla G K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype – environmental components of variability. Heredity 23 pp 237-245.
- Polidoro O et al. Proyecto INTA 520-204 'Generación de Información para el desarrollo de protocolos de producción diferenciada y certificada de cereales'.
- Abbate E P. 1995. Absorción y removilización de nitrógeno como determinantes del contenido proteico del grano de trigo. Actas del 1º Congreso Regional de Trigo, Tres arroyos, abril de 1995.