

Palabras del Ing. Agr. Enrique Y. Suárez en nombre de los recipiendarios del Premio "Molinos Bruning 1996" * al trabajo titulado

Determinantes Genéticos de la Calidad Panadera de los Trigos Argentinos

El grupo que represento desea agradecer a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, así como a Molinos Bruning, este importante premio a la ciencia argentina; en este caso referido al aspecto de la Calidad Panadera del Trigo.

Deseamos además destacar, la importancia de estos reconocimientos a la labor científica, en un ambiente donde otras actividades no creativas ni trascendentes, tienen hoy tanta difusión y recompensa, como podemos ver diariamente.

En cuanto al tema motivo de este premio, creemos que el mismo ha constituido una excelente elección, muy oportuna e importante, para el momento que vive nuestro país, ante los dinámicos cambios internacionales de los mercados.

El desarrollo del presente trabajo, comenzó unos 10 años atrás, si es que se puede establecer un inicio en una investigación científica. Como ocurre a menudo en ciencia, los cruzamientos iniciales, que dieran origen a una parte de los resultados, no fueron realizados para investigar calidad panadera en trigo, aunque estos fueron rápidamente aprovechados para continuar los desarrollos en este sentido.

RESUMEN

Las gluteninas de alto (HMW-GS) y bajo (LMW-GS) peso molecular son las proteínas de reserva más importantes en la determinación de la calidad panadera del trigo y su caracterización es indispensable para una eficiente manipulación de la calidad durante el mejoramiento. En este trabajo se determinó la composición de HMW-GS mediante SDS-PAGE y marcadores moleculares en 112 cultivares argentinos y se calculó el índice de calidad GLU-1. Se encontró una alta frecuencia de los alelos con índice máximo en las HMW-GS de los loci *Glu-A1* (96%), *Glu-B1* (72%), y *Glu-D1* (88%) lo que determinó que el 63 % de los cultivares estudiados presenten una composición óptima de HMW-GS (GLU-1= 10). La correlación positiva entre el índice GLU-1 y la calidad panadera en tres subconjuntos de cultivares argentinos confirmaron el valor predictivo de este índice. Sin embargo, el bajo porcentaje de variación en calidad explicado por las HMW-GS mostró la necesidad de incluir otros factores genéticos para una eficiente manipulación de la calidad panadera. Con este fin se describió la composición de LMW-GS para los mismos cultivares mediante el uso

* Jorge Dubcovsky,¹ L. Bullrich,¹ M. Echaide,¹ A.R. Schiatter,¹ M. Manifesto,² G. Tranquilli,¹ L. Pfluger,¹ S. Feingold,² A. J. Bameix,³ E. H. Hopp,² E. Y. Suárez.¹

1- Instituto de Recursos Biológicos - CIRN, INTA, Villa Udaondo, 1712 Castelar, Bs. As.

2- Instituto de Biotecnología - CICV, INTA, Castelar.

3- CYBYF. Facultad de Agronomía -UBA, Avda. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires.

de microsatélites. Se observaron 11 alelos diferentes para las LMW-GS del cromosoma 1AS y 10 alelos para las glíadinas del cromosoma 1BS estrechamente ligadas a las LMW-GS del mismo cromosoma. Estudios en dos poblaciones segregantes demostraron un efecto significativo de los alelos de LMW-GS del cromosoma 1B sobre la calidad panadera. Se estudió además el efecto de la eliminación de las LMW-GS del cromosoma 1B y la incorporación de secalinas en materiales con la

translocación de centeno 1BL/1RS. Estudios comparativos entre cultivares argentinos con y sin la translocación 1BL/1RS y entre líneas isogénicas con y sin la translocación demostraron el efecto negativo de esta translocación sobre los parámetros de calidad panadera analizados. Se presentan en este trabajo nuevas herramientas y estrategias que permitirán una adecuada manipulación de los determinantes genéticos de la calidad panadera de los trigos argentinos.

INTRODUCCION

La calidad panadera del trigo está determinada tanto por factores ambientales (pre y post cosecha) como por factores intrínsecos del cultivar relacionados principalmente con la cantidad y composición de las proteínas de reserva¹. Las gliadinas y gluteninas son las proteínas de reserva más importantes en la determinación de la calidad panadera debido a que son las responsables de las propiedades viscoelásticas de la masa. Las gliadinas son proteínas monoméricas mientras que las gluteninas son proteínas poliméricas de alto peso molecular cuyos componentes polipeptídicos se hallan ligados entre sí mediante enlaces disulfuro. Esta estructura polimérica es responsable de la capacidad de retención de CO₂ de la masa y en consecuencia del marcado efecto de las gluteninas sobre la calidad panadera².

Las gluteninas se han dividido de acuerdo a su movilidad en geles de poliacrilamida con dodecil sulfato de sodio (SDS-PAGE) en gluteninas de alto peso molecular (HMW-GS high-molecular-weight glutenin subunits) y gluteninas de bajo peso molecular

(LMW-GS low-molecular-weight glutenin subunits). Las HMW-GS se hallan codificadas por los loci *Glu-A1*, *Glu-B1*, y *Glu-D1* localizados en el brazo largo de los cromosomas 1A, 1B y 1D (10 a 30 cM del centrómero) y las LMW-GS por los loci *Glu-A3*, *Glu-B3*, y *Glu-D3* localizados en la región distal de los brazos cortos de los mismos cromosomas (Fig. 1)³⁻⁸.

La correlación entre HMW-GS específicas y la calidad panadera ha sido estudiada extensamente en numerosas colecciones de cultivares provenientes de diferentes regiones, en la progenie de cruzamientos entre cultivares y en líneas isogénicas^{2,9,10}. A partir de la suma de valores asignados a los alelos presentes en los *Glu-A1*, *Glu-B1* y *Glu-D1* se estableció el índice de calidad panadera GLU-1⁹. Aunque el valor relativo asignado a los diferentes alelos de HMW-GS se ha verificado en numerosos estudios, la variación alélica conjunta en *Glu-A1*, *Glu-B1* y *Glu-D1* explica en muchos casos menos del 50% de la variación observada en la calidad panadera¹⁰. En un conjunto de 20 cultivares argentinos la relación observada entre la composición de

subunidades en las HMW-GS y la calidad panadera coincidió por lo general con lo indicado por la literatura¹¹ aunque se detectaron numerosas excepciones¹².

Estudios más recientes entre los que se incluye el trabajo aquí presentado, han mostrado que una parte sustancial de la variación no explicada por las HMW-GS se halla determinada por las LMW-GS. Si bien estas proteínas son de 2 a 4 veces más abundantes que las HMW-GS, es difícil establecer correlaciones entre las LMW-GS y los parámetros de calidad panadera debido a los patrones complejos que se observan en SDS-PAGE.

Procedimientos simplificados para estudiar estas subunidades^{13,14} demostraron que la variación alélica en los loci de LMW-GS puede tener efectos sobre la calidad similares a los de las HMW-GS^{15,19}. El estrecho ligamiento genético que existe entre los loci de gliadinas Gli-1 y LMW-GS Glu-3 (Fig. 1) determina que los loci de gliadinas también se encuentren correlacionados con parámetros de calidad^{3,8,20}. Sin embargo, los estudios en que se separaron por recombinación los efectos de gliadinas y LMW-GS demostraron que estas últimas son las responsables de la asociación con factores de calidad panadera.^{4, 21}

Loci de proteínas de reserva

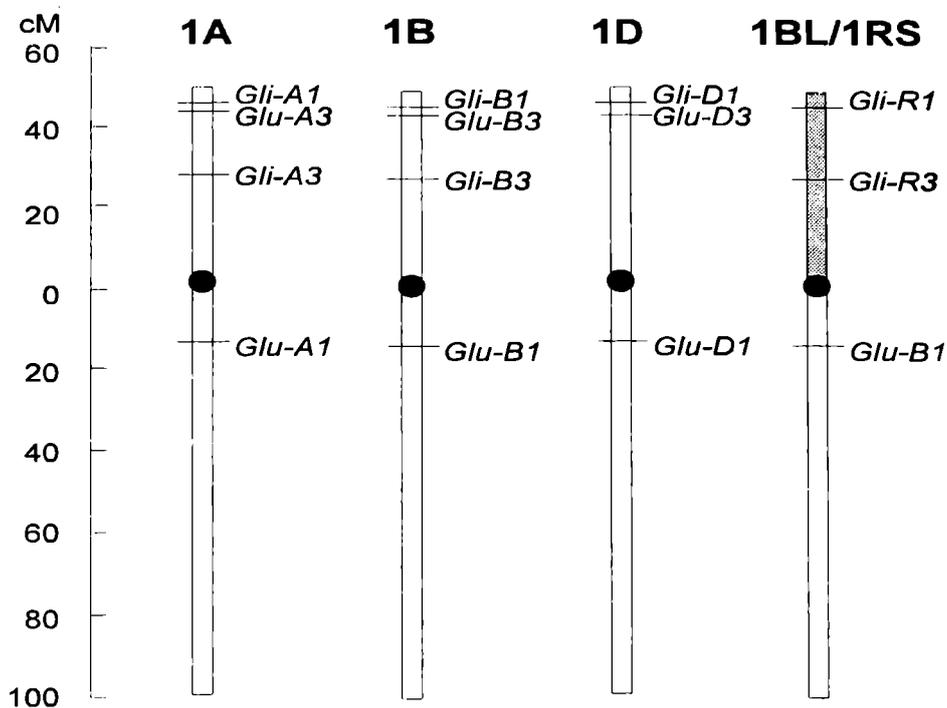


Figura 1. Loci de proteínas de reserva. Las distancias entre loci son un promedio de las obtenidas en el cruzamiento Chinese Spring x Klein 32 y las publicadas por otros autores^{7,8,22-24}

Particularmente importantes para la calidad panadera son las LMW-GS codificadas por *Glu-B3* en el brazocorto del cromosoma 1B²⁵. Cuando el brazo 1BS de trigo es reemplazado por el brazo 1RS de centeno (translocación 1BL/1RS) las LMW-GS de locus *Glu-B3* son reemplazadas por secalinas (Fig. 1) afectando negativamente la calidad panadera²⁶⁻³². Sin embargo, se ha observado una variación considerable en la magnitud de estos efectos negativos sobre la calidad asociada a diferencias entre genotipos para los restantes alelos de proteínas de reserva^{29,32,33}. La mayoría de los trabajos sobre el efecto de la translocación 1BL/1RS en la calidad panadera se basan en la comparación entre líneas o cultivares con y sin la translocación y por lo tanto no pueden discriminar entre el efecto de la translocación y el del fondo genético. Una adecuada estimación del efecto de la translocación

1BL/1RS en la calidad panadera de los trigos argentinos es de particular importancia dada la alta proporción de cultivares con la translocación 1BL/1RS entre los más difundidos en la década del '90.

La calidad panadera de los trigos argentinos ha sido tradicionalmente buena, pero a partir de la década del '70 con la incorporación del germoplasma mejicano y el aumento de rendimiento se comenzó a producir una paulatina disminución de dicha calidad. Para aprovechar la variabilidad genética en calidad panadera presente en el germoplasma argentino tradicional es necesario una eficiente manipulación de los determinantes genéticos de esta calidad en los programas de mejoramiento. En este trabajo se describe la constitución alélica de las HMW-GS y las LMW-GS en los cultivares argentinos y el efecto de diferentes combinaciones alélicas sobre los distintos

parámetros de calidad panadera. Se establece además la distribución de la translocación 1BL/1RS entre los cultivares locales y el efecto de la misma sobre la calidad mediante el uso de líneas isogénicas.

Es un supuesto básico de este trabajo que el incremento estable de la calidad panadera de los trigos argenti-

nos sólo será posible con un adecuado conocimiento de las bases genéticas de la calidad. Es por ello que este trabajo se ha centrado en el desarrollo de nuevas herramientas y estrategias que permitan una adecuada manipulación de los determinantes genéticos de la calidad panadera de los trigos argentinos.

CONCLUSIONES

1 - Una alta proporción de cultivares argentinos presentan una composición de HMW-GS óptima.

2 - La presencia de los alelos de HMW-GS 1 y 2* en *Glu-A1*, 7+8 ó 17+18 ó 13+16 en *Glu-B1* y 5+10 en *Glu-D1* es necesaria pero no suficiente para determinar una alta calidad panadera en los cultivares argentinos.

3 - La detección de alelos de HMW-GS mediante RFLP se presenta como una metodología adicional para la manipulación de estos alelos durante los programas de mejoramiento.

4 - La manipulación de los loci *Gli-B1* / *Glu-B3* puede contribuir a incrementar la calidad panadera como lo demuestra el efecto significativo de los alelos de Klein 32 y Cheyenne.

5 - Existe una amplia diversidad alélica que puede ser eficientemente caracterizada mediante el uso de

microsatélites localizados dentro de los loci codificantes para proteínas de reserva.

6 - La presencia de la translocación de centeno 1BL/1RS produce un efecto negativo sobre todos los parámetros de calidad en los cultivares argentinos.

7 - Los nuevos conocimientos sobre el efecto de diferentes variantes genéticas de proteínas de reserva sobre la calidad panadera unidos a la disponibilidad de nuevas tecnologías de marcadores moleculares para manipular dichas variantes, tienen el potencial necesario para acelerar el mejoramiento de la calidad panadera de los cultivares argentinos.

Nuevamente agradezco en nombre de todos los integrantes de este equipo de trabajo la distinción de que hemos sido objeto y espero y deseo que podamos seguir siendo merecedores de vuestra confianza.

REFERENCIAS

- (1) Finney, K. F.; Yamazaki, W. T.; Youngs, V. L.; Rubenthaler, G.L. In *Wheat and wheat improvement*; E. G. Heyne, Ed.; American Society of Agronomy, Inc.: Madison, Wisconsin, USA., 1987; Vol. 13; pp 677.
- (2) Schofield, J. D. In *Wheat. Production, properties and quality*; W. Bushk and V. F. Rasper, Ed.; Blakie Academic and Professional, Chapman & Hall: Glasgow, UK, 1994; pp 73.
- (3) Singh, N. K.; Shepherd, K. W. *Theoretical and Applied genetics* **1988**, 75, 628.
- (4) Pogna, N. E.; Autran, J.-C.; Mellini, G.; Lafiandra, D.; Feillet, P. J. *Cereal Sci.* **1990**, 11,15.
- (5) Ruiz, M.; Carrillo. R. M. *Theoretical and Applied Genetics* **1993**, 87, 353.
- (6) Gale, M. D.; Atkinson. M.D.; Chinoy. C.N.; Harcourt, R.L.; Jia, J.; Li, Q. Y.; Devos, K. M. In *Proceedings 8th International Wheat Genetic Symposium*, China Agricultural Sciencetech Press: Beijin, 1995; pp 29.
- (7) Dubcovsky, J.; Luo, M.-C.; Dvorak. J. *Proceedings of National Academy of Sciences* **1995**, 92, 6645.
- (8) Dubcovsky, J.; Dvorak, J. *Genetics* **1995**, in press.
- (9) Payne, P. I. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **1987**, 38, 141.
- (10) Weegels, P. L.; Hamer, R. J.; Schofield, J. D. *Journal of Cereal Science* **1996**, 23, 1.
- (11) Payne, P. I.; Nightingale, M.; Krattiger, A.; Holt, L. *Journal of Science for Food and Agriculture* **1987**, 40, 51.
- (12) Lúquez, J. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* **1995**, 71, 53.
- (13) Singh, N. K.; Shepherd, K. W.; Cornish, G.B. J. *Cereal Sci* **1991**, 14, 203.
- (14) Gupta, R. B.; MacRitchie, F. *Journal of Cereal Science* **1991**, 14, 105.
- (15) Gupta, R. B.; Bekes, F.; Wrigley, C. W. *Cereal Chemistry* **1991**, 68, 328.
- (16) Khelifi, D.; Branlard, G. *Journal of Cereal Science* **1992**, 16, 195.
- (17) Gupta, R. B.; MacRitchie, F. *Journal of Cereal Science* **1994**, 19, 19.
- (18) Gupta, R. B.; Paul, J. G.; Cornish, G. B.; Palmer, G. A.; Bekes, F.; Rathjen, A. J. *Journal of Cereal Science* **1994**, 19, 9.

- (19) Pogna, N. E.; Redaelli, R.; Dachkevitch, T.; Curioni, A.; Dal Belin Peruffo, A. In *Wheat. Production, properties and quality*, W. Bushuk and V. F. Rasper, Ed.; Blakie Academic and Professional, Chapman & Hall: Glasgow, UK, 1994; pp 128.
- (20) Jacson, E. A.; Holt, L. M.; Payne, P. I. *Theoretical and Applied Genetics* 1983, 66, 29.
- (21) Metakovsky, E. V.; Wrigley, C. W.; Bekes, F.; Gupta, R. B. *Aust. J. Agric. Res.* 1990, 41, 289.
- (22) Carrillo, J. M.; Vázquez, J. F.; Orellana, J. *Theoretical and Applied Genetics* 1992, 84, 237.
- (23) Dubcovsky, J.; Luo, M.-C.; Zhong, G.; Bransteiter, R.; Desai, A.; Kilian, A.; Kleinhofs, A.; Dvorak, J. *Genetics* 1996, *in press*,
- (24) Van Deynze, A. E.; Dubcovsky, J.; Gill, K. S.; Nelson, J. C.; Sorrells, M. E.; Dvorak, J.; Gill, B. S.; Lagudah, E. S.; McCouch, S. R.; Appels, R. *Genome* 1995, 38, 45.
- (25) Gupta, R. B.; Shepherd, K. W. *Theoretical and Applied Genetics* 1990, 80, 65.
- (26) Martín, D. J.; Stewaet, B. G. *Euphytica* 1986, 35, 225.
- (27) Dhaliwal, A. S.; Mares, D. J.; Marshall, D. R. *Cereal Chemistry* 1987, 64, 72.
- (28) Dhaliwal, A. S.; MacRitchie, F. *Journal of Cereal Science* 1990, 12, 113.
- (29) Graybosch, R. A.; Peterson, C. J.; Hansen, L. E.; Mattern, P. J. *Cereal Chemistry* 1990, 67, 342.
- (30) Graybosch, R. A.; Peterson, C. J.; Hansen, L. E.; Worrall, D.; Shelton, D. R.; Lukaszewski, A. *Journal of Cereal Science* 1993, 17, 95.
- (31) Fenn, D.; Lukow, O. M.; Bushuk, W.; Depauw, E. M. *Cereal Chemistry* 1994, 71, 189.
- (32) Lee, J. H.; Graybosch, R. A.; Peterson, C. J. *Theoretical and Applied Genetics* 1995, 90, 105.
- (33) Pena, R. J.; Amaya, A.; Rajaram, S.; Mujeeb-Kazi, A. *Journal of Cereal Science* 1990, 12, 105.