

NOTA CIENTÍFICA

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y DE CALIDAD DE VARIEDADES DE TRIGO CHILENAS SEMBRADAS EN EL NOROESTE DEL PACÍFICO, ESTADOS UNIDOS¹

Agronomic and quality performance of Chilean wheat cultivars grown in the Pacific Northwest, USA

Claudio Jobet F.² y Warren Kronstad³

ABSTRACT

Five bread wheat cultivars were selected for this study representing three diverse sources of genetic materials differing in growth habits, agronomic and quality traits. The main objective was to determine how these different gene pools responded when grown in similar environments. Wheat cultivars from Kansas, Oregon and Chile were evaluated under the environmental conditions of the Pacific Northwest (Corvallis, Oregon, 44° 30' N, 123° 30' W). Significant differences between cultivars were observed for heading date, plant height, kernel weight, and grain yield, but not for harvest index. In general, Chilean materials reached maturity later but yielded more than the other wheat. For quality traits (kernel weight, grain hardness, sedimentation volume, and grain protein), the Kansas wheat was superior to Chilean cultivars.

Key words: *Triticum aestivum* L., agronomic traits, breadmaking quality, grain yield.

INTRODUCCIÓN

La Región Noroeste del Pacífico de Estados Unidos, conformada por los Estados de Oregon, Washington y Idaho, es extremadamente diversa en cuanto a altitud, precipitaciones y temperaturas; predomina una agricultura extensiva destacándose la producción de cereales, siendo el trigo uno de los cultivos importantes, tanto por la superficie anual de siembra como por ser un producto de exportación, destinado principalmente a mercados del Continente Asiático, espe-

cíficamente Japón y Korea. La principal región productora de trigo de invierno en el Estado de Oregon se encuentra en el sector noroeste, ocupando una tercera parte del mismo, lo que involucra un área cercana a las 400.000 hectáreas, aportando importantes recursos que alcanzan montos promedios anuales de aproximadamente 200 millones de dólares (OWC, 1993).

De acuerdo con Karow (1993), aunque mayoritariamente el trigo sembrado corresponde al tipo *Triticum aestivum*, un pequeño porcentaje del área destinada a trigo de invierno se dedica a la producción de trigos compactos (*Triticum compactum*). Este tipo de trigo tiene buena adaptación en la parte norte de Oregon, donde existen bajas precipitaciones, y por tanto los problemas de sequía y falta de agua son muy comunes. También es posible encontrar un

¹Recepción de originales: 8 de mayo de 1999 (reenviado).

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Casilla 58-D, Temuco, Chile. E-mail: cjobet@carillanca.inia.cl.

³Oregon State University, Crop Science Building, P.O. Box 97331-3002, Corvallis, Oregon, USA. E-mail: WarrenE.Kronstad@orst.edu.

pequeño porcentaje de trigo duro (*Triticum durum*) de invierno, y en menor proporción, trigos de primavera; estos últimos deben tener un alto contenido de proteínas, buena fuerza de gluten, y propiedades balanceadas de molienda y horneado, ya que su materia prima es utilizada internamente para la elaboración de pan.

Los cultivares que han sido desarrollados en esta región (Kronstad, 1995, comunicación personal), no se destacan por sus potenciales de rendimientos, sin embargo, son trigos blandos de calidad exigida por el mercado japonés, destinándose principalmente para repostería, fideos y para un cierto tipo de tortas. Para satisfacer las normas de calidad deben presentar bajo contenido en proteínas y gluten, un alto rendimiento en harina, buena textura y viscosidad de masa.

El Proyecto de Fitomejoramiento de Trigos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), mantiene una gran actividad internacional, recibiendo colaboración de distintos países o cooperando con acciones a nivel internacional,

destinadas a promover el avance en el campo del mejoramiento. En este contexto, las actividades colaborativas con la Universidad Estatal de Oregon se han enmarcado en una constante intercambio de información y de materiales experimentales, desde 1973 a la fecha, donde se han evaluado líneas avanzadas y material segregante.

Considerando que los materiales chilenos creados por el Proyecto de Fitomejoramiento de Trigo INIA, del Centro Regional de Investigación Carillanca, ubicado en Temuco, han sido seleccionados bajo condiciones ambientales similares a las que se encuentran en el estado de Oregon, y que se han destacado por su potencial de rendimiento y tipo agronómico, se estableció un ensayo para evaluar su comportamiento en la costa del Pacífico de Estados Unidos, en una localidad muy semejante al sur de Chile (Cuadro 1), con el objetivo de estudiar la factibilidad de incorporar futuros progenitores al pool genético del Programa de Fitomejoramiento de la Universidad del Estado de Oregon.

Cuadro 1. Resumen de las condiciones meteorológicas imperantes de Corvallis, Oregon, USA., y el sur de Chile. 1994/95

Table 1. Summary of meteorological data for Corvallis, Oregon, USA, and Southern Chile. 1994/95

Estación	Temperatura promedio (°C)			Precipitación mm	Evaporación mm
	Máxima	Mínima	Promedio		
Corvallis¹					
Otoño	17,7	4,9	10,2	349	202,0
Invierno	10,1	4,2	4,4	516	—
Primavera	16,5	4,8	11,2	301	205,7
Verano	24,8	11,0	18,0	94	508,0
Temuco²					
Otoño	17,3	2,8	12,2	221	158,6
Invierno	12,3	0,4	7,9	566	39,3
Primavera	20,6	3,6	11,5	377	239,6
Verano	24,0	7,7	15,3	146	514,5

¹Observaciones procedentes del Laboratorio del Centro Experimental Hyslop Farm (1994/95). 44° 30' L, 123° 30' W.

²Observaciones tomadas de la Estación Climatológica Carillanca (1994/95) 38° 41' Lat. Sur, 72° 25' Long. O.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cinco cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) fueron seleccionados para esta investigación, representando tres diversas fuentes de material genético, los cuales difieren en hábito de crecimiento, características agronómicas, calidad industrial y potencial de rendimiento. El material consistió en un cultivar desarrollado por la Universidad Estatal de Kansas (Karl); un cultivar de invierno (Kona-INIA), un cultivar de primavera (Dalcahue-INIA), una línea avanzada alternativa (Temu-2058-89) desarrolladas por el Proyecto de Fitomejoramiento de Trigo del Centro de Investigación Regional Carillanca perteneciente al INIA (38° 41' Lat. Sur y 72° 25' Long. O.), y el cultivar Stephens, creado por la Universidad Estatal de Oregon.

El cultivar de Kansas fue seleccionado por su muy buena calidad molinera y panadera y por ser un trigo ampliamente sembrado en las Grandes Planicies de Estados Unidos (Kansas, Oklahoma, Nebraska), en tanto que los trigos chilenos fueron seleccionados por sus características agronómicas, hábito de crecimiento y potencial de rendimiento. El cultivar Stephens fue seleccionado como testigo local, ya que es uno de los trigos más sembrados, tanto por los agricultores del Estado de Oregon como por los del Estado de Washington.

Los ensayos se sembraron el 18 y 25 de octubre de 1993 y 1994, respectivamente, en la Estación Experimental Hyslop, perteneciente a la Universidad Estatal de Oregon, cerca de Corvallis, (44° 30' N, 123° 30' W), EUA. Se sembraron en parcelas de seis surcos, de 5 m cada una, separados a 0,30 m; se cosecharon los tres surcos centrales de cada una. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones.

Antes de la siembra se incorporaron 20 kg ha⁻¹ de nitrógeno (urea), 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio, y 60 kg ha⁻¹ de fósforo. Un total de 55 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 10 kg ha⁻¹ de azufre fue-

ron aplicados como amonio nitrato-sulfato en el estado de macolla (22-24 escala de Zadoks). Las malezas fueron controladas con Diuron (diclofenil), y Finesse (clorosulfuron), y las plantas fueron protegidas de enfermedades foliares con tres aplicaciones de Tilt (propiconazole). Los experimentos se cosecharon el 08 y 19 de julio, de 1994 y 1995, respectivamente.

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

- a) Fecha de espigadura: correspondió al número de días transcurridos desde que el 90% de las plántulas de cada parcela estuvieron emergidas hasta que el 50% de la misma estuvo espigada.
- b) Altura de planta: medida desde la base del suelo hasta el ápice de cada espiga, sin considerar las aristas, expresada en centímetros.
- c) Índice de cosecha: se obtuvo a partir de la relación de biomasa por parcela y rendimiento en granos, expresado en porcentaje.
- d) Rendimiento en granos: se calculó trillando los tres surcos centrales de cada parcela expresando los resultados en kg ha⁻¹.
- e) Peso de granos: se pesaron cinco muestras de 300 granos por parcela, obteniendo el valor promedio en gramos.

Veinte gramos de cada parcela fueron molidos en un molino Udy de 0,1 mm. La harina producida fue utilizada para determinar dureza del grano y contenido de proteínas por medio de la técnica espectroscópica de reflexión infrarroja (NIR). El valor de sedimentación fue medido utilizando la metodología propuesta por Axford *et al.* (1978) y modificada por Dick y Quik (1983). Se realizó un análisis de la varianza con el fin de detectar diferencias entre los diferentes cultivares para cada parámetro, y las diferencias entre medias fueron analizadas con el test de comparación de medias (LSD).

Considerando que las respuestas de los cultivares, para cada uno de los caracteres evaluados, fueron similares para ambas temporadas en las que se desarrollaron los experimentos, para efectos del presente trabajo sólo se consideraron los resultados obtenidos durante la temporada 1994-95.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedios para las características agronómicas (fecha de espigadura, altura planta, índice cosecha y rendimiento en grano) y de calidad (peso de grano, dureza de grano, contenido de proteínas y valor de sedimentación) se presentan en el Cuadro 2 y 3, respectivamente. Diferencias significativas para fecha de espigadura fueron encontradas entre los cultivares analizados. Kona-INIA fue el más tardío en espigar, con 218 días, mientras que Karl fue el más precoz, con 197 días. Del mismo modo, Kona-INIA y Dalcahue-INIA fueron los cultivares que alcanzaron las mayores alturas, mientras que Karl fue el más bajo, no superando los 95 cm en promedio. No se encontraron diferencias

significativas entre los materiales analizados para índice de cosecha, posiblemente debido a una falta de humedad en primavera que afectó el desarrollo de los cultivares, lo cual se refleja en el alto coeficiente de variación obtenido (19,99%). Para dureza de grano, Dalcahue-INIA obtuvo el valor significativamente más alto (61,4), seguido por Karl, cuya dureza observada estableció niveles de 52,2. La línea avanzada Temu-2058-89 presentó el grano más blando, con un valor de 32,6. Cuando se consideró el valor promedio para sedimentación, Karl presentó significativamente el más alto (> 6 mL), seguido por Kona-INIA (4,4 mL). El valor más bajo fue observado en la línea Temu-2058-89 (2,6 mL). Para contenido de proteína en el grano, el cultivar procedente de Kansas fue claramente superior, superando el 12%, mientras que los cultivares chilenos presentaron contenidos proteicos menores al 10,7%. Dentro del pool genético chileno no se observaron diferencias para este carácter. Los materiales chilenos superaron significativamente en rendimiento a los cultivares de Kansas y de Oregon, situación que fue observada en el ensayo realizado en la temporada anterior.

Cuadro 2. Comparación de medias para días a espigadura, índice de cosecha, altura de planta y rendimiento en granos para cultivares de trigo sembrados en Corvallis, Oregon. 1994/95

Table 2. Comparison of the means for heading date, harvest index, plant height and grain yield for wheat cultivars grown in Corvallis, Oregon. 1994/95

Cultivares	Días a espigadura (días)	Índice de cosecha (%)	Altura de planta (cm)	Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹)
Kona-INIA	218,33 a*	30,87	106,60 b	5.220 a
Temu-2058-89	201,33 c	30,33	97,67 a	5.150 a
Dalcahue-INIA	203,33 b	27,07	103,30 b	5.256 a
Karl	196,67 d	28,83	95,00 a	3.838 b
Stephens	204,56 b	23,83	99,60 a	4.300 b
CV (%)	0,33	19,99	2,16	15,84
Promedio	204,84	28,18	100,43	4.753

*Valores con la misma letra no difieren significativamente al 0,05% (LSD).

CV: Coeficiente de variación.

Cuadro 3. Comparación de medias para peso de grano, dureza de grano, valor de sedimentación y proteína del grano para cultivares de trigo sembrados en Corvallis, Oregon. 1994/95**Table 3. Comparison of the means for kernel weight, grain hardness, sedimentation volume, and grain protein for wheat cultivars grown in Corvallis, Oregon. 1994/95**

Cultivares	Peso de 300 granos (g)	Dureza de granos (NIR) ¹	Cifra de sedimentación (mL)	Proteína del grano (%)
Kona-INIA	12,49 b*	40,43 bc	4,37 b	10,30 b
Temu-2058-89	13,83 a	32,57 c	2,57 d	10,20 b
Dalcahue-INIA	12,80 b	61,43 a	3,80 c	10,70 b
Karl	12,27 b	52,23 ab	6,30 a	12,23 a
Stephens	12,37 b	44,34 b	3,68 c	9,57 b
CV ² (%)	2,39	14,83	5,02	2,50
Promedio	12,73	46,20	4,14	10,60

*Valores con la misma letra no difieren significativamente al 0,05% (LSD).

¹Espectroscopía de reflexión infrarroja.

²Coefficiente de variación.

En general, los cultivares chilenos fueron más tardíos en espigar y superiores en rendimiento en grano, pero inferiores en términos de calidad que Karl. Los valores del coeficiente de variación (CV) presentados para índice de cosecha, dureza de granos y rendimiento en granos, sugieren la existencia de considerable variación ambiental. Para dureza de grano, CV similares a los obtenidos fueron observados por Sampson *et al.* (1983). Esto se puede explicar, según Albahouh (1992), debido a que la precisión del NIR puede no ser la más adecuada, y que el molino Udy puede también contribuir a esta variación. Por otra parte, los altos CV para índice

de cosecha y rendimiento son los esperados, debido a que estos parámetros son a menudo afectados por las influencias ambientales.

Finalmente, cabe destacar que los materiales chilenos a pesar de no alcanzar potenciales productivos mayores, los que estuvieron limitados por condiciones de bajas temperaturas durante la emergencia y una fuerte sequía en primavera, mostraron interesantes condiciones agronómicas que los destacaron y por tanto pueden considerarse como una alternativa para ser utilizados como fuentes progenitoras en el desarrollo de futuros cultivares para la zona estudiada.

RESUMEN

Cinco cultivares de trigo de pan fueron seleccionados en el presente estudio, los cuales representaban diferentes fuentes de variación genética, los cuales se diferenciaron por hábito de crecimiento, características agronómicas y de calidad. El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de diferentes fuentes de germoplas-

ma cuando son sembrados en condiciones ambientales similares. Trigos provenientes de Estados Unidos (Kansas y Oregon) y de Chile fueron evaluados bajo la condición ambiental del noroeste del Pacífico en los Estados Unidos (Corvallis, Oregon, 44° 30' N, 123° 30' W). Los resultados mostraron diferencias significativas para

fecha de espigadura, altura de planta, peso de grano y rendimiento en grano. No se observaron diferencias para índice de cosecha. Los materiales chilenos fueron más tardíos en espigar y superiores en rendimiento. Para parámetros de calidad (peso de grano, dureza de grano, volumen

de sedimentación y proteína del grano), el trigo de Kansas fue superior a los trigos chilenos.

Palabras claves: *Triticum aestivum* L., parámetros agronómicos, calidad molinera y panadera, rendimiento en grano.

LITERATURA CITADA

- ALBAHOUEH, M. 1992. Genetic variability for kernel hardness in two soft white winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Master of Science Thesis. Corvallis, Oregon, USA. Oregon State University. 67 p.
- AXFORD, D.; MCDERMOTT, C. AND REDMAN, D. 1978. Small scale tests of breadmaking quality. Milling Feed and Fertilizer 66 :18-20.
- DICK, J. AND QUICK, J. 1983. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early generation durum breeding lines. Cereal Chem. 60: 315-318.
- KAROW, R. 1993. Winter Wheat Varieties for 1993. Special Report 775. Oregon State University. Department of Crop and Soil Science. Corvallis, Oregon, USA. 8 p.
- OWC. 1993. Oregon Wheat History, Production, Export. Oregon Wheat Commission (OWC). Portland, Oregon, USA. 24 p.
- SAMPSON, D.; FLYNN, D. AND JUI, P. 1983. Genetic studies on kernel hardness in wheat using grinding time and near infrared reflectance spectroscopy. Can. J. Plant Sci. 63: 825-832.
- ZADOKS, J.; CHANG, T. AND KONZAK, C. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415-421.