

Selección de genotipos de trigo para doble propósito. Requerimientos de vernalización

Selection of double purpose wheat genotypes. Vernalization requirements

Morant AE, HD Merchán, EE Lutz

Resumen. El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar genotipos de trigo por sus requerimientos de frío para diferenciación, y su relación con el momento de floración, con fines de establecer un ideotipo para doble propósito. Semillas de ocho genotipos (cultivares y líneas avanzadas) de trigo pan fueron sometidas a temperatura constante de 4 °C en cámara de germinación durante 8, 6, 4 y 2 semanas. Un tratamiento testigo se mantuvo a temperatura ambiente. Cuatro repeticiones de cada tratamiento se colocaron en invernáculo en macetas de 250 cc con 4 plántulas cada una, con riego y fotoperíodo natural, según un arreglo en bloques completos aleatorizados. La temperatura en el invernáculo fue de 20 °C constante y el fotoperíodo natural varió desde el momento del trasplante (22 de junio) hasta la floración, de 10:28 h a 12:57 h. Se midió la variable “días a floración” cuando la espiga del tallo principal de la primer planta de cada tratamiento alcanzó el estado de antesis. Se comprobó la existencia de variabilidad entre los genotipos analizados, en cuanto a sus requerimientos de bajas temperaturas para florecer, lo cual implicaría diferencias en su manejo agronómico para pastoreo. En los genotipos con respuesta más acentuada a vernalización (E3082, Longhorn, Super), aumentó significativamente el número de días necesarios para florecer entre los tratamientos de plena a ninguna satisfacción de requerimientos de frío. En el otro extremo, Charrúa y V223 mostraron poca o ninguna variación entre 8 y 0 semanas de frío. B1073, C2 y Karl mostraron alguna exigencia más (supuestamente fotoperiódica), con el aumento del número de días a floración, habiendo cubierto ampliamente sus demandas de bajas temperaturas. Medir únicamente la respuesta a vernalización no es suficiente como método de clasificación de variedades de trigo, cuando el propósito es obtener dos producciones (pasto y grano) sobre un mismo cultivo.

Palabras clave: Trigo doble propósito; *Triticum aestivum*; Vernalización.

Abstract. This study aimed to characterize wheat cultivars for their chilling requirements for differentiation and their relationship to flowering time, to establish a dual purpose ideotype. Seeds of eight genotypes (cultivars and advanced lines) of bread wheat were exposed to constant temperature (4 °C) in germination chambers for 8, 6, 4 and 2 weeks. A control treatment was kept at room temperature. Four replicates of each treatment were placed in the greenhouse in 250 cc pots containing 4 seedlings each, with irrigation and natural photoperiod, following a randomized complete block design. The greenhouse temperature was constant (20 °C) and the natural photoperiod ranged from the time of transplanting (22 June; 10:28 h) to flowering (12:57 h). We measured the variable “days to flowering” when the peg of the main stem of the first plant of each treatment reached the state of anthesis. We confirmed the existence of variability between genotypes in terms of their requirements for low temperatures to flowering, which would imply differences in its agricultural management for grazing. In genotypes with a more pronounced response to vernalization (E3082, Longhorn, Super), days to flowering increased significantly between treatments with none to total requirements of chilling. At the other extreme, V223 and Charrúa showed little or no response between 8 and 0 weeks of cold. B1073, C2 and Karl showed a greater demand (supposedly photoperiod) with increasing days to flowering after widely covering its low temperature demands. Measuring only the response to vernalization is not sufficient as a method for classifying wheat varieties when the purpose is to obtain two productions (grass and grain) on the same crop.

Keywords: Double purpose wheat; *Triticum aestivum*; Vernalization.

INTRODUCCIÓN

Adelantar la fecha de siembra en la mayoría de las variedades actuales de trigo para prolongar el período vegetativo de producción de biomasa con fines de pastoreo provocaría la temprana diferenciación del ápice, acortando dicho período e incrementando los riesgos de daño por defoliación y heladas. Lo que define la diferenciación del ápice es la respuesta del genotipo al fotoperíodo y a la satisfacción de sus requerimientos de frío.

Los genotipos actuales varían en sus requerimientos de frío. Temperaturas bajas durante los estados tempranos de crecimiento posibilitan el desarrollo en variedades con respuesta a vernalización, pero retrasan o no influyen el desarrollo en otras (Rahman, 1980; Davidson et al., 1985).

Una siembra temprana sin riesgo de diferenciación prematura del ápice implica disponer de genotipos con requerimientos de vernalización y sensibles al fotoperíodo. Esto significa que no diferenciarán sus ápices hasta que hayan estado sometidas a bajas temperaturas por cierto tiempo, y cuando espiguen en respuesta al fotoperíodo, las mismas ya no representarán un riesgo para las flores y/o granos en formación (Castillo, 2001; Whitechurch et al., 2007a y b).

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar genotipos según sus requerimientos de frío para la diferenciación del ápice, en relación con el momento de su floración, buscando establecer un ideotipo para doble propósito.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo con ocho genotipos (cultivares y líneas avanzadas) de trigo pan (*Triticum aestivum*) de distintos

orígenes: genotipos locales, norteamericanos y australianos (Tabla 1) que compartieron características de abundante producción forrajera (Morant et al., 2001).

Se sembraron semillas de cada uno de los genotipos en bandejas con recipientes alveolares (tipo "speedling"). Se utilizó tierra para macetas, y las semillas se dejaron humedecidas durante 48 hs a temperatura ambiente para desencadenar el proceso de germinación. A continuación, las bandejas fueron puestas en cámara de germinación a temperatura constante (4 °C) durante 8, 6, 4 y 2 semanas, a razón de una bandeja por tratamiento de frío. Ocho semanas de temperaturas vernalizantes (2 – 4 °C para trigo) cubren con amplitud la satisfacción de los requerimientos más extremos (Davidson et al., 1985).

La secuencia de siembra de las bandejas se realizó de manera que transcurrido el correspondiente período de frío, pudieran extraerse de la cámara y transplantarse todos los tratamientos simul-

Tabla 1. Genotipos (cultivares y líneas avanzadas) de trigo pan (*Triticum aestivum*) utilizados en el ensayo, según su origen.

Table 1. Study genotypes (cultivars and advanced lines) of bread wheat (*Triticum aestivum*) according to their origin.

Genotipos	Origen
B1073	Australia
C2	Australia
Charrúa	Argentina
E3082	Australia
Karl	Estados Unidos
Longhorn	Estados Unidos
Super	Argentina
V223	Argentina

Tabla 2. Días a floración de ocho genotipos de trigo expuestos a cinco tratamientos de vernalización.

Table 2. Days to flowering of eight wheat genotypes subjected to five vernalization treatments.

Genotipos	Tratamientos de Vernalización (en semanas)				
	8	6	4	2	0
B1073	130 a B	137 a B	137 a B	152 ab A	161 ab A
C2	130 a B	105 a C	109 bc C	152 ab A	140 bc AB
Charrúa	130 a A	130 a A	130 ab A	132 abc A	126 cd A
E3082	105 ab B	102 a B	109 bc B	152 ab A	Ne a A
Karl	105 ab A	102 a A	102 c A	109 c A	126 cd A
Longhorn	100 b D	116 a CD	137 a BC	161 a AB	Ne a A
Super	105 ab B	105 a B	105 c B	126 bc B	165 a A
V223	106 ab A	105 a A	109 bc A	119 c A	109 d A

Ne: No espigó

En cada fila, letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos de vernalización.

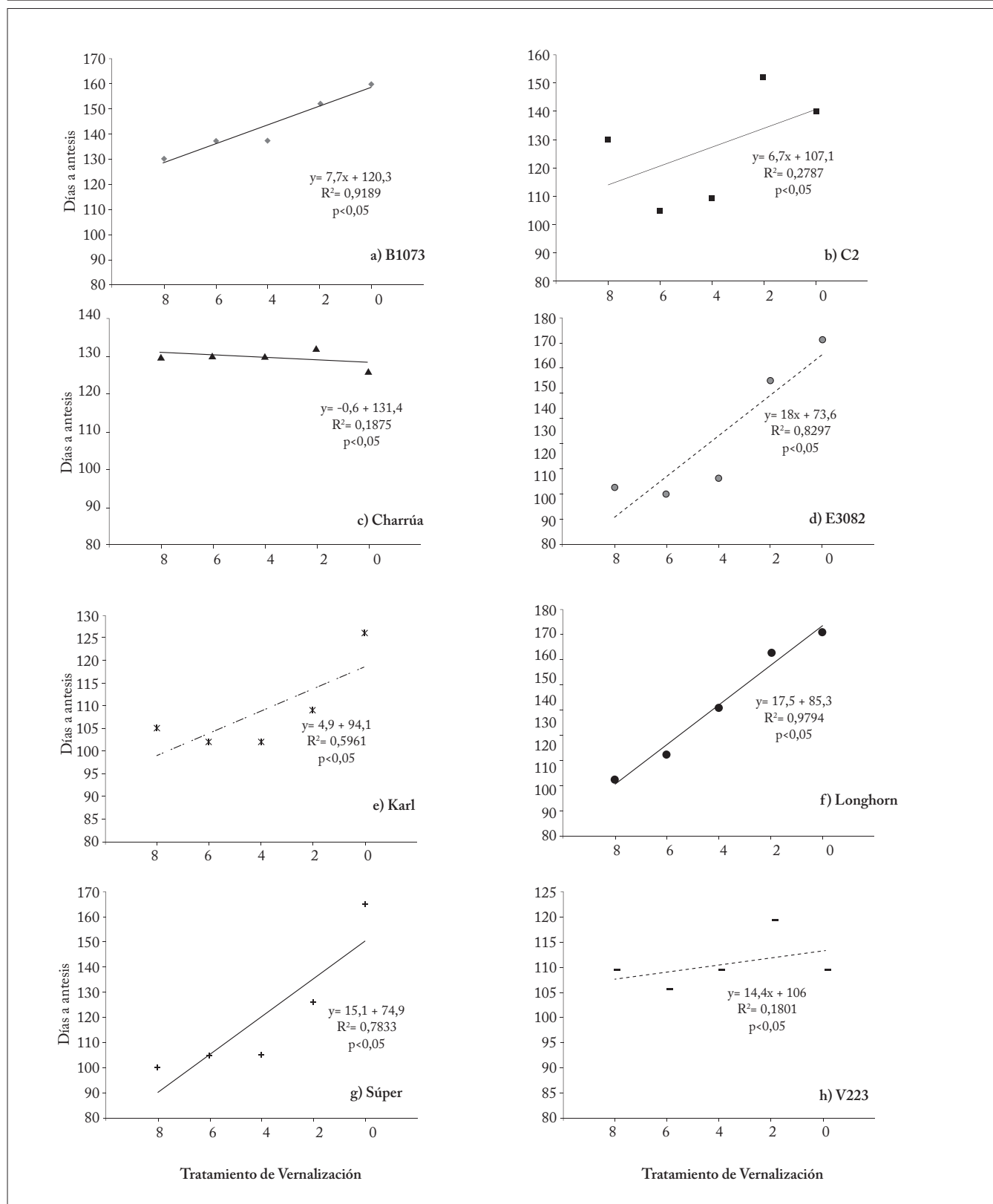
En cada columna, letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0,01$) entre variedades.

Ne: Did not produce inflorescences

Within each row, different capital letters indicate significant ($p < 0.01$) differences among vernalization treatments.

Within each column, different lower case letters indicate significant ($p < 0.01$) differences among varieties.

Fig. 1. Número de días hasta antesis en cada genotipo expuesto a cinco tratamientos de vernalización (8, 6, 4, 2 y 0 semanas).
 Fig. 1. Number of days to anthesis for each study genotype exposed to five vernalization treatments (8, 6, 4, 2 and 0 weeks).



táneamente. Una bandeja testigo (0 semanas de vernalización) se sembró una semana antes del repique y se mantuvo a temperatura ambiente, para lograr un desarrollo similar en las plántulas.

Una vez fuera de la cámara de germinación, cuatro macetas de 250 cc con cuatro plántulas cada una por tratamiento se colocaron en invernáculo, con riego y fotoperíodo natural, según un arreglo en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones.

La temperatura en el invernáculo fue constante (20 °C) y el fotoperíodo natural varió de 10:28 h a 12:57 h desde el momento del trasplante (22 de junio) hasta floración, respectivamente.

La variable analizada, días a floración, se registró sobre una sola (la primera) de las cuatro plántulas de cada maceta / repetición, para los distintos genotipos, cuando la espiga del tallo principal alcanzó el estado de antesis en el tercio superior de la misma.

Se utilizaron Análisis de Varianza y prueba de Tukey para comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del ANOVA correspondiente al diseño estadístico utilizado, se obtuvieron los siguientes resultados, en la comparación de los genotipos participantes (Tabla 2).

Con una sola excepción (C2), el tiempo necesario para floración fue mayor ($p < 0,01$) en los genotipos no vernalizados (0 semanas). La vernalización no tuvo efecto sobre Karl, Charrúa y V223, que llegaron a la fase de floración en tiempos similares en todos los tratamientos, independientemente de la cantidad de horas de frío recibidas. Sin embargo, los genotipos B1073, C2, E3082, Longhorn y Super, acortaron el tiempo a floración, en concordancia con lo expresado por Rahman (1980) y Davidson et al. (1985), aunque con respuestas diferentes bajo cada tratamiento de frío. E3082 y Longhorn no llegaron a espigar durante el ensayo, cuando no fueron vernalizados.

Con 6 semanas de vernalización todos los materiales florecieron en un intervalo entre los 102 y 137 días. Sin embargo, 4 ó 2 semanas dieron vernalización incompleta en Karl y los genotipos de origen argentino.

No se probaron tendencias asociativas entre las respuestas de los genotipos y su origen.

En estos genotipos previamente seleccionados por producción de pasto, la respuesta a vernalización tuvo una dispersión entre 100 y 160 días, indicando la correlación entre ambas características (Morant et al., 2001). Sin embargo, existió variabilidad dentro de los mismos, resaltada por la cuantificación de requerimientos (Fig. 1).

Los genotipos con respuesta más acentuada a vernalización (E3082, Longhorn, Super) mostraron las pendientes más abruptas en sus líneas de tendencia, aumentando significativamente el número de días necesarios para florecer entre los tratamientos de plena a ninguna satisfacción de requerimientos de frío. La distancia sobre el eje horizontal marca diferentes necesidades de temperaturas vernalizantes. En el otro extremo, Charrúa y V223 mostraron poca o ninguna variación entre 8 y 0 semanas de frío.

A pendientes similares, B1073 y C2, o Karl exhibieron alguna exigencia más (supuestamente fotoperiódica), con el aumento del número de días a floración, habiendo cubierto ampliamente sus demandas de bajas temperaturas. Al emplear una única condición fotoperiódica, se infiere que los días largos de primavera serían inductivos tanto para genotipos sensibles como para insensibles o indiferentes, tomándose como causal de no floración, la insatisfacción total o parcial de sus requerimientos de frío, o una eventual interacción entre ambos mecanismos genéticos (Davidson et al., 1985). Genotipos como V223 llegaron a antesis apenas tuvieron satisfechos sus requerimientos de frío, mientras que en casos como Charrúa, solo sus requerimientos de días más largos (Tabla 2, Fig. 1) impidieron la floración prematura.

Un cambio en las condiciones de cultivo, tal como el adelantamiento de la fecha de siembra, expondría a los genotipos a condiciones distintas de temperatura y fotoperíodo, que deben contrastarse con los requerimientos particulares de cada genotipo para decidir el manejo.

CONCLUSIONES

- Existió variabilidad entre los genotipos analizados, en cuanto a sus requerimientos de bajas temperaturas para florecer.
- Medir únicamente la respuesta a vernalización no es suficiente como método de clasificación de variedades de trigo, cuando el propósito es obtener dos producciones (pasto y grano) sobre un mismo cultivo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo contó con la financiación de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

REFERENCIAS

- Castillo, F.E. (2001). *Agrometeorología*. Mundi-Prensa Libros, 517 p.
- Davidson, J.L., K.R. Christian, D.B. Jones y P.M. Bremner (1985). Responses of wheat to vernalization and photoperiod. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 36: 347-359.
- Morant, A.E., H.D. Merchán, E.E. Lutz (2001). Componentes Principales para la Selección en Cultivares de Trigo por su Producción de Pasto y Grano. Actas del V Congreso Nacional de Trigo – III simposio Nacional de Cereales de Siembra otoño - primavera (En CD).
- Rahman, M.S. (1980). Effect of photoperiod and vernalization on the rate of development and spikelet number per ear in 30 varieties of wheat. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 46: 68-70.
- Whitechurch, E.M., G.A. Slafer y D.J. Miralles (2007b) Variability in the duration of stem elongation in wheat and barley. *Journal of Agronomy and Crop Science* 193: 138-145.
- Whitechurch, E.M., G.A. Slafer y D.J. Miralles (2007a). Variation in spike growth phase duration in wheat and sensitivity to photoperiod, vernalization and intrinsic earliness. *Journal of Agronomy and Crop Science* 193: 131-137.