Efecto de la temperatura pos floración sobre la dormición de semillas de nueve cultivares de cebada cervecera

NOTA TECNICA

Andrea Benítez*, Esteban Hoffman*

INTRODUCCIÓN

La ausencia de dormición al momento de la cosecha de cultivos de cebada, puede generar problemas de pregerminado y/o brotado en la espiga en años con excesos de lluvia en torno a la cosecha. Esto determina pérdidas importantes en la calidad del grano, que afectan negativamente el proceso de malteado y puede determinar problemas serios en la comercialización, tal como sucedió en nuestro país en la zafra 1997/98, donde un porcentaje de la cosecha no alcanzó los estándares de calidad mínimos exigidos por la industria.

El nivel de dormición encontrado en las distintas especies es muy variable, y aun dentro de la misma especie, existen variaciones entre cultivares y entre años. Es un fenómeno complejo que involucra distintas estructuras de la semilla, factores del ambiente, sustancias de crecimiento endógenas y las interacciones entre ellas.

La acumulación de cantidades importantes de ácido abscísico (ABA, inhibidor de la germinación) durante el desarrollo, impide que el embrión germine dentro del grano en desarrollo, cuando se encuentra sobre la planta madre. Los materiales susceptibles al brotado pueden tener menor contenido de ABA, o sus embriones son menos sensibles al efecto inhibidor del ABA que los embriones de materiales resistentes (Benech-Arnold, 1999).

Determinados factores ambientales afectan la inducción, mantenimiento y terminación del estado de dormición en gramíneas. Esta modificación generalmente es ejercida a través de cambios en la sensibilidad al ABA. Bajos niveles de dormición, generalmente se asocian a altas temperaturas, deficiencia hídrica, días cortos, luz roja, y disponibilidad de algunos nutrientes durante el desarrollo de la semilla (Benech-Arnold, 1999). En relación a la temperatura, el grado de dormición en semillas maduras es disminuido por altas temperaturas durante el período de desarrollo de la semilla. La promoción de la susceptibilidad al brotado por las altas temperaturas se da a través de una disminución en el contenido endógeno de ABA, pero fundamentalmente por una disminución drástica de la sensibilidad del embrión al mismo. Las diferencias en el nivel de dormición entre genotipos con resistencia contrastante al pregerminado se expresan claramente con altas temperaturas; debido a que la sensibilidad al ABA aumenta varias veces a altas temperaturas en genotipos resistentes al brotado, mientras que en genotipos susceptibles pasa lo contrario. Por eso, cuando cerca del momento de cosecha, se combina un período de lluvias con altas temperaturas (25°C a 30°C) sólo se brotan los genotipos susceptibles (Benech-Arnold, 1997). La temperatura puede ser efectiva sólo dentro de un período de sensibilidad durante el llenado de granos. Rodríguez *et al.* (1999), trabajando con el cultivar Quilmes Palomar, (material con comportamiento intermedio en cuanto a velocidad de salida de la dormición), identificaron que el período de mayor sensibilidad a la temperatura para la determinación de dormición va desde los 300 grados día a los 350 grados día luego de la antesis (base 5,5°C). Se estableció una relación lineal positiva entre la temperatura promedio percibida por el cultivo durante ese momento y el índice de germinación de los granos a los 12 días posteriores a madurez fisiológica. El índice de germinación medido en este momento, es un buen estimador de la tasa a la cual los granos son liberados de la dormición luego de la madurez fisiológica.

En Uruguay, Benítez (1999), trabajando con 5 cultivares de cebada cervecera, encontró diferencias significativas en porcentaje de germinación a cosecha, en función de la temperatura durante el llenado de grano. Con temperaturas medias de 16,4°C, la germinación fue 63%, mientras que a 18,4°C, para el promedio de las variedades y con variaciones importantes entre ellas, fue 91%.

Como la temperatura durante el llenado de granos parece ser uno de los principales factores ambientales que afectan la expresión de la dormición en cebada, resulta interesante conocer de forma más precisa el nivel de dormición de los distintos cultivares usados a nivel comercial en nuestro país, y de qué forma son afectados por la temperatura. Esto permitiría prever problemas de pregerminado en años con primaveras cálidas, con temperatura media por encima del promedio, y con condiciones de excesos hídricos a partir de la madurez fisiológica, permitiendo implementar medidas de manejo como por ejemplo, la cosecha anticipada.

En este trabajo se presentan resultados obtenidos en la EEMAC en el año agrícola 2000/2001. El objetivo fue determinar el efecto de la temperatura pos floración sobre la expresión de la dormición al momento de cosecha, en nueve cultivares comerciales de cebada cervecera: Estanzuela Quebracho, Clipper, Perún, Norteña Carumbé, Norteña Daymán, Quilmes Ayelén, C9046 (línea experimental del Programa de Mejoramiento de la Facultad de Agronomía) y dos testigos con comportamiento conocido en cuanto a velocidad de salida de la dormición: Quilmes Palomar, con comportamiento intermedio y B1215 con una salida de la dormición muy rápida. Los 9 cultivares de cebada se sembraron en 3 fechas contrastantes, buscando variabilidad de condiciones ambientales durante el período de llenado de granos. Dichas fechas fueron: 1° de junio, 19 de junio y 31 de julio. En cada fecha de siembra, a partir de la madurez fisiológica, se realizaron 4 muestreos de espigas a intervalos de 7-10 días, en cada uno de los cuales se determinó porcentaje de germinación.

* Ings. Agrs. Dpto. Producción Vegetal, EEMAC.

PRINCIPALES RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presenta información sobre las condiciones de temperatura y precipitaciones durante el período pos floración (antesis a madurez fisiológica) para las tres épocas de siembra. Si se tiene en cuenta el total del período, no existieron diferencias importantes en temperatura. Cuando se divide dicho período en tercios, se aprecian diferencias en el primer tercio, especialmente entre las épocas 1 y 3, de casi 4°C. En cuanto a precipitaciones se puede considerar que no se dieron condiciones de déficit hídrico.

En la Figura 1 se presentan los resultados del porcentaje de germinación 7 días pos madurez fisiológica, en función de la época de siembra, para el promedio de las 9 variedades. El porcentaje de germinación de los granos que estaban con un porcentaje de humedad aún no apto para la cosecha mecánica, fue significativamente más alto para la siembra más tardía, no existiendo diferencias en comportamiento entre las dos primeras siembras. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Benítez (1999). El comportamiento similar para las épocas 1 y 2, puede explicarse ya que la antesis se dio con diferencia de solamente 7 días, llevando a escasas diferencias en las condiciones de temperatura y humedad en el llenado de grano.

En la Figura 2 se presentan los resultados promedio para cada variedad. Cabe subrayar que las variedades B1215 y Quilmes Palomar, usadas como testigos de dormición baja e intermedia a cosecha, respectivamente, se comportaron de la forma esperada. Se destacan las variedades Perún, Daymán y Quebracho, con promedios de germinación significativamente más bajos que B1215. Cuando en el cultivar B1215 el 70% de los granos ya estaba en condiciones de germinar en la espiga, en estos tres cultivares ese porcentaje fue menor al 45%

Cuando se analizó la relación entre porcentaje de germinación a los 7 días pos maduración (PMF) y la temperatura promedio del período antesis-madurez fisiológica (A-MF) para todas las variedades en todas las épocas de siembra, no se observó relación entre germinación y temperatura. Esta falta de relación entre las variables se explica en parte por el comportamiento de cada variedad en cada época de siembra (interacción variedad por época de siembra) (Figura 3).

En la Figura 3, se agrupan las variedades en función de los distintos comportamientos en las tres épocas de siembra.

Un primer grupo de materiales (a) que incluye a Norteña Daymán, Quilmes Palomar, Quilmes Ayelén y Clipper, son los que contribuyeron mayormente a explicar el comportamiento promedio de la época de siembra (Figura 1) y cuyo nivel de dormición es mayor al aumentar la temperatura. Éstas mostraron valores bajos de germinación en las dos primeras épocas, y en la tercera fecha mostraron ausencia de dormición, al mismo nivel del testigo (B1215). En el caso de Quilmes Palomar, los resultados coinciden con los obtenidos por Rodríguez *et al.*, (1999), en cuanto al incremento sistemático de la germinación frente a aumentos de temperatura.

Cuadro 1. Temperatura media y régimen hídrico para el total y cada tercio del período antesis-madurez fisiológica.

	Temperatura media (°C)				Precipitaciones (mm)			
	1° tercio	2° tercio	3° tercio	Total	1° tercio	2° tercio	3° tercio	Total
E1	13,9	16,9	19	16,7	180,8	35,6	72	216
E2	15,4	18,2	18,1	17,3	84	66,4	32,2	183
E3	17,1	18,5	18,9	18,1	33,6	70	44,2	148

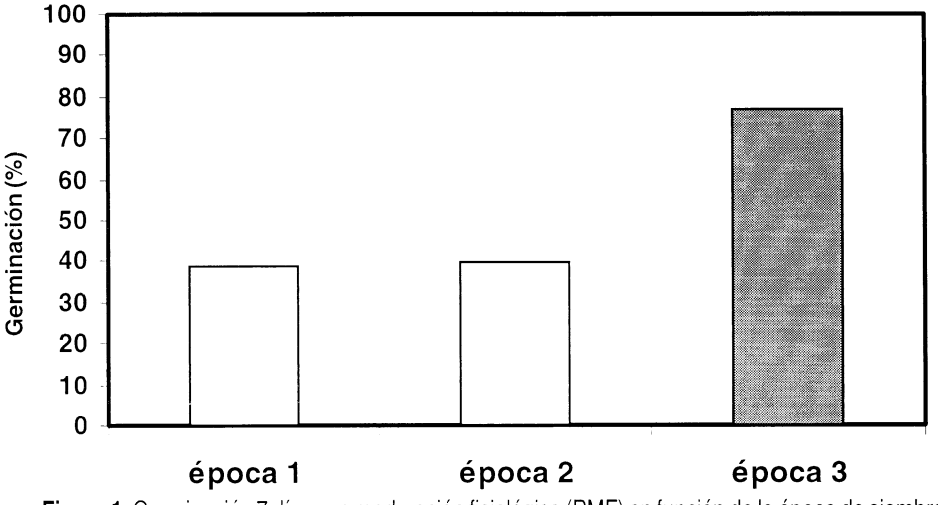

Figura 1. Germinación 7 días pos maduración fisiológica (PMF) en función de la época de siembra.

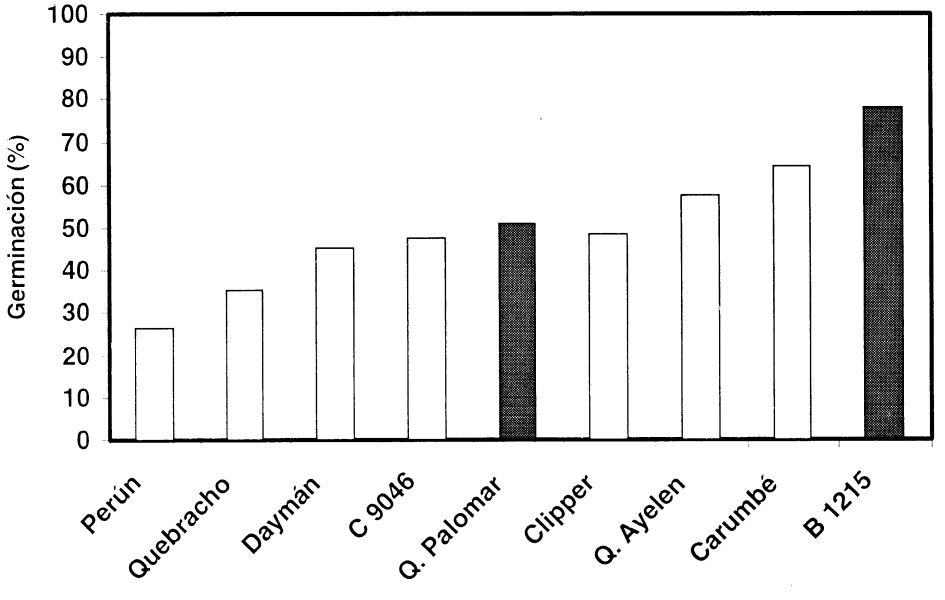

Figura 2. Germinación 7 días pos maduración (PMF) para cada variedad.

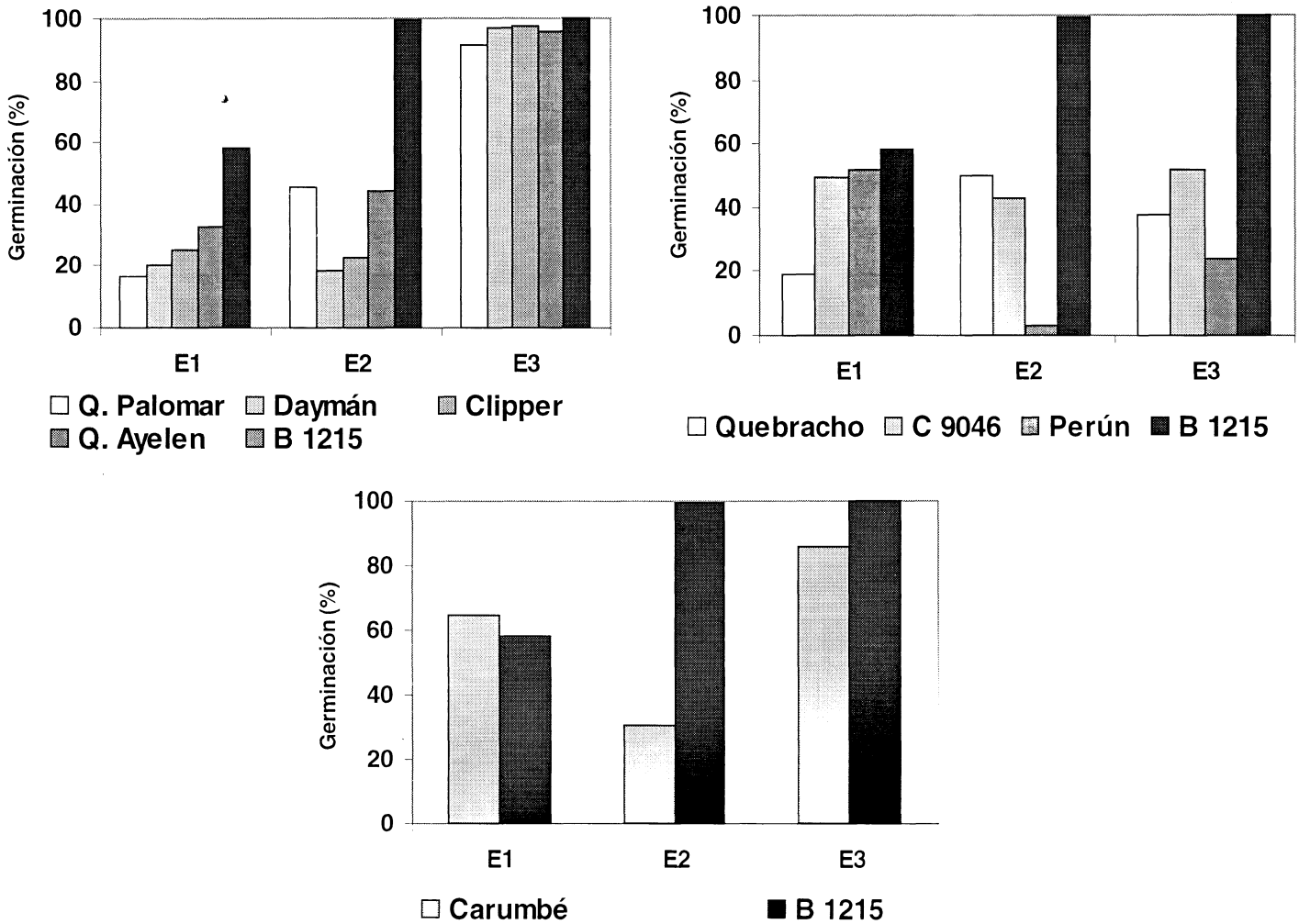

Figura 3. Grupos de variedades en función de su comportamiento en las distintas épocas de siembra. a) Respuesta consistente al aumento de temperatura, b) baja sensibilidad al aumento de temperatura y c) comportamiento aleatorio.

Un segundo grupo (b), integrado por Quebracho, C9046 y Perún, de comportamiento similar en las tres épocas, mostró cierta insensibilidad a las mayores temperaturas. Esta respuesta puede estar condicionada por el rango de temperaturas logrado que no fue muy amplio y tampoco se lograron las temperaturas reportadas como efectivas en disminuir la sensibilidad de los embriones al ABA (Benech-Arnold, 1998).

La variedad Carumbé (grupo c), mostró un comportamiento aleatorio, no observándose relación entre germinación y temperatura.

En la Figura 4 se muestra la relación entre germinación y temperatura para las variedades del grupo (a), la cual muestra una relación estrecha entre los niveles de germinación y la temperatura promedio durante el llenado de grano.

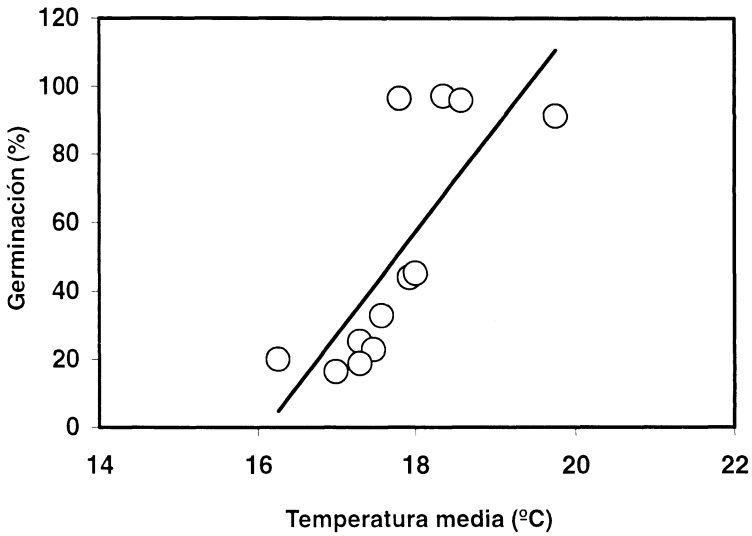

Figura 4. Germinación 7 días después de madurez fisiológica en función de la temperatura media del período antesis-madurez fisiológica para las variedades Daymán, Quilmes Palomar, Quilmes Ayelén y Clipper.

Este grupo de materiales presentó un alto grado de sensibilidad a la temperatura. Un cambio muy pequeño a bajas temperaturas promedio (menor a 20°C), llevó a que a la madurez fisiológica (MF), existiese bajo o nulo nivel de dormición. Por cada grado de incremento en la temperatura media por encima de 16°C, el nivel de dormición se redujo en un 30%. Estos niveles de sensibilidad son, inclusive, muy superiores a los reportados por Rodríguez *et al.* (1998) para el cultivar Quilmes Palomar, en el cual por cada grado centígrado de incremento de temperatura por encima de 16°C, la germinación aumentó un 8% a 10%. En el grupo (b), frente al mismo régimen térmico durante el llenado de grano, ninguna de las variedades superó el 50% de germinación. Es importante mencionar que esto no significa que los materiales sean insensibles o presenten baja sensibilidad a la temperatura, sino que puede ser el resultado del rango de variación observado para las condiciones experimentales. Temperaturas por encima de los 20°C podrían reducir los niveles de dormición, para cultivares que se mostraron poco sensibles frente a este rango de temperatura.

En la medida que la fuente de variación utilizada para hacer variar la temperatura fueron épocas de siembra contrastantes, no sólo se estaría evaluando el efecto de la temperatura, sino que además estarían interfiriendo otros factores. En este sentido, en otro experimento, bajo similares condiciones de manejo y suelo, Benítez (1999) obtuvo, para un rango similar de temperatura promedio durante el llenado de grano, niveles de germinación para Estanzuela Quebracho y Perún, cercanos al 90% a 18°C.

CONSIDERACIONES FINALES

Existió un efecto significativo de la época de siembra sobre la germinación, obteniéndose bajos niveles de dormición en la siembra más tardía.

Existió una interacción significativa entre época de siembra y variedad, detectándose claramente dos grupos con comportamientos contrastantes. Por un lado, materiales (grupo a) que mostraron sensibilidad a las mayores temperaturas, por lo que disminuyeron los niveles de dormición a cosecha en la siembra más tardía, comportándose como el testigo B1215. Por otro lado, un grupo de materiales (grupo b) que mostraron cierta insensibilidad al aumento de temperatura, obteniendo valores de germinación que nunca superaron el 50%.

El rango de temperaturas logrado, a pesar de ser estrecho, permitió detectar materiales que ante aumentos pequeños de temperatura presentaron problemas. Dado que no se lograron temperaturas superiores a los 20°C, en el caso de los materiales que se mostraron poco sensibles, no puede afirmarse con certeza que se trate de materiales resistentes.■

BIBLIOGRAFÍA

BENECH-ARNOLD, R. L.; GIALLORENZI, M. C.; FRANK, J.; RODRÍGUEZ, V. 1999. Termination of hull-imposed dormancy in barley is correlated with changes in embryonic ABA content and sensitivity. Seed Science Research 9:39-47.

BENECH-ARNOLD, R. L. 1997. Para que el brotado no se repita. Revista Super Campo. Año III, nº 33:22-25.

BENÍTEZ, A., 1999. Dormancia en semillas de cebada cervecera. Cangüé nº 16:25-30.

RODRÍGUEZ, V.; GONZÁLEZ, M.; INSAUSTI, P.; Y BENECH-ARNOLD, R. L., 1999. Un método para predecir la susceptibilidad al brotado en el cultivo de cebada, utilizando la temperatura durante el llenado de granos. Congreso Latinoamericano de Cebada (3°, Bastión del Carmen, Colonia, Uruguay) Abstracts p. 29.

¿Ya nos visitó en la página web?

las actividades de la **E.E.M.A.C.**
y varios temas de interés
encuéntrelos en:
www.fagro.edu.uy/eemac/web