

# TRIGO EN EL SUR BROTACIÓN: OCURRENCIA Y EFECTOS

En el sur de Chile es habitual que llueva durante enero y febrero, época en que comúnmente se inician las labores de cosecha de trigo. El grano logra su estado de madurez de cosecha por lo general en febrero, cuando las probabilidades de lluvia se elevan a un 40%. Por lo tanto, en precosecha, un grano ya maduro en contacto con el agua sufre una serie de cambios en sus características, tanto físicas como químicas, las cuales afectan seriamente su calidad molinera y panadera y posterior comercialización.

**Claudio Jobet F.**

*cjobet@inia.cl*

**Luisa Vera O.**

**Gonzalo Marín S.**

*Programa Nacional de Trigo INIA*

**Ximena López**

*GRANOTEC-Chile*

En la temporada 2006/07, las lluvias de precosecha se presentaron en una importante zona triguera del sur de Chile. De acuerdo a estadísticas obtenidas en la Estación Meteorológica del Centro de Investigación Carillanca, y otras, el agua caída durante la primera y segunda semana de febrero alcanzó un total de 64,8 mm. Los días 13 y 14 de febrero fueron los de mayor precipitación (63,5 mm).

## Brotación en la espiga

Cuando llueve en febrero, los granos de cereales germinan sobre la inflorescencia (espiga) antes de la cosecha, produciendo un deterioro importante de ellos aunque el brotado no sea visible. Sin duda este problema representa un costo importante, reflejado en la pérdida de producción y comercialización, lo que obliga a buscar otras alternativas de uso,

como la alimentación animal, que implica rebajar considerablemente el valor del grano. Además existe siempre el costo adicional para el país, debido a que se debe importar trigo para cubrir la baja productiva.

## Antecedentes generales

Diversas investigaciones han demostrado el efecto de la brotación sobre la calidad de granos utilizados como semilla. Lo concluyente es que diversos grados de brotación afectan el vigor, la emergencia y crecimiento de las plantas. Para lograr una población de plantas adecuada, se recomienda sembrar superficialmente los granos con una brotación incipiente, en los cuales no se observa evidencia de brotación o con una pequeña exposición del embrión. Con brotaciones más expuestas, los efectos son más dramáticos, incluso afectan significativamente el rendimiento. También se ha demostrado que la brotación altera las características físico-químicas de los granos, incidiendo negativamente en la extracción de harina, contenido de proteínas y valores de "falling number" (índice de caída, ver definición más adelante), entre otros.

## Antecedentes nacionales

En la temporada 1986, en la Región de la Araucanía, se presentó una situación de lluvias en precosecha, con precipitaciones que superaron los 100 mm en febrero. Se cosecharon cinco cultivos de trigos de invierno y alternativos, que habían recibido una precipitación de 19,4 mm desde inicio de madurez de cosecha.

Una segunda cosecha se realizó 24 días después, cuando se había acumulado una precipitación de 109 mm, de los cuales 83,4 mm cayeron siete días antes de la cosecha.

A consecuencia de la brotación disminuyó el peso del grano, resultando una pérdida importante de los rendimientos en todos los cultivos (6% en promedio). Respecto al peso del hectolitro, la reducción fue considerable, con diferencias promedio de más de nueve unidades comparado con granos cosechados antes de la lluvia. El valor de sedimentación, que indica la calidad de la proteína, se vio fuertemente afectado y llegó a niveles de pérdida de 56,6% en una de las variedades, con una media de 34,5%. En cuanto a la brotación, hubo un claro efecto varietal: algunos trigos superaron el 25% mientras que en otros fue de sólo el 3%. El promedio para este factor fue de 19,5% de grano

---

Cuando llueve en febrero, los granos de cereales germinan sobre la espiga antes de la cosecha, produciendo un deterioro importante de ellos aunque el brotado no sea visible. El problema tiene un costo importante en pérdidas de producción y comercialización.

---

**Cuadro 1.** Efecto de la lluvia de pre cosecha sobre dos variedades de trigo con grano de diferente color. Laboratorio Farinología INIA La Platina. Temporada 1999/2000.

Parámetros	Variedad 1 Grano oscuro		Variedad 2 Grano blanco	
	Sin brotación	Con brotación	Sin brotación	Con brotación
Peso hectolitro (kg/hl)	78,6	76,6	81,2	73,4
Brotación (%)	0	20,3	0	36,5
Sedimentación (cc)	36,9	31,3	43,7	16,5
Falling number (seg.)*	335	164	320	62

\*Con menos de 150 segundos, trigos germinados. Entre 200 y 300 segundos no hay germinación. Actividad amilásica normal. Sobre 300 segundos, trigo no germinado. Baja actividad amilásica.

**Cuadro 2.** Peso del hectolitro, falling number y proteína, en variedades comerciales cosechadas antes y después de una lluvia. Carillanca, 2007.

Variedades	Peso hectolitro (kg/hl)		Falling number (segundos)		Proteína (%)		Color grano
	1	2	1	2	1	2	
Tukán INIA	81,7	79,5	324	344	9,5	8,9	Blanco vítreo
Dollinco INIA	83,3	81,3	392	432	8,9	8,6	Rojo
Kumpa INIA	82,5	81,7	392	440	8,9	8,9	Rojo oscuro
Rupanco INIA	83,5	80,1	397	413	8,8	9,4	Rojo anaranjado

1: Antes de lluvia. 2: Después de lluvia (64,8 mm).

brotado (Jobet y Rouanet, 1987, IPA Carillanca 6(1): 12-14).

Los antecedentes recopilados en 1999 y 2000 sobre el efecto de las lluvias en pre cosecha en el sur del país, específicamente en la Región de la Araucanía, permitieron analizar en forma preliminar el efecto sobre cuatro parámetros de calidad (cuadro 1) en dos variedades que difieren en color de grano. Se observó que, a causa de las lluvias y considerando los volúmenes de agua caída y el color de grano, hubo un detrimento sobre cada uno de esos parámetros.

Si bien el efecto de la lluvia sobre la calidad del grano depende de varios factores –tales como el volumen de agua caída, el tiempo de mojado, las temperaturas ambientales después de la lluvia, el grado de madurez de los granos, el color y la variedad que, en defi-

nitiva, tiene un rol importante sobre este impacto–, existen situaciones en que no necesariamente la suma de todos ellos desencadena el proceso de brotado. Así quedó de manifiesto en la temporada 2006/07 (cuadro 2), en que, independientemente del color del grano y de la variedad, no se observaron grandes cambios en el peso del hectolitro, falling number y contenido de proteínas, al analizar muestras cosechadas antes y después de la lluvia caída entre el 13 y el 15 de febrero y descrita al comienzo del artículo. Solo hay tendencias respecto al peso del hectolitro, el cual disminuyó levemente. La variedad Tukán INIA fue la más afectada, posiblemente por el color y el grado de secado del grano. Estos resultados indican que a pesar de la lluvia en pre cosecha, el volumen de agua caída no alcanzó a romper la latencia

del grano: el efecto ambiental no fue apropiado para su expresión y es posible que exista algún tipo de tolerancia de variedades asociada al color del grano.

Lo que sí se observó fue que, después de la lluvia, los granos

perdieron color y adquirieron un tono más pálido, independientemente del color y de su grado de madurez (foto 1).

### ¿Cómo se determina experimentalmente la brotación?

Actualmente existe un instrumento que es capaz de discriminar entre un grano que no ha sido afectado por condiciones de humedad a la cosecha de otro que sí lo ha sido. Este instrumento, el "falling number" (foto 2) que ya mencionamos, puede ser utilizado en molinos por su facilidad de manejo y rapidez en entregar resultados, sobre la base de la capacidad que tiene la alfa-amilasa de licuar el almidón gelatinizado. En general, en condiciones normales y en ausencia de humedad en pre cosecha, los valores obtenidos para diferentes cultivares son relativamente altos (sobre 300 segundos). Sin embargo, si las condiciones no han sido favorables debido a precipitaciones cercanas a la cosecha, dicho valor comien-



**Foto1.** Granos de las variedades Tukán INIA, Kumpa INIA y Dollinco INIA. En la parte superior, antes de lluvia; en la parte inferior, después de lluvia. Carillanca, 2007.



Foto 2. "Falling number", instrumento para determinar el grado de brotación de un trigo.

## GLOSARIO

**Alfa-amilasa:** enzima responsable de transformar el almidón en azúcar. Esta azúcar es utilizada como energía para alimentar al embrión.

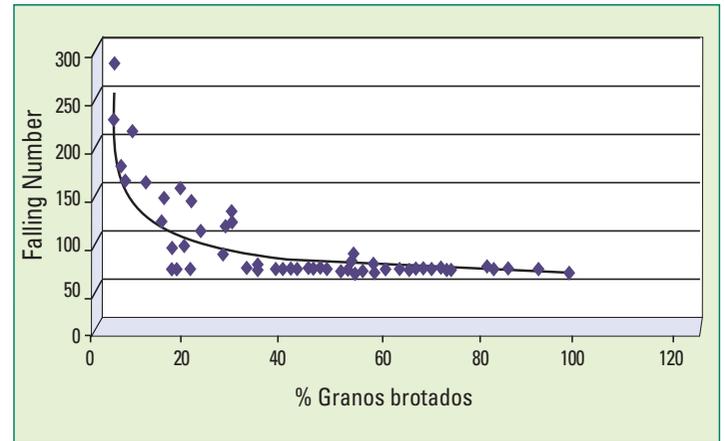
**Falling number:** "índice de caída". Instrumento capaz de medir la actividad amilásica de una muestra de grano. Mientras más bajo es el índice, mayor actividad enzimática contiene la muestra.

za a declinar, llegando por debajo de los 100 segundos (figura 1). La causa es la presencia de alfa-amilasa, lo que da como resultado harina poco panificable en procesos de larga fermentación, alveogramas de bajo valor W (inadecuadas propiedades mecánicas de la masa) y baja estabilidad farinográfica, con un pan de coloración rojiza, miga oscura y gomosa (foto 3).

### Mejoramiento genético para brotación

Aunque en muchos países la brotación es un problema grave,

Figura 1: Falling number versus porcentaje de grano brotado (fuente: Ximena López, Granotec, 2000).



los avances en conseguir resistencia han sido lentos. El efecto multigénico asociado a ese carácter hace extremadamente complejo incorporarlo a nuevos cultivares. Sin embargo, las estrategias de mejoramiento que actualmente envuelven selección de líneas con cierta resistencia al brotado, utilizan simulaciones de precipitaciones en condiciones experimentales, y/o selección con precipitaciones naturales usando el falling number. De acuerdo a investigaciones realizadas en Canadá, una técnica alternativa de selección, fuera de la visual, ha sido el análisis electroforético de las proteínas que conforman parte del gluten, denominadas gliadinas, lo que ha

Actualmente existe un instrumento que es capaz de discriminar entre un grano que no ha sido afectado por condiciones de humedad a la cosecha de otro que sí lo ha sido. Este instrumento es el "falling number".

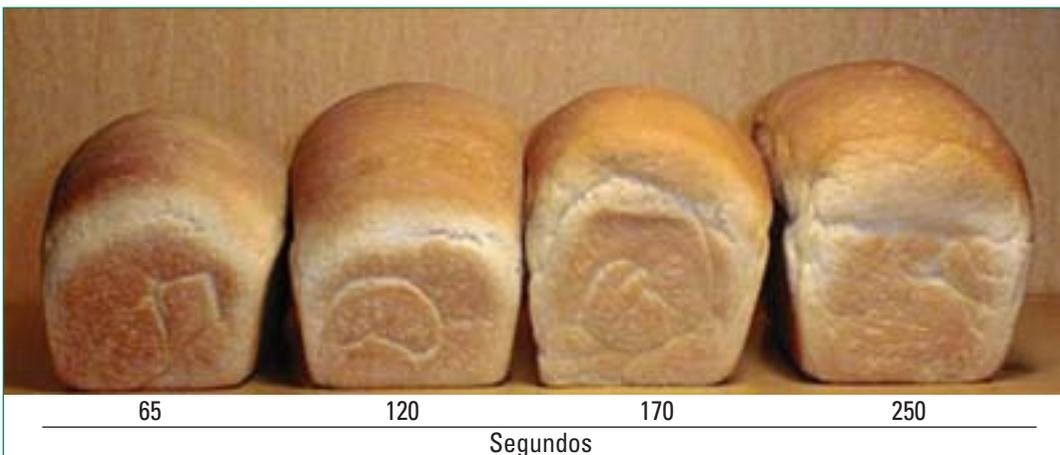


Foto 3. Efecto del grado brotación en grano de trigo, expresado en valores de falling number, sobre el volumen de pan (fuente: Ximena López, Granotec, 2000).

permitido seleccionar genotipos que han demostrado una mejor estabilidad en valores de falling number. Muchas investigaciones concluyen que existe una buena asociación entre los llamados granos rojos y dormancia, aunque los resultados no siempre concuerdan. Éste, en general, es un factor de selección muy utilizado, pues se ha demostrado que, en nuestro medio, las variedades de grano blanco son más propensas a brotar frente a una condición húmeda de precosecha.