

## Secado de trigo

*Ing. Agr. Marcelo Leandro Cardoso, Ing. Agr. Ricardo E. Bartosik, Ing. Agr. Juan C. Rodríguez*

EEA INTA BALCARCE

Diciembre 2006

Teniendo en cuenta que se acerca la cosecha de trigo, es importante tener en cuenta que la calidad final depende del ciclo del cultivo y de la calidad de cosecha, también es influida durante su almacenamiento. Mediante un buen almacenamiento y acondicionamiento del grano no se mejora su calidad inicial del mismo sino que se persigue conservar dicha calidad hasta su uso final. Las inadecuadas prácticas de acondicionamiento y almacenaje son causa de cuantiosas pérdidas cuanti-cualitativas a nivel país. A continuación se presenta un ensayo realizado durante la pasada campaña de trigo, en la que se presentaron condiciones climáticas críticas para las operaciones de cosecha y acondicionamiento (secado de granos).

En el partido de Balcarce (sudeste bonaerense), la campaña de cosecha de trigo 2005-2006 se realizó en un marco de alta incidencia de lluvias. Si se toma en cuenta el período entre mediados de diciembre y mediados de enero, ocurrieron precipitaciones en 14 de los 31 días, con un total de 320 mm durante el período que duró la campaña (INTA Balcarce, 2006).

Por otra parte este año, condiciones de logística y precios favorecieron a la decisión de incrementar aún más la superficie destinada a soja de segunda (Pailhè G., 2006). Como consecuencia de ello, muchos productores se vieron obligados a levantar el cultivo anticipadamente para poder continuar con la rotación planeada.

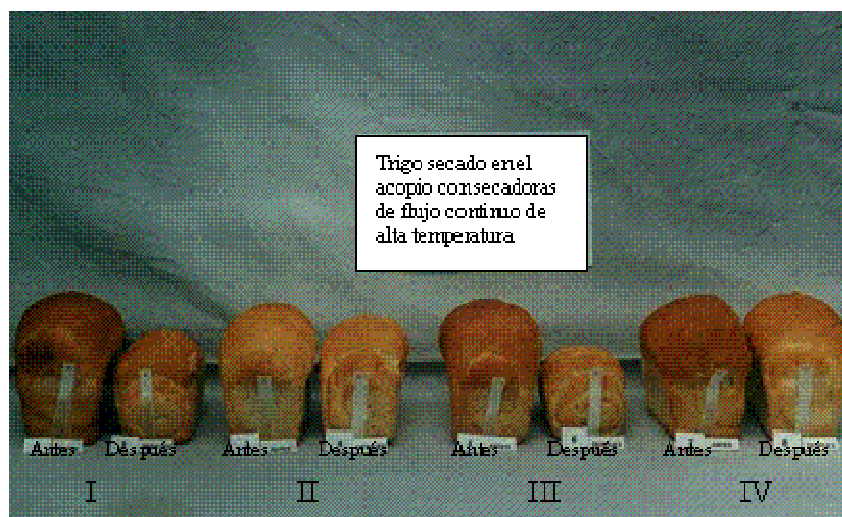
Esta situación se vio reflejada en las plantas de acopio del partido, donde a diferencia de años menos lluviosos en verano, un mayor porcentaje del total de grano recibido fue secado. Durante la campaña 2005-2006 cerca del 30-35 % del total acopiado fue secado con máquinas a alta temperatura, versus un 24 % en 1998 con un régimen de lluvias significativamente menor (Bartosik y Rodríguez, 1998). Debido a esta situación no fue extraño en algunas plantas recibir camiones con trigo de 20 % de humedad.

Según información actualizada de Bartosik y Rodríguez (1998), el parque de secadoras del partido de Balcarce tiene una edad promedio mayor a 20 años y consideran la capacidad de las secadoras como subóptima para los volúmenes de producción que se manejan actualmente. Esta situación llevaría a los acopiadores a aumentar la temperatura del aire de secado, y así incrementar la capacidad de secado de las máquinas (de Dios, 1996).

Un agravante es que el 75 % del parque de secadoras del partido es del tipo columnas (PRECOP, 2006. inédito) por flujo de aire cruzado. Según Rodríguez (2005) este tipo de secadoras cuenta con la desventaja de formar un gradiente de humedad en la columna de secado. Las limitaciones comentadas, forzarían a realizar un tratamiento incorrecto del grano, con excesivas pérdidas de calidad (Bartosik y Rodríguez, 1998).

Las normas de calidad del grano están definidas básicamente por el destino del mismo: semilla, panificación, consumo animal, etc.

Según Kent (1975) las altas temperaturas y elevado tiempo de permanencia del grano en la secadora son dos factores que disminuyen fuertemente la viabilidad del grano por muerte del germen y calidad panadera (Imagen 1).



**Imagen 1.** Efecto de la temperatura sobre el volumen de panificación. En la imagen se puede observar que en los ejemplos I y III presentan severo daño por efecto de la temperatura de secado.

Como se observa en la Tabla 1, la viabilidad del grano es afectada más fácilmente que su calidad panadera. Es por ello que sería factible utilizar, como parámetro seguro de calidad panadera, un análisis de viabilidad. Además, el análisis de poder germinativo (viabilidad) es más sencillo y económico de realizar que el de calidad panadera.

**Tabla 1:** Temperaturas máximas que puede alcanzar el grano durante el secado, para evitar pérdidas de calidad, según diferentes fines.

TRIGO Semilla (> 24%)	43°C
Semilla (< 24%)	49°C
Molienda de harina	49-66°C

Fuente: Rodríguez, J. (2004).

## Objetivo

- Evaluar el efecto de la temperatura de secado y el tiempo de residencia sobre la viabilidad de la semilla de trigo.

## Materiales y métodos

Durante el mes de enero del 2006 se tomaron muestras de trigo en 5 plantas de acopio determinadas al azar. En cada secadora se tomaron 3 submuestras de aproximadamente 500 grs., alternadas cada cinco minutos, para confeccionar una muestra compuesta del grano a la entrada de la secadora. Se procedió de manera similar para obtener la muestra de salida de la secadora. Con el fin de tener seguridad que la muestra de entrada a la secadora es la misma que la muestra de salida, se procedió a calcular el tiempo de residencia del grano en la secadora (utilizando los datos de la tabla 2):

$$T = CE / CR$$

T: Tiempo que el grano reside en la secadora

CE: Capacidad estática de la secadora (llena de grano) (t.)

CR: Capacidad real de secado (t. / h.)

**Tabla 2:** Características de las 5 secadoras muestreadas, y modalidad de funcionamiento de las mismas (sistema de secado: modalidad "todo calor" (CC) y "calor-frío" (CF).

SECADORA	A	B	C	D	E
TIPO	COLUM. MIXTO	COLUMNAS	CABALLETE	COLUMNA	COLUMNA
CAPACIDAD REAL (t/h)	30-35	25	40	60	85
CAPACIDAD ESTÁTICA (t)	60	60	50	60	90
TIEMPO RESIDE GRANO (hs)	2 h.	2 h 45 min.	1 h. 15 min.	1 h.	1 h. 5 min.
SISTEMA DE SECADO	CC	CC	CC	CF	CF
PUNTOS DE H° A EXTRAER.	2	7	3	1,5	2,5

Inmediatamente después de obtener una submuestra a la salida de la secadora, se midió la temperatura del grano con un termómetro digital. Cada submuestra se guardó en una bolsa de plástico de cierre hermético (tipo ziploc), siendo finalmente rotulada. Posteriormente se determinó la humedad de las submuestras, utilizando el método de estufa (105°C durante 72 h.), mediante el siguiente cálculo:

$$\text{CONTENIDO DE HUMEDAD (en \%)} = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

**P<sub>i</sub>**

P<sub>i</sub> = peso de la muestra antes del secado en estufa.

P<sub>f</sub> = peso de la muestra después del secado en estufa.

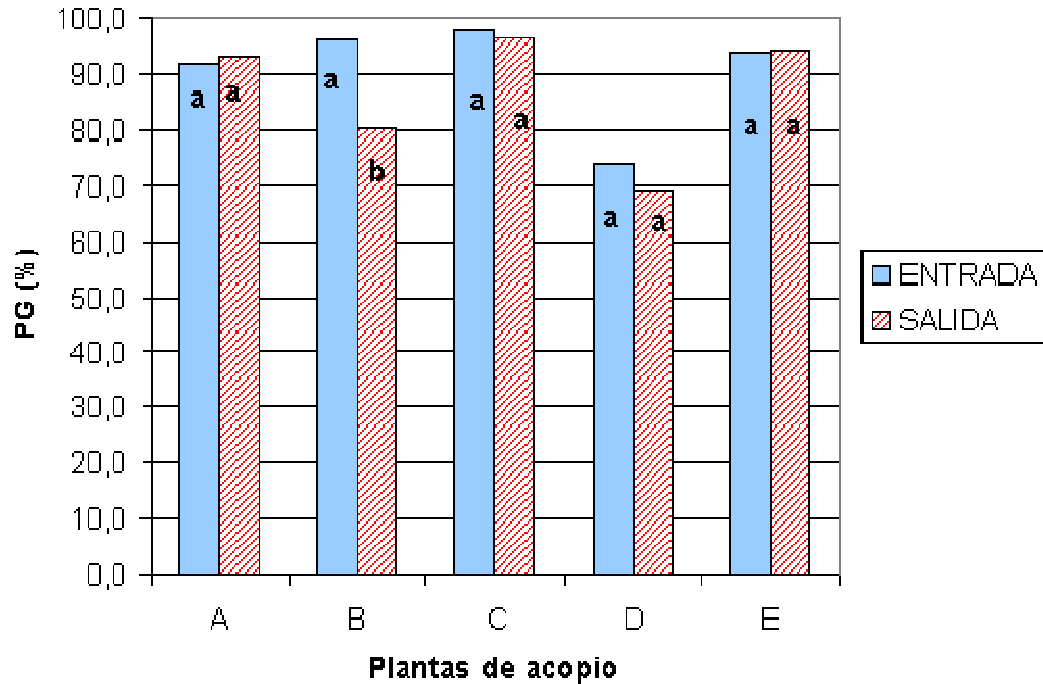
#### Determinación de Calidad

Utilizando un cuarteador tipo Boerner, para cada planta de acopio, se homogeneizaron las submuestras dando como resultado una muestra compuesta (1,5 kgrs) de entrada a la secadora y una de salida, por planta de acopio. Se conformó un ensayo completamente aleatorizado, con dos tratamientos (antes y después de secadora) y 3 repeticiones de 100 semillas por tratamiento, obtenidos de un cuarteado de la muestra hasta 50 gramos. A cada repetición se realizó un test de poder germinativo (según normas ISTA para la especie) en el laboratorio de semillas de la EEA Balcarce. Una vez obtenidos los datos se realizó un análisis, por planta de acopio, mediante un ANOVA (nivel de significancia: 0.05).

#### Resultados y discusión

Como se observa en el Gráfico 1 los porcentajes de poder germinativo (PG) de las muestras antes de su paso por la secadora varían entre plantas y esto se debe principalmente a diferentes calidades de las mismas.

El análisis arrojó diferencias significativas de viabilidad entre tratamientos en la planta de acopio B, con una diferencia del 15 % de PG (Gráfico 1). En el resto de las plantas, aunque no hubo diferencias significativas la planta D mostró una tendencia a disminuir calidad con el secado.



**Gráfico 1:** Porcentaje de poder germinativo (PG) de las distintas plantas de acopio muestreadas (A, B, C, D y E) a la entrada de la secadora y salida de la misma. Significando letras diferentes, dentro de una planta, diferencias significativas (nivel de significancia del 5%).

Las muestras de la planta de acopio B presentaron una diferencia mayor a 6 puntos porcentuales de humedad entre las muestras de entrada y salida de la secadora (Tabla 3). Al trabajar esta secadora con similar temperatura que las demás plantas muestreadas se deduce que las diferencias de viabilidad se deberían a un excesivo tiempo de permanencia del grano en la secadora. La prolongada exposición del grano a la temperatura del aire de secado propició que el grano elevara su temperatura por encima de los 45 °C. Según Kent (1975) en general, a una misma temperatura del aire de secado, cuando más húmeda está la masa de granos más tarda en calentarse. Esto es debido a que, inicialmente, el calor evapora agua del grano y no es absorbido por el mismo. Sin embargo, a medida que el grano pierde humedad durante el proceso de secado se corre el riesgo de un sobrecalentamiento del mismo con la consiguiente pérdida de poder germinativo.

Kent (1975) estudió la relación entre la temperatura del grano, su humedad y el tiempo de exposición al aire de secado. Este autor señala que el grano de trigo con una humedad inicial de 24 % pierde totalmente su capacidad germinativa al ser sometido durante 24 minutos a temperatura de 64 °C. En cambio cuando la humedad es de 15 %, el trigo pierde totalmente su poder germinativo con temperaturas de 72 °C durante 60 minutos.

Las demás secadoras muestreadas (A, C, D y E), secaron grano con menos contenido de humedad, ya que en ninguno de los casos se superó una extracción de 3 puntos de humedad (Tabla 3). Como ya fue mencionado anteriormente, un grano con menor contenido de humedad es menos susceptible al deterioro. La secadora de la planta A, (Tabla 3) coincide con la secadora B tanto en la temperatura del aire como en la modalidad de trabajo (CC). La muestra contenía menor humedad de entrada por lo tanto sólo se le extrajo 2 puntos de humedad. En este caso la temperatura del grano no alcanzó los 40 °C lo que denota una mejor relación entre el tiempo de permanencia del grano en la secadora y el tipo de secadora utilizada. Además la planta A cuenta con una secadora tipo flujo Mixto (Tabla 2), que le permite un secado más homogéneo del grano que la secadora tipo columnas (planta B). En general, a igual condiciones de uso, las secadoras de flujo mixto (columnas de flujo mixto y caballetes) permiten un secado de mejor calidad que las secadoras de flujo cruzado (columnas) aún cuando estas últimas presentan modificaciones que mejoren el diseño sin reducir notablemente su eficiencia (Dalpascuale y otros, 1991).

En el caso de la planta D, aunque se utilizaron temperaturas elevadas de secado (115° C), el tiempo de permanencia del grano dentro de la secadora no fue suficientemente prolongado como para perder calidad (Tabla 2).

La planta E cuenta con una secadora de mayor capacidad (90 t.), lo que le permite reducir la temperatura del aire de secado (65 °C) y así evitar pérdidas de calidad.

Se ha observado que en todas las muestras tomadas a la salida de la secadora la humedad permaneció siempre por debajo del 14 % (humedad de recibo). Esto indica que existe una tendencia al sobresecado de la mercadería. Cuando la determinación de humedad se realiza inmediatamente después de un proceso violento de secado, se observa una recuperación de humedad, o "revenido". Dicho revenido es producto de una incorrecta medición, o de una deficiente calibración del humidímetro (generalmente existe una mala corrección por temperatura al medir humedad). Para evitar que el revenido lleve a sobrepasar la humedad base comercialización se sobreseca, aumentando el deterioro de la calidad del grano (de Dios, 1996). Según de este autor el sobresecado implica una reducción de la capacidad de secado y un consumo energético innecesario. La medición de humedad debería realizarse luego de dejar enfriar y estabilizar la humedad del grano que sale de la secadora, ya que a medida que la temperatura del grano supera los 20-25 °C de temperatura aumentan el margen de error en la medición de humedad (Yanucci, 2000).

## Conclusiones

- En la mayor parte de las plantas del partido (80 %), la calidad no se ve afectada por efecto de la secadora, aunque es común el sobresecado del grano por incorrecta medición de la humedad.
- El secado de lotes de trigo con elevada humedad en secadoras de baja capacidad se tiende a realizar con temperaturas y/o tiempos de residencia del grano dentro de la secadora por encima de los recomendados. Como resultado de esta situación la temperatura del grano supera el límite de 43°C, causando pérdidas de calidad importantes (situación agravada con secadoras de columnas).

## Recomendaciones

- No superar los 43°C de temperatura de grano en ningún momento de la operación de secado.
- Instalar sensores de temperatura en el interior de la cámara de secado.
- En secadoras funcionando a todo-calor formar una muestra de descarga, colocar el grano en un embase térmico y medir temperatura del grano con un termómetro.
- En secadoras funcionando en la modalidad tradicional (calor-frío) tomar una muestra de grano previo a su ingreso a la sección de enfriado, colocar el grano en un embase térmico y medir la temperatura con un termómetro (importante: no tomar la muestra de secado a la salida de la secadora ya que el grano fue previamente enfriado!!).
- Si la temperatura del grano se encuentra por encima de 43°C reducir la temperatura del aire de secado o el tiempo de permanencia del grano en la secadora considerando la posibilidad de realizar más de una pasada por la secadora para llegar a la humedad deseada.
- Para comprobar que no se está afectando la calidad panadera del grano se puede tomar una muestra a la entrada y otra a la salida de la secadora (recuerde asegurarse que se trata del mismo lote) y relizar un simple análisis de poder germinativo. Si este no fue afectado por la operación de secado, entonces la calidad panadera tampoco fue afectada.

**Para más información contactarse a los siguientes emails:**

[rbartosik@balcarce.inta.gov.ar](mailto:rbartosik@balcarce.inta.gov.ar)  
[jrodriguez@balcarce.inta.gov.ar](mailto:jrodriguez@balcarce.inta.gov.ar)  
[leandrocadosoar@yahoo.com.ar](mailto:leandrocadosoar@yahoo.com.ar)  
T.E: 02266 439100 int.312

## Bibliografía

- EEA. INTA Balcarce. 2006. Información Agrometeorológica. Obtenido en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/Meteor.htm> . Accedido en Julio del 2006.
- Bartosik, R.E. y J.C. Rodríguez. 1998. El Acopio de Granos en el Partido de Balcarce: Diagnóstico y Evolución. Congreso Latinoamericano de Ingeniería Rural, Congreso Argentino de Ingeniería. 18 al 20 de noviembre de 1998, La Plata, Argentina.
- Dalpasquale, V. A.; Marques Pereira, D. A.; Sinicio, R. y D Oliveira Filho. 1991. Secado de Granos a Altas Temperaturas. Serie Tecnología Postcosecha 10. Oficina Regional de la FAO. Santiago, Chile. pp 75.
- De Dios, C. A., 1996. Secado de Granos y Secadoras. Serie tecnológica Postcosecha 11. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Pág. 5.
- Kent N.L. (1975). Technology of Cereals Pergamon Press U.K., U.S.A. Australia, France, Germany. pp. 306. En: Efecto del Almacenaje y el Secado Sobre la Calidad del Grano. Obtenido en: <http://agro.uncor.edu/~ceryol/documentos/postcosecha/calidadalmacenamiento.pdf> Accedido en julio de 2006.

- Pahilé, G. 2006. Rotaciones en el Sudeste Bonaerense. Obtenido en: <http://www.mejor cosecha.com.ar/Cursoe/ResumenesTrigoALDia/Pahile/Pahile.html> Accedido en agosto de 2006.
- Rodríguez, J. C. 2004. Primera Jornada del Proyecto Nacional de Cosecha y Postcosecha de Granos. 29 y 30 de noviembre y 1, 2 y 3 diciembre, Manfredi, Argentina.
- Rodríguez, J. C. 2005. 1er Jornada de Trigo de la Región Centro. Calidad en Secado de Granos. Obtenido en: <http://www.bccbba.com.ar/bcc/images/Trigo2005/Conf%2012.pdf>
- Yanucci, D. 2000. Secado, Libro de Actualización Nº 1. Granos & Postcosecha Latinoamericana, de la Semilla al Consumo. Buenos Aires. Cap. 3, p. 69.