



**Leza, Escriña  
& Asociados S.A.**  
*Consultores en Ingeniería  
de Riesgos y Valuaciones*

Perú 345 12º C  
Buenos Aires  
Argentina  
[www.lea.com.ar](http://www.lea.com.ar)

[info@lea.com.ar](mailto:info@lea.com.ar)  
tel: 4334.2514  
(líneas rotativas)

Ingeniería e  
inspección de riesgos

Programas  
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños  
en automóviles

# CIRCULAR 03.01

## Combustión Espontánea de granos - Definiciones

### Propiedades físicas

#### Fisiología

Los cereales en general son organismos que respiran absorbiendo oxígeno, desprendiendo anhídrido carbónico y vapor de agua, con producción de calor. Esta condición natural que poseen, veremos que tiene gran importancia para su conservación.

#### Contenido de agua

El agua en los cereales aparece de 2 formas:

- El agua de composición contenida en las células.
- El agua libre que se encuentra en la superficie de las células, de la que éstas absorben superficialmente una parte. Este el contenido de humedad libre que se mide y condiciona la conservación del grano. Los cereales en general no se conservarán si el porcentaje de humedad supera el 13%.

#### Conductividad térmica

Los cereales poseen bajo calor específico y una escasa conductibilidad térmica, es decir, son aislantes del calor.

Cuando se produce una fermentación en la masa del cereal dentro de un almacenamiento a granel, resulta insuficiente la circulación natural de aire entre



**Leza, Escriña  
& Asociados S.A.**  
*Consultores en Ingeniería  
de Riesgos y Valuaciones*

Perú 345 12º C  
Buenos Aires  
Argentina  
[www.lea.com.ar](http://www.lea.com.ar)

[info@lea.com.ar](mailto:info@lea.com.ar)  
tel: 4334.2514  
(líneas rotativas)

Ingeniería e  
inspección de riesgos

Programas  
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños  
en automóviles

granos para evacuar el calor producido, y debido al bajo calor específico, la temperatura puede alcanzar valores muy elevados.

En cambio, las variaciones de temperatura externa al almacenamiento, tienen un efecto muy pequeño en el seno de grandes masas de granos.

## Agentes y causas de alteración

Las causas de alteración obedecen a varias causas:

- Físicas: temperatura, humedad, agua, gas
- Biológicas: microflora (moho, bacterias, levaduras), artrópodos (insectos, ácaros), vertebrados (roedores, pájaros).
- Técnicos: condiciones de almacenamiento, estado del grano (roturas, impurezas).

## La temperatura y la humedad en la conservación del grano

Existe una relación entre el contenido de agua del cereal y la humedad del aire que depende de la temperatura; el aire caliente absorbe más agua que el aire frío.

De este modo, cuando hay una zona caliente dentro de un silo o celda, en dicho lugar puede haber una mayor cantidad de humedad, y cuando la misma se evapora y llega a la parte fría del cereal, se condensa aumentando el contenido de agua en la zona fría.

Un grano cuya proporción de humedad es del 15%, se conservará bien 2 meses a 15º C, solo 1 mes a 20º C y 15 días a 30º C.



**Leza, Escribana  
& Asociados S.A.**  
*Consultores en Ingeniería  
de Riesgos y Valuaciones*

Perú 345 12º C  
Buenos Aires  
Argentina  
[www.lea.com.ar](http://www.lea.com.ar)

[info@lea.com.ar](mailto:info@lea.com.ar)  
tel: 4334.2514  
(líneas rotativas)

Ingeniería e  
inspección de riesgos

Programas  
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños  
en automóviles

## Fermentación

El metabolismo de los insectos va acompañado de calor y humedad. El calor no se evacua y el grano se calienta. La diferencia de calor provoca un movimiento de aire en la masa, y el encuentro del aire caliente con la masa fría produce la condensación, con la proliferación de hongos y moho, terminando en la podredumbre.

## Daños y pérdidas

Los daños son una manifestación visible de una alteración que posteriormente pueden dar lugar a una pérdida.

Hay pérdidas cuantitativas (peso o volumen) y cualitativas (disminución del poder germinativo, baja en la materia grasa).

Las estadísticas muestran que las pérdidas totales, desde la cosecha al consumo, pueden representar un 40% de la producción en las zonas cálidas y húmedas, y un 10% en las zonas secas. Una parte de las pérdidas se originan naturalmente en el almacenamiento, dependiendo el valor de las mismas del manejo que se haya hecho del cereal. Por ejemplo, en los oleaginosos atacados por los insectos produce su ranciedad, derivada del aumento de ácidos grasos libres. Todas estas pérdidas finalmente tienen un valor comercial.

## El cereal "ardido"

En Argentina se dice que el cereal está ardido cuando ha sufrido cierto grado de deterioro por fermentación y/o las distintas acciones orgánicas que hemos mencionado, perdiendo algunas de sus propiedades y/o rendimiento como alimento. Es una condición irreversible, puede detenerse su descomposición mediante ciertas condiciones de manejo, pero no puede volverse a su situación original.



**Leza, Escriña  
& Asociados S.A.**  
*Consultores en Ingeniería  
de Riesgos y Valuaciones*

Perú 345 12º C  
Buenos Aires  
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar  
tel: 4334.2514  
(líneas rotativas)

Ingeniería e  
inspección de riesgos

Programas  
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños  
en automóviles

El cereal ardido no está quemado, es decir, no ha entrado en combustión, no se ha incendiado. Sin embargo, si no se lo procesa o acondiciona adecuadamente, con el transcurso del tiempo puede entrar en combustión.

## Conclusiones sobre las propiedades físicas

De las consideraciones anteriores se desprende que los cereales en general, incluidas las oleaginosas, tienen tendencia natural hacia su degradación y/o pérdida de propiedades y/o calidad, la que puede ser más o menos importante conforme sean las condiciones de manejo.

## Combustión

El Manual de la Protección Contra Incendios de la NFPA - National Fire Protection Association de los EEUU - define como combustión en su Capítulo Química y Física del Fuego:

*La combustión es el proceso de las reacciones exotérmicas autocatalizadas en las que participa un combustible. Este proceso, generalmente, aunque no necesariamente, está asociado con la oxidación de un combustible por el oxígeno atmosférico. A la combustión en fase sólida se la suele designar como combustión incandescente, mientras que a la de fase gaseosa nos referimos como combustión con llama.*

En los almacenamientos de cereales a granel, es común que el proceso comience con una combustión espontánea, que se desarrolla lentamente dentro de la masa del cereal, y solo se acelera con el ingreso de aire, o bien cuando la masa incandescente toma contacto con el aire del ambiente.

## Temperatura de ignición

La NFPA dice:



**Leza, Escribá  
& Asociados S.A.**  
*Consultores en Ingeniería  
de Riesgos y Valuaciones*

Perú 345 12º C  
Buenos Aires  
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar  
tel: 4334.2514  
(líneas rotativas)

Ingeniería e  
inspección de riesgos

Programas  
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños  
en automóviles

La temperatura de ignición es la temperatura mínima a la que debe ser calentada una sustancia en presencia de aire para que en ella se pueda iniciar y mantener una combustión independiente de la fuente de calor.

La temperatura de ignición de los granos en general, y del girasol en particular, dentro de una planta de almacenaje a granel, depende de la humedad del grano, la cantidad de polvo y de materias orgánicas extrañas al mismo grano. Aun cuando esta temperatura es variable, en un grano (Ej. girasol) puede oscilar entre los 250° C y 400° C.

## **Combustión espontánea**

Transcribimos otras definiciones del mismo Manual y Capítulo de la NFPA:

El proceso de aumento de temperatura de un material dado, sin necesidad de un aporte de calor externo de su entorno, se llama calentamiento espontáneo. El calentamiento espontáneo de un material hasta su temperatura de ignición tiene por resultado la ignición espontánea o combustión espontánea. Más adelante, el mismo Capítulo del Manual de la NFPA agrega otros párrafos de interés a los fines de este informe:

La oxidación bacteriana es causa corriente del calentamiento de las cosechas agrícolas por ser el calor uno de sus productos.

El contenido de humedad de los productos agrícolas tiene una definida influencia en el riesgo de calentamiento espontáneo.

La experiencia indica que el calentamiento espontáneo del cereal puede producir una ignición (combustión espontánea) en un período de entre 2 (dos) y 6 (seis) semanas después de su almacenamiento en condiciones inadecuadas. El proceso de calentamiento espontáneo - en primer término - y de combustión espontánea al final, es lento, dependiendo de las condiciones de almacenamiento tales como humedad, temperatura, grado de disipación térmica, aireación, transilaje, grado de limpieza, entre otras.



**Leza, Escriña  
& Asociados S.A.**  
*Consultores en Ingeniería  
de Riesgos y Valuaciones*

Perú 345 12º C  
Buenos Aires  
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar

tel: 4334.2514  
(líneas rotativas)

Ingeniería e  
inspección de riesgos

Programas  
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños  
en automóviles



En mayo de 2012 una celda con pellets de soja ardió durante más de 20 días en la localidad de Ricardone (Santa Fe – Argentina) hasta que pudo ser extinguida por los Bomberos. Los vecinos iniciaron acciones legales por las molestias que sufrieron durante el período.

En febrero de 2012 una combustión afectó una celda con maíz en la localidad de San Jerónimo Sud (Santa Fé - Argentina). La celda tenía una capacidad de almacenamiento de 50.000 tn.



### **Definición de cereal "ardido"**

El término "ardido" utilizado para el cereal no tiene ninguna definición técnica; la Cámara de Cereales, que analiza y arbitra sobre las condiciones de los mismos, determina tenores grasos, proteicos, grado de acidez y de rancidez, pero no hay ninguna determinación técnica que indique un grado de "ardido".

Es una palabra utilizada vulgarmente, que en cereales se interpreta como un grado de deterioro de la mercadería por mal manejo y/o condiciones de almacenaje.

### **Pérdida de valor de la mercadería "ardida"**

La mercadería ardida ha perdido valor pues sus características físicas y orgánicas originales a la fecha de la cosecha han sufrido un deterioro como consecuencia de un manejo inadecuado.

### **Los granos y el Seguro**



**Leza, Escribana  
& Asociados S.A.**

*Consultores en Ingeniería  
de Riesgos y Valuaciones*

Perú 345 12º C  
Buenos Aires  
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar  
tel: 4334.2514  
(líneas rotativas)

Ingeniería e  
inspección de riesgos

Programas  
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños  
en automóviles

Este deterioro de la mercadería es lo que en el mercado asegurador se conoce como vicio propio de la cosa, tipo de daño excluido de cualquier póliza de seguros; eventualmente, los mayores daños resultantes, tales como la combustión espontánea o un incendio pueden ser objeto de un seguro, pero generalmente en estos casos se establecen condiciones de cuidado del grano, habida cuenta de su natural condición de deterioro gradual con el transcurso del tiempo.

Los seguros de bienes cubren la combustión espontánea o bien el incendio claramente manifestados.

*Cuando comienza un proceso de combustión espontánea?* Cuando el grano tiene una temperatura de 25°C, de 40°C, de 50°C, de 70°C? Cualquiera de estas temperaturas, u otras más bajas o más altas pueden ser interpretadas como dentro del proceso de combustión espontánea. Es por ello que el proceso no está cubierto (es un vicio propio), hasta tanto no se manifiesta realmente como una combustión espontánea (brasa) o un incendio (llama).

## **Bibliografía**

Manual de Protección Contra Incendios – NFPA

El Almacenamiento de Granos y Semillas Alimenticios de Jean Appert (Editorial Hemisferio Sur, Edición 1993).

Doc..Leant F-Manual de Seguridad - Materias primas - Combustión espontánea en cereales-oleaginosas.