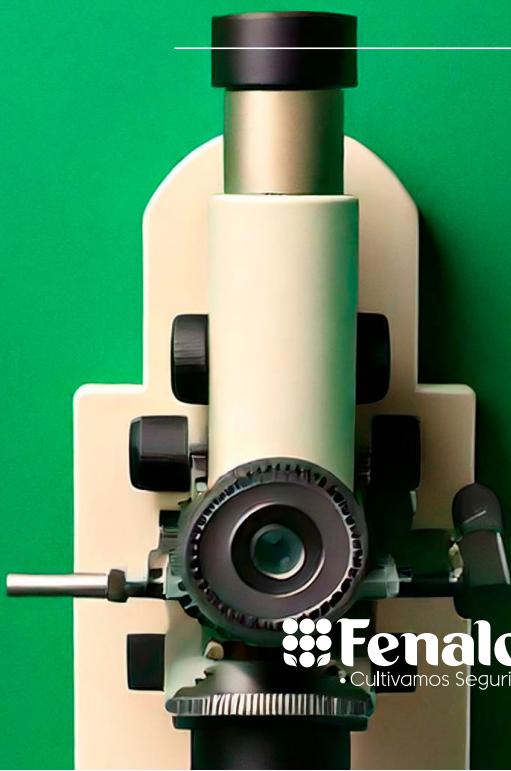




MAÍZ Y SOYA:

*Impacto de la calidad en la
producción de alimentos*



Fenalce
• Cultivamos Seguridad •

FNC | **FNS**

MAÍZ Y SOYA:

*Impacto de la calidad
en la producción de alimentos*

MAÍZ Y SOYA:
Impacto de la calidad en la producción de alimentos, 2024

Autores

Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya- FENALCE

Fondo Nacional Cerealista - FNC

Fondo Nacional de la Soya - FNS

Arnulfo Trujillo Díaz

Gerente General

Henry Vargas Zuleta

Director Departamento económico y de apoyo a la comercialización

Editor

Erika López Linares

Profesional I Departamento económico y de apoyo a la comercialización

Colaboradores

Eliana Marín Álvarez

Profesional Departamento económico y de apoyo a la comercialización

Nicol Hernández León

Profesional Departamento económico y de apoyo a la comercialización

Geraldin Palma Molina

Profesional Departamento económico y de apoyo a la comercialización

Norelsy Ballesteros Martínez

Profesional Departamento económico y de apoyo a la comercialización

Yenifer Valenciano Pulido

Profesional Departamento económico y de apoyo a la comercialización

Diseño y diagramación

Salsa Visual S.A.S

Fotografías

Erika López Linares

Archivo Fenalce

Noviembre 2024

INTRODUCCIÓN

El maíz es un alimento básico en la dieta de los colombianos, que proporciona la energía necesaria para las funciones vitales del organismo. Además, es un cultivo esencial para la seguridad alimentaria del país.

Por su parte, la soya destaca por su alto contenido proteico, siendo un componente clave en la formulación de alimentos balanceados para animales. Este cultivo también es valorado por su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, lo que beneficia a los cultivos subsiguientes.

Ambos granos, maíz y soya, deben cumplir con ciertos requisitos específicos que determinan su calidad. Uno de los principales criterios de evaluación es su clasificación en grados, que refleja la idoneidad para diversos usos industriales, como la producción de alimentos. Este proceso de clasificación se basa en el análisis de parámetros como la humedad, el peso hectolítico y la presencia de daños e impurezas. Además, se realizan pruebas complementarias para detectar la presencia de contaminantes, y medir los niveles de proteína, aceite y fibra, que son factores importantes para determinar la utilidad del grano según las necesidades específicas de cada industria.

La demanda de maíz y soya de alta calidad es esencial para garantizar la producción de alimentos nutritivos y seguros para su consumo, lo que a su vez impacta en la industria transformadora.

Dado que la calidad juega un papel crucial en las industrias transformadoras de granos, este documento se enfoca en describir la influencia significativa que tienen los daños en la calidad de los productos finales, tales como arepas, harinas, grits, maíz trillado, alimentos balanceados, entre otros.

Cada etapa, desde la siembra hasta la cosecha y el manejo poscosecha, tiene un impacto directo en la calidad final. Los agricultores que adoptan prácticas adecuadas no solo aseguran la integridad de sus cosechas, sino que también contribuyen a la producción de alimentos inocuos.

En un mercado cada vez más competitivo, los granos que cumplen con altos estándares de calidad suelen encontrar mejores oportunidades de comercialización. Así, la responsabilidad compartida entre agricultores y empresas transformadoras no solo fortalece la cadena de valor, sino que también garantiza la producción de alimentos nutritivos y seguros para la población.

Los cereales y leguminosas, como el maíz y la soya, son materias primas fundamentales en la producción de alimentos para consumo humano y animal.

ÍNDICE

1. Grado de calidad del maíz	5
1.1. Clasificación internacional del maíz	5
1.2. Clasificación nacional del maíz	7
2. Grado de calidad de la soya	9
2.1. Clasificación internacional de la soya.....	9
2.2. Clasificación nacional de la soya.....	11
3. Tipos daños que afectan la calidad del maíz y la soya: Implicaciones en la industria.....	11
3.1. Granos fisurados	12
3.2. Daños por calor	14
3.3. Daños por hongo.....	16
3.3.1. Tipos de micotoxinas e implicaciones	19
3.4. Daños por insecto	20
4. Otros defectos en granos	23
5. Granos partidos.....	25
6. Impurezas.....	27
7. Humedad y peso Hectolítrico.....	29
8. Determinación del grado de calidad en laboratorio	29
Bibliografía	36

1 GRADO DE CALIDAD DEL MAÍZ

1.1. Clasificación internacional del maíz

Cuando se hace referencia a "grado de calidad del maíz", se habla del sistema de clasificación a cargo del Servicio Federal de Inspección de Granos (FGIS, por sus siglas en inglés) que opera bajo el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). Este sistema, que clasifica el maíz en los grados del 1 al 5 e indica un grado adicional llamado "SG", tiene como función principal garantizar una mayor transparencia en los procesos comerciales.

¿A qué se refieren con cada uno de esos grados?

Grado 1: Representa el maíz de la más alta calidad. Suele tener un color uniforme, tamaño consistente y bajo contenido de impurezas y/o daños.

Grado 2 y 3: A medida que aumenta el grado disminuye la calidad del grano, ya que pueden presentarse variaciones en el tamaño, color y presencia de daños y/o impurezas.

1

Maíz que:

- Tiene un peso hectolítrico de 72 kg/hL.
- Tiene máximo 0,1% de daños por calor.
- Tiene máximo 3% de daños totales (otros daños).
- Tiene máximo 2% de granos partidos e impurezas.

→ En Colombia, el daño máximo por calor para este grado es del 0,5%.

2

Maíz que:

- Tiene un peso hectolítrico de 69 kg/hL.
- Tiene máximo 0,2% de daños por calor.
- Tiene máximo 5% de daños totales (otros daños).
- Tiene máximo 3% de granos partidos e impurezas.

→ En Colombia, el daño máximo por calor para este grado es del 1%.

3

Maíz que:

- Tiene un peso hectolítrico de 67 kg/hL.
- Tiene máximo 0,5% de daños por calor.
- Tiene máximo 7% de daños totales (otros daños).
- Tiene máximo 4% de granos partidos e impurezas.

→ En Colombia, el daño máximo por calor para este grado es del 3%.

4

Maíz que:

- Tiene un peso hectolítrico de 63 kg/hL.
- Tiene máximo 1% de daños por calor.
- Tiene máximo 10% de daños totales (otros daños).
- Tiene máximo 5% de granos partidos e impurezas.

→ En Colombia, el daño máximo por calor para este grado es del 5%.

5

Maíz que:

- Tiene un peso hectolítrico de 59 kg/hL.
- Tiene máximo 3% de daños por calor.
- Tiene máximo 15% de daños totales (otros daños).
- Tiene máximo 7% de granos partidos e impurezas.

→ En Colombia, no se adopta el grado 5.

En Colombia, la NTC 366:2015 adiciona el daño por hongo para esta clasificación:

Para el grado 1, el daño por hongo debe ser máximo de 1%; para el grado 2 de 1,5%; para el grado 3 de 2,5% y para el grado 4, el 3%.

Fuente: Elaboración propia con base en USDA (1996) & ICONTEC (2015).

Grado 4 y 5: Son categorías de maíz de menor calidad, con mayores porcentajes de las características mencionadas.

Finalmente, se encuentra el grado "SG", comúnmente conocido como "fuera de norma". Este tipo de maíz exhibe signos que podrían incluir uno o varios de los siguientes aspectos, cada uno de los cuales puede tener efectos en la salud de quienes lo consumen:

A

Sobrepasa los valores de la clasificación 1, 2, 3, 4, 5.

B

Contiene sustancias o elementos contaminantes.

C

Tenga acidez, viscosidad, u olores extraños.

El olor ácido detectado en el maíz puede atribuirse a diversos factores, principalmente asociados con prácticas inadecuadas de almacenamiento (por ejemplo, almacenar maíz durante períodos prolongados con humedades superiores al 14%).

Contiene piedras que exceden el 0,1% del peso de la muestra, 2 o más piezas de vidrio, 3 o más semillas de crotalaria, 2 o más semillas de ricino, 4 o más partículas de sustancias extrañas desconocidas o sustancias comúnmente reconocidas como dañinas o tóxicas, 8 o más *Xanthium* spp. o semillas similares, o residuos animales que excedan el 0,2% en 1.000 gramos.

D

Cualquier otra distinción de mala calidad

Según el Codex Stan 153-1985, el maíz debe ser inocuo, exento de sabores y olores extraños, insectos vivos y suciedad en cantidad tal que pueda representar un peligro para la salud de los consumidores.

Fuente: Elaboración propia con base en USDA, 1996

1.2. Clasificación nacional del maíz

Colombia tomó como referencia la clasificación estadounidense con el fin de establecer dichos requisitos en las Normas Técnicas Colombianas NTC-366:2015 Maíz en grano para consumo humano, en la cual se clasifica el maíz en grados del 1 al 4; y la NTC 535-1:2014 Alimento para animales. Maíz, que clasifica del 1 al 3. En estas NTC, también se establecen los límites microbiológicos y/o químicos relacionados con contaminantes como micotoxinas y metales pesados.

Tabla 1. Clasificación en grados del maíz para consumo humano

Características	Unidad	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
Peso Hectolitro, mínimo	kg/hL	72,0	69,0	67,0	63,0
Granos dañados:					
Por calor, en fracción de masa, máxima	%	0,5	1,0	3,0	5,0
Por hongo, en fracción de masa, máxima	%	1,0	1,5	2,5	3,0
Total de granos dañados, en fracción de masa	%	3,0	5,0	7,0	10,0
Granos partidos y material extraño, en fracción de masa, máxima	%	2,0	3,0	4,0	5,0

Fuente: Icontec. (2015).

Tabla 2. Clasificación en grados del maíz para consumo animal

Características	Unidad	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Peso Hectolitro, mínimo	kg/hL	72,0	69,0	67,0
Granos dañados:				
Por calor	%	0,1	0,2	0,5
Total	%	3,0	5,0	7,0

Fuente: Icontec. (2014).

Como se observa en la Tabla 1, para el maíz destinado al consumo humano, Colombia establece equivalencias con lo dispuesto por la FGIS, aunque con algunas diferencias. Por ejemplo, la FGIS es más estricta respecto al daño por calor y no especifica el daño causado por hongos.

En cuanto al maíz para consumo animal (ver Tabla 2), se mantienen los mismos parámetros de peso hectolítico, granos partidos, impurezas y daños totales que rigen para el maíz colombiano de consumo humano. Sin embargo, los valores de daño por calor se alinean con los establecidos para el maíz estadounidense. Esto se explica debido a que los daños por calor pueden deteriorar significativamente la calidad nutricional de los alimentos balanceados, afectando la salud y el rendimiento de los animales.

2 GRADO DE CALIDAD DE LA SOYA

2.1. Clasificación internacional de la soya

En concordancia con lo anterior, el FGIS también establece la clasificación para la soya, organizándola en grados que van del 1 al 4 y añadiendo también el grado "SG". Esta clasificación sigue el mismo principio, donde el grado 1 corresponde a la soya de la más alta calidad, en contraste con el grado 4, que indica una calidad inferior.

Soya que:	Grado 1	Soya que:	Grado 2
<ul style="list-style-type: none">Tiene máximo 0,2% de daños por calor.Tiene máximo 2% de daño total.Tiene máximo 1% de impurezas.Tiene máximo 10% de granos partidos.		<ul style="list-style-type: none">Tiene máximo 0,5% de daños por calor.Tiene máximo 3% de daño total.Tiene máximo 2% de impurezas.Tiene máximo 20% de granos partidos.	

Soya que:

Grado 3

- Tiene máximo 1% de daños por calor.
- Tiene máximo 5% de daño total.
- Tiene máximo 3% de impurezas.
- Tiene máximo 30% de granos partidos.

Soya que:

Grado 4

- Tiene máximo 3% de daños por calor.
- Tiene máximo 8% de daño total.
- Tiene máximo 5% de impurezas.
- Tiene máximo 40% de granos partidos.

La soya clasificada como grado 'SG' presenta signos que pueden incluir uno o varios de los siguientes aspectos, cada uno de los cuales puede tener implicaciones negativas para la salud de los consumidores.

A

No cumplen con los requisitos para los grados U.S. No. 1, 2, 3 o 4.

B

Contienen 4 o más piedras cuyo peso total excede el 0,1 % del peso de la muestra; 1 o más fragmentos de vidrio; 3 o más semillas de crotalaria; 2 o más semillas de ricino; 4 o más partículas de una sustancia extraña desconocida o una sustancia comúnmente reconocida como perjudicial o tóxica; 10 o más excrementos de roedores, excrementos de aves, o una cantidad equivalente de otras impurezas de origen animal. La suma total de estos materiales no debe exceder 10.

C

Tienen un olor a moho, agrio o un olor objetable comercialmente a materia extraña (excepto olor a tizón o ajo).

D

Están en proceso de calentamiento o de calidad notablemente baja.

Es importante destacar que este tipo de grano también se clasifica como 'SG' si la masa de granos está caliente, superando los 35 °C. La presencia de calor en la soya puede indicar infestación por insectos, procesos de fermentación o deterioro debido a altos niveles de humedades, lo que no solo compromete la inocuidad y calidad nutricional del grano, sino que también puede afectar negativamente la calidad de los productos terminados derivados de esta.

2.2. Clasificación nacional de la soya

La clasificación de grados para la soya en Colombia está regulada por la NTC 484 Soya para consumo (ver Tabla 3). En esta norma se observa que Colombia adopta algunos de los criterios de análisis del FGIS, como los daños por calor, daños totales y granos partidos (aunque no los valores específicos). No obstante, a diferencia del sistema estadounidense, no se especifica un porcentaje de impurezas para cada grado, sino un valor general aplicable a todo el grano comercializado (máximo del 3%). Además, la normatividad colombiana incluye el parámetro de peso hectolítico dentro de la clasificación, un criterio que no forma parte de dicho sistema para este grano.

Tabla 3. Clasificación en grados para soya

Características	Unidad	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Peso Hectolitro, mínimo	kg/hL	72,0	69,0	66,0
Granos partidos	%	5,0	10,0	15,0
Granos dañados:				
Por calor	%	1,0	2,0	3,0
Total	%	3,0	6,0	9,0

Fuente: ICONTEC (1975).

3 TIPOS DE DAÑOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL MAÍZ Y LA SOYA: IMPLICACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

En la industria de alimentos para humanos y animales, la calidad de los granos de maíz y soya es un factor clave que influye directamente en la seguridad y el valor nutricional de los productos finales. Daños por calor, insectos u hongos comprometen estas propiedades y elevan el riesgo de presencia de contaminantes, afectando la salud del consumidor. Entender estos daños y sus efectos en la cadena productiva es esencial para garantizar la producción de alimentos de alta calidad y cumplir con los estándares exigidos por el mercado.

3.1. Granos fisurados

Un grano fisurado es aquel que presenta grietas superficiales o profundas en su estructura física.



Causas de la Fisuración de los Granos de Maíz

Durante la producción primaria:

- **Susceptibilidad genética:** Algunas variedades son más propensas a la fisuración debido a sus características genéticas, como la dureza del endospermo y la estructura de la cáscara.
- **Estrés hídrico:** Cambios bruscos en la disponibilidad de agua durante el crecimiento del maíz llegan causar estrés hídrico, lo que puede conllevar a la fisuración.

Durante la Pos cosecha:

- **Desgranado:** La maquinaria en mal estado o mal calibrada puede ejercer fuerzas excesivas en los granos, fisurándolos.
- **Secado:** Un secado rápido o a altas temperaturas (superiores a 50 °C) genera tensiones internas en los granos, causando fisuras. Asimismo, un secado excesivo puede hacer que los granos sean más susceptibles a fisurarse por golpes.

- **Tempero:** Si después del secado no se realiza un tempero adecuado (es decir, un ajuste gradual de la temperatura del grano a la temperatura ambiente), se produce un choque térmico que ocasiona fisuración en el grano. Esto puede generar un proceso en el que los granos se resecan en la superficie mientras que en su interior permanecen húmedos, un fenómeno conocido como *case hardening*.
- **Transporte:** Los granos pueden golpearse entre sí o contra superficies duras, provocando fisuras.
- **Almacenamiento:** Cambios en la humedad relativa y temperatura del ambiente causan que los granos absorban o pierdan humedad, generando tensiones internas y fisuras.

Implicaciones:

- **Proceso de trillado:** Los granos con fisuras son más propensos a fragmentarse, lo que genera más partículas finas y polvo, aumentando la cantidad de subproductos y desperdicios, y reduciendo el rendimiento de trilla. Además, son más susceptibles a la contaminación por microorganismos como hongos y bacterias.
- **Harinas precocidas:** Cuando tienen fisuras, los granos absorben agua de manera desigual durante la cocción, resultando en una harina precocida con textura y consistencia poco uniformes. Esto también puede alterar el perfil de sabor de la harina precocida, reducir su estabilidad en el almacenamiento y, en general, afectar negativamente la calidad final del producto.
- **Grits:** Durante la molienda, los granos dañados generan partículas de diferentes tamaños, lo que resulta en grits con una textura inconsistente. Además, estos granos absorben agua de manera desigual durante la cocción, produciendo un producto con partes más blandas y otras más duras.
- **Arepas:** Las fisuras en los granos provocan una absorción desigual de agua durante la cocción y molienda, afectando la homogeneidad de la masa y, por ende, la textura de la arepa, haciendo que algunas partes queden más duras que otras.

**Los productos hechos a partir de granos fisurados
pueden tener una vida útil más corta debido a
una mayor susceptibilidad a la oxidación.**

¿Cómo minimizar la fisuración?

- Asegurar un secado uniforme y controlado (monitorear variables como temperatura y tiempo de secado, tempero y humedad relativa).
- Monitoreo de la humedad en el grano durante y al finalizar el proceso de secado.
- Manipulación cuidadosa durante la cosecha, transporte y almacenamiento.
- Verificación del porcentaje de grano fisurado antes y después del proceso de secado.
- Evitar un descenso excesivo de humedad en los granos.
- Mantener y monitorear condiciones óptimas de humedad y temperatura en los almacenes.
- Adecuado mantenimiento de los equipos.

3.2. Daños por calor

El daño por calor se refiere a las alteraciones fisicoquímicas y biológicas que ocurren en los granos cuando están expuestos a temperaturas excesivamente altas durante etapas de cultivo y la poscosecha. Estas alteraciones provocan cambios parciales o totales en el color del grano, generando tonalidades marrones.



Causas del daño por calor

En el Cultivo:

Las altas temperaturas pueden causar estrés térmico durante el desarrollo de las plantas, afectando la calidad de los granos. Además, la exposición prolongada a la radiación solar intensa provoca daños en la estructura, generando coloraciones oscuras en el grano.

En la poscosecha:

- **Secado:** Temperaturas muy altas durante este proceso pueden dañar la estructura celular del grano, lo cual se evidencia en un cambio en su color y tonalidad. Además, estas condiciones pueden reducir la calidad nutricional.
- **Almacenamiento:** Los valores altos de temperatura y humedad deterioran los granos. La presencia de microorganismos e insectos, junto con la respiración del grano, aumentan la temperatura en la masa de granos, ocasionando calentamientos que inducen cambios en el color.

Implicaciones:

- **Contaminación biológica y química:** El calor puede causar fisuras y grietas en los granos, haciéndolos más propensos a contaminación por hongos productores de micotoxinas.
- **Pérdida de nutrientes en alimentos:** El calor en exceso reduce el valor nutricional de los alimentos elaborados a partir de estos granos, debido a la desnaturalización de proteínas y la degradación de vitaminas.

Recuerde que muchas personas dependen de estos granos como fuente de energía y proteína.

Además, el crecimiento y salud de los animales puede verse afectados cuando consumen alimentos balanceados con bajo contenido nutricional, disminuyendo su desempeño productivo.

- **Afectación sensorial en productos terminados:** Las reacciones causadas debido al calor excesivo, puede provocar cambios en el sabor, aroma, color y textura de los alimentos elaborados a partir de

estos granos, afectando su apariencia y aceptabilidad. Por ejemplo, la masa para la elaboración de arepas puede volverse menos manejable cuando hubo daño estructural en los granos.

- **Reprocesos en almacenamiento:** Cuando ocurre calentamiento durante el almacenamiento, es necesario realizar procesos de aireación o trasiego de silos para reducir la temperatura de la masa de granos. Estos procesos implican tiempo e inversiones adicionales.
- **Pérdida de viabilidad en semillas:** El calor excesivo reduce la capacidad de germinación de las semillas.

¿Cómo minimizar la presencia de granos con daño por calor?

- Asegurarse de que, durante la poscosecha, el contenido de humedad del grano y la temperatura se mantengan bajos.
- Asegurar un proceso de secado controlado y adecuado para el tipo de grano.
- Monitorear constantemente las condiciones de humedad y temperatura del lugar de almacenamiento.
- Monitorear la posible presencia de insectos.
- Monitorear frecuentemente la temperatura de la masa de granos en diferentes puntos de la estructura de almacenamiento.
- Facilitar procesos de aireación en la infraestructura de almacenamiento.

3.3. Daños por hongo

El daño por hongos es causado por la contaminación por diferentes especies de hongos, que pueden infectar las plantas desde su crecimiento hasta las etapas de poscosecha, especialmente durante el almacenamiento. Esta contaminación puede llevar a la producción de micotoxinas, compuestos tóxicos que representan un riesgo significativo para la salud humana y animal.





Maíz



Soya

Causas de la contaminación por hongos

En el Cultivo:

- Las altas humedades durante la temporada de crecimiento y la cosecha favorecen el desarrollo de hongos.
- La poca o nula rotación de cultivos puede aumentar la acumulación de estos microorganismos en el suelo.
- Riegos excesivos.
- No realizar tratamiento en las semillas.
- Uso de semillas infectadas.

En la poscosecha:

- Almacenar granos de maíz con un contenido de humedad superior al 14% y de soya por encima del 13%.
- Almacenamiento en ambientes con alta temperatura y humedad. Aunque el grano tenga un nivel de humedad seguro, una humedad relativa superior al 67% favorece el desarrollo de hongos.
- Mezclar granos infectados con granos sanos o almacenar granos sanos en espacios insalubres.
- Prácticas inadecuadas en las etapas de poscosecha que dañan físicamente los granos (fisuración), volviéndolos más propensos a ser contaminados por hongos.
- Deficiencias en la infraestructura de almacenamiento (como goteras, filtraciones, etc.) que provocan el humedecimiento del grano.

Un daño físico como las fisuras, golpes o daños por insecto, puede ser un punto susceptible para la proliferación de hongos.

Hongos comunes presentes en maíz y soya



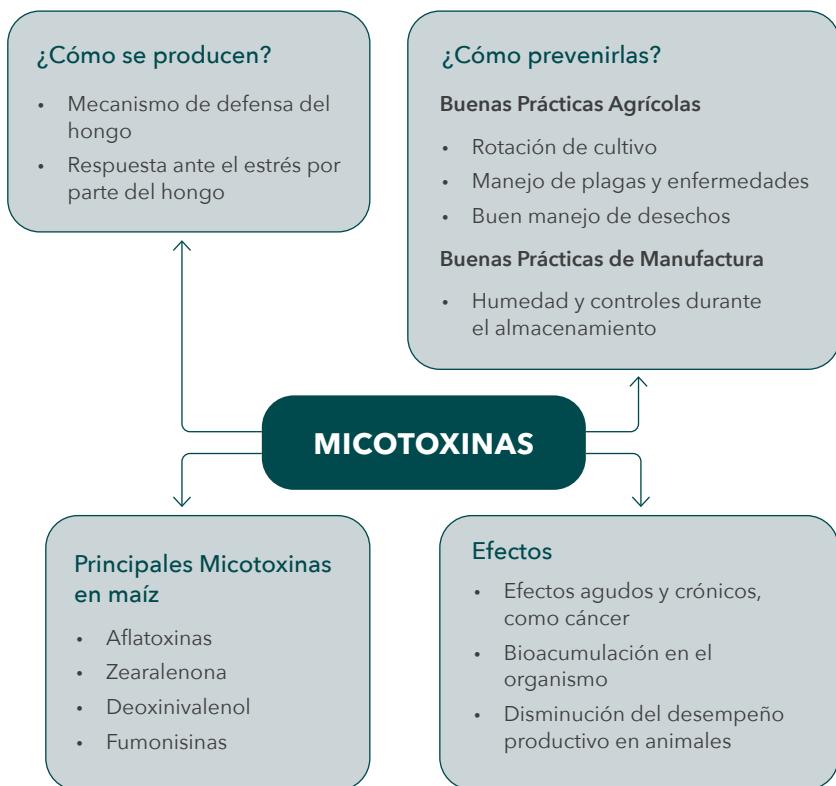
Implicaciones:

- **Contaminación química:** La principal consecuencia es la contaminación por micotoxinas, compuestos tóxicos que pueden causar enfermedades agudas y crónicas en humanos y animales.
- **Dificultad en el procesamiento:** Los granos dañados pueden quebrarse fácilmente, obstruyendo y dañando los equipos de procesamiento.
- **Disminución de la calidad nutricional:** Los hongos consumen los nutrientes de los granos, lo que resulta en una menor calidad nutricional, además de una contaminación. El consumo de estos alimentos contaminados puede reducir el desempeño productivo de los animales y causar intoxicaciones y afecciones gastrointestinales en humanos.
- **Afectación sensorial:** Los granos infectados afectan el sabor, color y aroma de los alimentos, disminuyendo su aceptación por parte de los consumidores. Los animales también pueden rechazar los alimentos debido a estos cambios, afectando su desarrollo y crecimiento.

¿Cómo minimizar la presencia de granos con daño por hongo?

- Implementar la rotación de cultivos.
- Usar variedades resistentes a hongos.
- Tratar las semillas y granos con fungicidas apropiados.
- Cosechar cuando los granos estén maduros y durante condiciones secas.
- Secar los granos a niveles seguros: soya al 13% y maíz al 14%.
- Monitorear y controlar la humedad y temperatura en almacenamiento.
- Mantener limpias las instalaciones de almacenamiento.

3.3.1. Tipos de micotoxinas e implicaciones



3.4. Daños por insecto

Es la afectación física y la contaminación de los granos causada por la actividad de insectos durante el cultivo, el almacenamiento y transporte.



Causas del daño por insecto

El daño es causado por insectos que infestan los granos principalmente durante el almacenamiento. Estos se alimentan de los granos, perforando su superficie y afectando su calidad.

Insectos comunes

- **Insectos primarios:** Son aquellos que poseen la capacidad de atacar el grano entero y sano. Se denominan de “infestación interna” porque sus fases iniciales (estadios larvales) se desarrollan en el interior del grano. Allí, se alimentan y se desarrollan y, al salir, perforan el grano dejando un orificio y el grano vacío. Estos insectos también rompen el grano para colocar los huevos en su capa exterior.

Principales insectos primarios

<p><i>Sitophilus zeamais*</i> "Gorgojo del maíz"</p> 	<p><i>Rhyzopertha dominica**</i> "Escarabajo del grano"</p> 
<p><i>Sitophilus oryzae**</i> "Gorgojo del arroz"</p> 	<p><i>Sitotroga cerealella**</i> "Polilla del maíz"</p> 

* Imagen tomada de CABI Digital Library. (16 de 11 de 2021). *Sitophilus zeamais* (greater grain weevil).

** Imágenes tomadas de Detia Degesch Group. (s.f.). Principales plagas de los productos almacenados. Chile.

Existen plagas primarias que afectan durante el cultivo y/o el almacenamiento; algunas afectan solo durante el cultivo y otras atacan únicamente durante el almacenamiento.

- **Insectos secundarios:** Son aquellos insectos que no son capaces de atacar granos enteros y sanos. Por esta razón, solo pueden alimentarse de granos previamente afectados por plagas primarias o dañados por otros procesos, especialmente por daños mecánicos. Se denominan de "infestación externa" ya que desarrollan su ciclo de vida por fuera del grano.

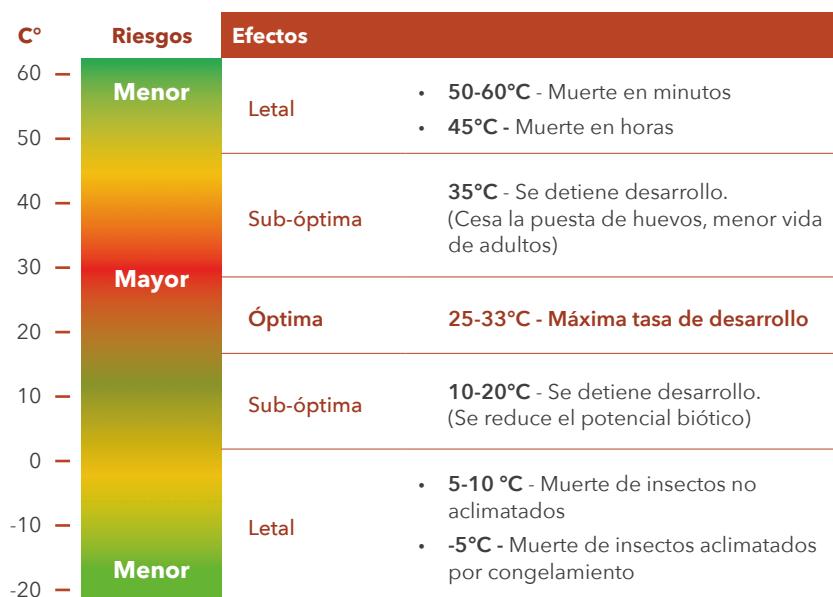
Implicaciones:

- **Contaminación biológica:** Los granos pueden contener excrementos, huevos y larvas de insectos, lo que afecta la inocuidad de productos terminados como harinas precocidas, arepas, entre otros. Esto también aumenta la probabilidad de presencia de microorganismos patógenos como *Escherichia coli*.

- **Contaminación química:** Los granos afectados quedan mayormente expuestos a la contaminación por hongos productores de micotoxinas, lo que representa un riesgo para la salud humana y animal.
- **Pérdida de valor nutricional:** Los insectos consumen compuestos esenciales del grano como proteínas, grasas y vitaminas, importantes en los alimentos balanceados para animales y productos para consumo humano.
- **Afectación sensorial:** Los granos dañados pueden causar afectaciones en la textura y rendimiento de harinas, a la vez que afecta la consistencia de productos como arepas.

¿Cómo minimizar la presencia de granos con daño por insecto?

Uno de los aspectos más importantes a controlar para evitar el desarrollo de insectos, es el control de la temperatura de almacenamiento. Observe el siguiente esquema.



Las temperaturas más bajas ralentizan el desarrollo de insectos.

Los insectos tienen un mayor desarrollo a temperaturas de 25 a 33 °C

- Limpie y desinfecte el espacio de almacenamiento antes de la cosecha. Mantenga la limpieza durante todo el tiempo, eliminando restos de granos y polvo.
- Inspeccione regularmente el grano almacenado, para detectar posibles contaminaciones y actuar a tiempo.
- Realice aplicaciones preventivas de insecticidas utilizando productos aprobados para su uso en alimentos. Asegúrese de cumplir con todas las normas de seguridad: revise la ficha técnica del producto, respete las dosis indicadas, siga los métodos de aplicación recomendados, considere el tiempo de carencia, el periodo de reingreso y utilice siempre los elementos de protección personal necesarios.
- Inspeccione regularmente la integridad del material de empaque del grano.
- Mantenga una apropiada aireación para controlar la humedad y la temperatura dentro del espacio de almacenamiento.

4 OTROS DEFECTOS EN GRANOS

Además de los daños más comunes, existen otros defectos que se presentan con frecuencia y pueden afectar significativamente la calidad de los granos y en los productos elaborados a partir de estos.

Granos germinados

Este defecto ocurre cuando las condiciones de humedad del grano y del almacenamiento son inadecuadas, provocando la germinación. Durante este proceso, el grano utiliza su reserva de energía, el almidón, alterando su composición química.



Los granos germinados afectan la calidad de la harina y otros productos derivados, ya que se ve alterada la estructura de los compuestos nutricionales como almidones y proteínas. Esto puede afectar la textura, el sabor y la consistencia de productos como tortillas y otros alimentos a base de maíz o soya.

En la alimentación animal, los granos germinados tienen menor valor nutricional debido a la degradación de estos nutrientes clave, impactando negativamente el rendimiento del alimento, y disminuyendo la ganancia de peso y el bienestar de los animales.

Granos arrugados (conocidos también como granos chupados)

Este defecto puede ser causado por varios factores, como el desarrollo incompleto de los granos debido a condiciones climáticas adversas incluyendo el estrés hídrico, la madurez prematura, un manejo inadecuado del cultivo y el ataque de insectos en campo. La succión de savia en las vainas verdes por parte de ciertos insectos provoca el arrugamiento de los granos, lo que afecta su apariencia y calidad. Los granos chupados pueden experimentar diversos impactos negativos, como la reducción en su viabilidad y poder germinativo, lo que se traduce en un menor rendimiento en futuras cosechas. Además, estos granos pueden presentar problemas de calidad que dificultan su comercialización.

Un adecuado manejo agronómico es clave para prevenir este tipo de daño.



Mancha púrpura

La mancha púrpura en los granos de soya, provocada por el hongo Cercospora kikuchii, afecta significativamente tanto la calidad visual como la sanitaria de los granos.

Aunque este defecto no impide su uso, puede tener repercusiones en la viabilidad, el poder germinativo y el vigor del grano. A pesar de que el interior puede estar sano, la presencia de estas manchas puede desincentivar su comercialización en determinados mercados.



5 GRANOS PARTIDOS

Los granos partidos son aquellos que han sufrido fracturas o roturas en su estructura física.



Causas de las fracturas en los granos

Durante la cosecha:

Las máquinas cosechadoras pueden causar este tipo de daño si no se encuentran debidamente calibradas.

Durante la poscosecha:

- **Transporte:** Los granos pueden romperse durante el proceso de carga y descarga.
- **Secado:** Un secado demasiado rápido o desigual, puede causar tensión en el grano y provocar su fractura.

Implicaciones:

- **Contaminación química:** Los granos partidos se exponen más fácilmente a la contaminación por hongos productores de micotoxinas, representando un riesgo para la salud humana y animal.
- **Pérdida de valor nutricional:** Al partirse, el grano queda más expuesto al deterioro, disminuyendo el valor nutricional en alimentos.
- **Afectación sensorial:** Durante el proceso de molienda, los granos partidos producen partículas de tamaño irregular, lo que puede afectar la consistencia y textura de los alimentos terminados.
Además, estos granos pueden absorber más humedad, resultando en masas más blandas o pegajosas.

Una textura inadecuada en los alimentos balanceados puede reducir la aceptación y consumo por parte de los animales.

- **Problemas durante el procesamiento:** Por su tamaño, los granos partidos pueden obstruir y causar daños en los equipos de procesamiento.

¿Cómo minimizar la presencia de granos partidos?

- Calibrar y mantener en buen estado operativo la maquinaria de cosecha.
- Implementar buenas prácticas de manipulación y transporte.
- Implementar procesos de secado apropiados.
- Realizar inspección regular de las condiciones de almacenamiento, como temperatura y humedad.

6

IMPUREZAS

Las impurezas o material extraño son elementos mezclados con los granos. Estos pueden incluir tusas, restos de vegetales, semillas de malezas o diferentes al cultivo cosechado, piedras, fragmentos de vidrios o metales, excremento de animales, trozos de plásticos, y otros que no formen parte del grano.



Causas de la presencia de impurezas

Durante la cosecha:

- **Maquinaria:** La maquinaria de cosecha puede recoger impurezas como piedras, tierra, restos vegetales y semillas de malezas junto con los granos cosechados si no está correctamente ajustada.

Durante la poscosecha:

- **Transporte:** Cuando los vehículos no se limpian adecuadamente, pueden contener restos de cosechas anteriores.
- **Pre-limpieza:** Deficiencias o fallas en la máquina pre-limiadadora pueden resultar en un proceso de pre-limpieza inadecuado, dejando elementos provenientes del campo, como restos vegetales, en el producto.
- **Almacenamiento:** Si no hay un debido control de plagas, puede presentarse excremento y residuos de estas.

Implicaciones:

- **Riesgos en la salud:** Contaminantes de tipo físico como vidrios, piedras y otros, representan un riesgo para la salud ya que pueden causar lesiones físicas graves y hasta asfixia en los consumidores.

- **Afectación sensorial:** La presencia de estos elementos puede afectar la apariencia de los alimentos, disminuyendo su calidad y aceptabilidad por parte de los consumidores.
- **Seguridad alimentaria:** El material extraño puede estar contaminado con microorganismos patógenos, presentes posiblemente en el excremento de plagas, lo que puede provocar enfermedades en los consumidores.
- **Problemas en el procesamiento:** La presencia de impurezas en el proceso de secado prolonga el tiempo requerido, ya que es necesario, también, extraer la humedad de estos materiales. Si los granos se cosechan secos, las impurezas con humedad residual pueden transferir esa humedad al grano durante el almacenamiento, comprometiendo su calidad. Por otro lado, elementos duros como piedras y vidrios, pueden dañar los equipos de procesamiento, causando pérdidas económicas por reparaciones.
- **Valor de comercialización:** Las impurezas representan un peso que puede incidir en el precio de comercialización.

¿Cómo minimizar la presencia de impurezas?

- Calibrar y mantener en buen estado operativo la maquinaria de cosecha.
- Mantener limpios los ganeleros o góndolas utilizados durante la cosecha.
- Someter los granos a un proceso de limpieza y clasificación antes del almacenamiento para eliminar el material extraño.

**Durante la comercialización, la presencia de impurezas
disminuye el valor económico del producto.**

- Mantener el espacio de almacenamiento limpio antes de la cosecha y durante todo el tiempo de almacenamiento.
- Utilizar material de empaque que no desprenda partes de este.
- Implementar programas de control de plagas para prevenir la contaminación por excremento.
- Verificar que el interior de los camiones utilizados para carga a granel o en bulto esté en condiciones óptimas de higiene.

7 HUMEDAD Y PESO HECTOLÍTRICO

El análisis de humedad se realiza para determinar el contenido de agua en los granos. Un exceso de humedad puede favorecer el crecimiento de hongos, afectando la calidad, reduciendo la vida útil y causando pérdidas económicas significativas. Por ello, la humedad es un indicador clave del comportamiento del grano en etapas posteriores. Para un almacenamiento adecuado, se recomienda que la humedad del maíz no supere el 14%, y para la soya, el 13%. Estos niveles también son necesarios para realizar los análisis de calidad y asegurar la conservación del grano durante el transporte.

El peso hectolítrico es una medida utilizada para determinar la dureza del grano, especialmente del endospermo en el caso del maíz, con implicaciones importantes en su procesamiento. Un alto peso hectolítrico indica granos más resistentes a la ruptura, lo que mejora el rendimiento en procesos de molienda y otras aplicaciones industriales. Además, este parámetro es un estándar en la industria que puede influir en el precio de mercado, ya que está asociado con la calidad percibida por los compradores.

8 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CALIDAD EN LABORATORIO

La determinación de la calidad en maíz y soya es fundamental para asegurar su adecuado uso en la industria alimentaria. A través de diversos análisis, se evalúan parámetros críticos que impactan tanto en la conservación como en el valor comercial de los granos. A continuación, se describen los principales análisis realizados para evaluar la calidad de estos productos, detallando los métodos utilizados.

Determinación de calidad en maíz

NTC 366 - NTC 535

Muestra inicial de maíz

1 kg

Homogenizar muestra

NTC 271

Dividir muestra

- Divisor de muestra
- Cuarteo manual

1

Determinación Nivel de infestación

El grano infestado es aquel que se encuentra bajo la presencia de insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos (huevo, larva, pupa o adulto) u otras plagas dañinas para el grano.

De la muestra total inicial (previamente homogenizada y cuartead) tomar 500 g

Pasar los 500 g a través de la criba triangular 5/64" y bandeja de fondo

Realizar movimiento de 30 vaiven por un minuto

Identificar y separar manualmente los insectos que pasen a través o permanezcan encima de la criba triangular 5/64"

El nivel de infestación se determina de acuerdo en lo indicado en la tabla 2 de la NTC 366

De la muestra total inicial (previamente homogenizada y cuartead) tomar 500 g

Pasar los 500 g a través de la criba/zaranda con diámetro 12/64"

Realizar movimiento de 30 vaiven por un minuto

2

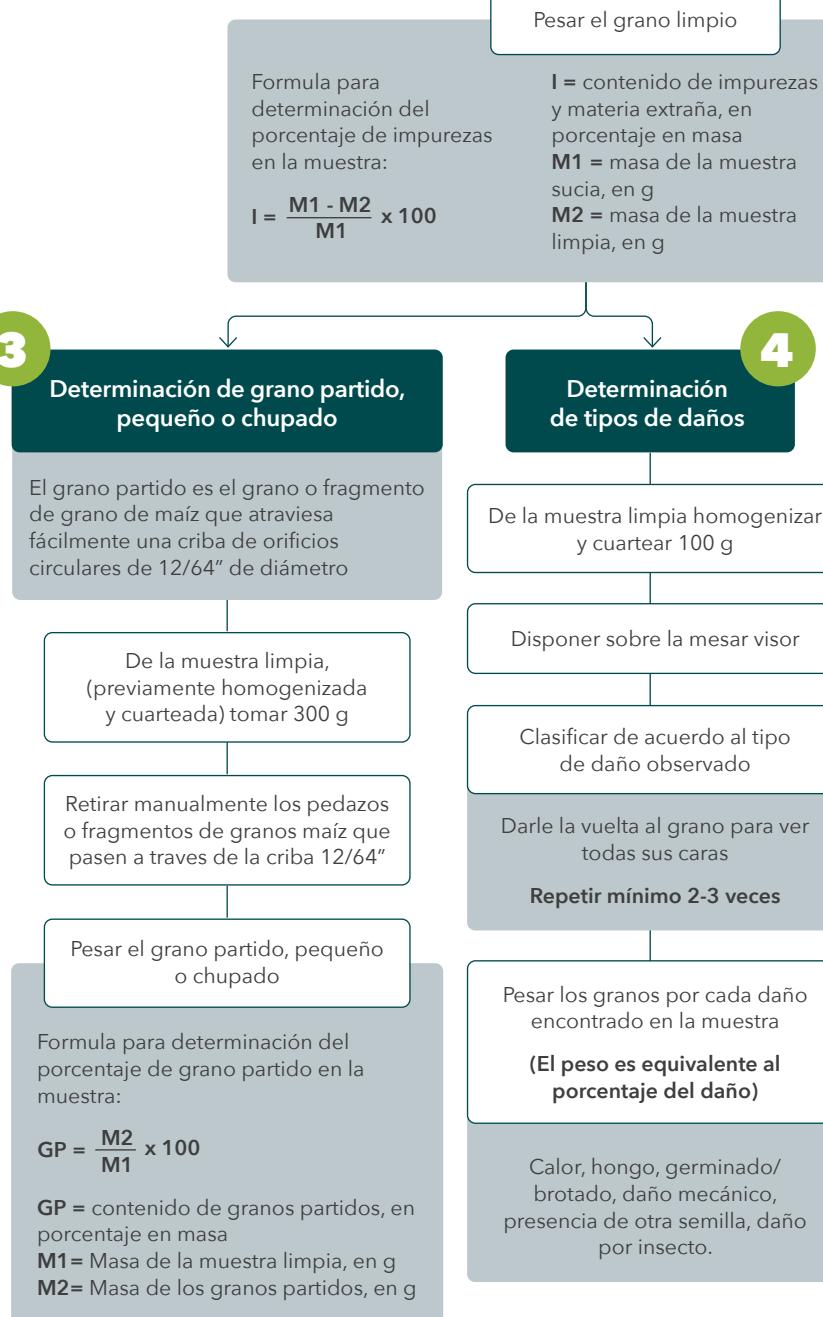
Determinación de Impurezas

Las impurezas se refieren a todo material diferente al grano de maíz (tusas, restos de hojas, tallos, otros granos o semillas que no sean de maíz, polvo, tierra, entre otros)

Retirar manualmente las impurezas gruesas y finas que queden sobre la criba 12/64", 6/64" y en la bandeja de fondo

Pasar el grano por el aspirador de impurezas (ajustar el nivel de aspiración y salida del grano)

Repetir 3 veces



Determinación de calidad en soya

NTC 484 - NTC 1129

Muestra inicial de soya

1 kg

Homogenizar muestra NTC 271

Dividir muestra

- Divisor de muestra
- Cuarteo manual

1

Determinación Nivel de infestación NTC 1129

Una muestra de granos infestada es aquella que se encuentra invadida de insectos dañinos al grano, o que presenta residuos de infestación tales como filamentos, huevos o larvas

De la muestra total inicial (previamente homogenizada y cuartead) tomar 500 g

Pasar los 500 g a través de la criba triangulares 5/64"

Realizar movimiento de 30 vaiven por un minuto

Identificar y separar manualmente los insectos que pasen a través o permanezcan encima de la criba triangular 5/64"

Clasificar el nivel de infestación de acuerdo a la norma NTC 484

2

Determinación de Impurezas

Las impurezas en granos comprenden: tierra, pedazos de tallo, hojas, vainas y cascarras, semillas de malezas y en general que pasen a través de la criba 8/64" y todo material o grano distinto al grano de soya que quede retenido en la criba 8/64"

Formula para determinación del porcentaje de impurezas en la muestra:

$$I = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

I = contenido de impurezas y materia extraña, en porcentaje en masa

M1 = masa de la muestra sucia, en g

M2 = masa de la muestra limpia, en g

De la muestra total inicial (previamente homogenizada y cuarteada) tomar 500 g

Pasar los 500 g a través de la criba con diámetro 8/64"

Realizar movimiento de 68 vaivenes por un minuto

Retirar las impurezas gruesas con la mano

Pasar el grano por el aspirador de impurezas (ajustar el nivel de aspiración y salida del grano)

Repetir 3 veces

Finalmente pesar el grano limpio

3

Determinación de grano partido

NTC 1129

Los granos partidos se refieren a los trozos sanos de soya de tamaño inferior a un cotiledon, que no pasen a través de una criba 8/64"

De la soya limpia pasar el grano a través de la criba de diametro 10/64"

Realizar movimiento de 30 vaiven por un minuto

Separar manualmente los granos de soya sanos de tamaño inferior a un cotiledon que han quedado encima de la criba 8/64"

Pesar los granos partidos sanos

Formula para determinación del porcentaje de grano partido en la muestra:

$$GP = \frac{M2}{M1} \times 100$$

GP = contenido de granos partidos, en porcentaje en masa

M1 = Masa de la muestra limpia, en g

M2 = Masa de los granos partidos, en g

Es importante resaltar que el correcto funcionamiento de los equipos de análisis es esencial para obtener resultados precisos y confiables en la determinación de calidad. Para asegurar la precisión en las mediciones, es importante realizar mantenimientos preventivos y llevar a cabo la calibración de los equipos de acuerdo con las especificaciones del fabricante y el programa de mantenimiento establecido.

4

Determinación de tipos de daños NTC 1129

Los granos dañados se refieren a granos o pedazos de soya que han sido dañados por calor, condiciones del suelo, acción de agentes externos, taladrados o picados por insectos o roedores, vanos o atrofiados o que estén germinados, mohosos o deteriorados por cualquier otra causa

Observación: El grano partido se pueden determinar de esta forma cuando no se cuente con la criba 8/64" y 10/64" o cuando la muestra a simple vista no contenga grano partido

De la muestra limpia homogenizar y cuartear 100 g

Disponer sobre la mesas visor

Darle la vuelta al grano para ver todas sus caras

Repetir mínimo 2-3 veces

Clasificar de acuerdo al tipo de daño observado

Calor, hongo, mohoso, imaduro/verde, chupado/vano, germinado/brotado, daño mecánico, daño por insecto

Pesar por separado cada uno de los daños encontrados

(El peso es equivalente al porcentaje del daño)

Determinación de grano partido

Separar manualmente los granos sanos de soya de tamaño inferior a un cotiledón

Pesar los granos partidos sanos
(El peso es equivalente al porcentaje de grano partido de la muestra)

BIBLIOGRAFÍA

- CABI Digital Library. (16 de 11 de 2021). *Sitophilus zeamais* (greater grain weevil). Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.10926>
- Detia Degesch Group. (s.f.). Principales plagas de los productos almacenados. Chile.
- ICONTEC. (29 de octubre de 1975). NTC 484. Soya para consumo. Bogotá, Colombia.
- ICONTEC. (27 de octubre de 2014). NTC 535-1. Alimentos para animales. Maíz. Bogotá, Colombia.
- ICONTEC. (22 de julio de 2015). NTC 366. Industrias alimentarias. Maíz en grano para consumo humano. Bogotá, Colombia.
- USDA. (1996). U.S. Standards Subpart D United States Standards for Corn. Washington DC, Estados Unidos. Obtenido de <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/CornStandards.pdf>
- USDA. (2023). U.S. Standards Subpart J United States Standards for Soybeans. Washington DC, Estados Unidos. Obtenido de <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/SoybeanStandards.pdf>



Síguenos: @fenalce