



UCI
Universidad para la
Cooperación Internacional



SICA
Sistema de la Integración
Centroamericana

Sistema de manejo postcosecha de granos básicos con énfasis en maíz



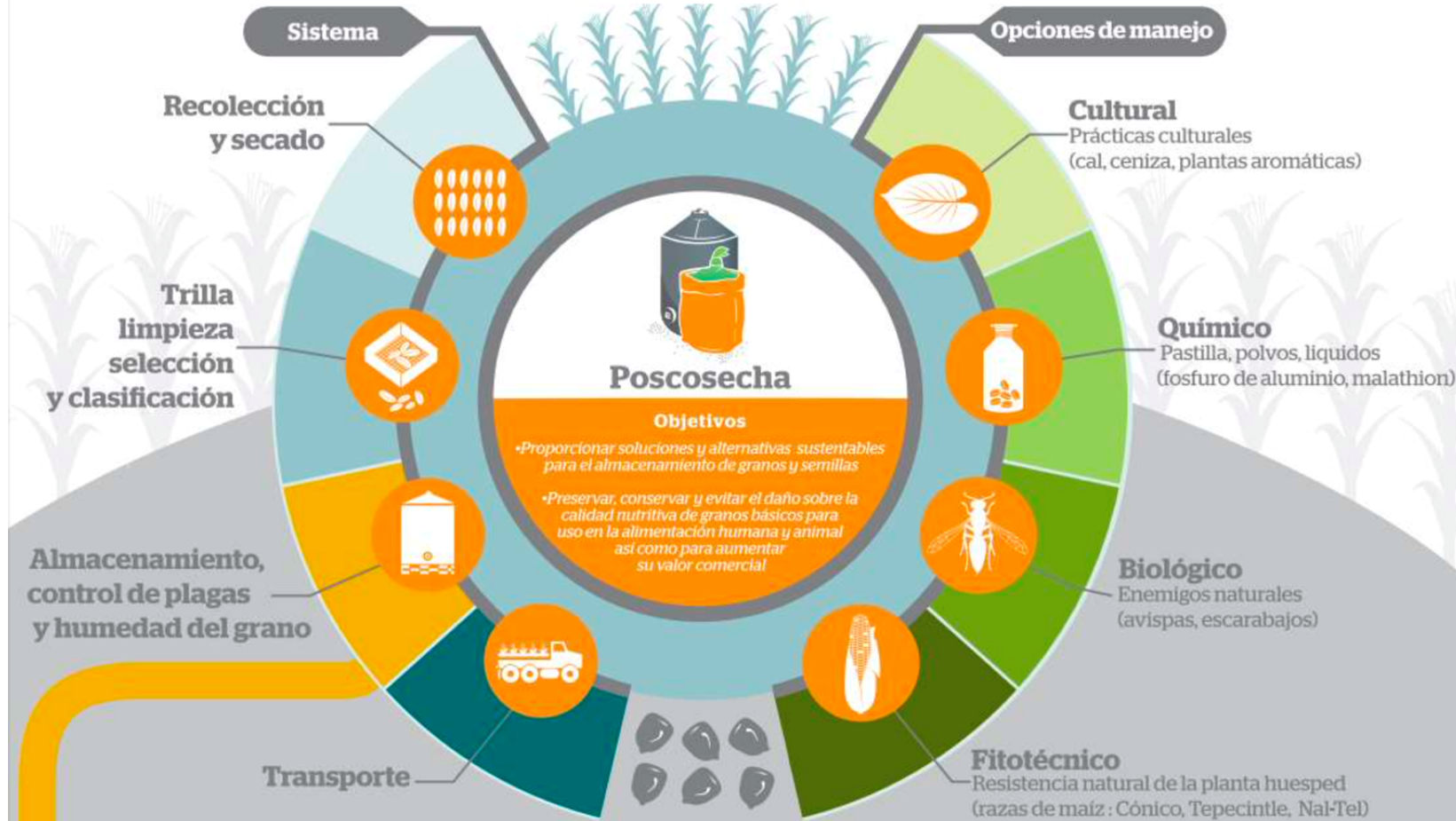
Dr. Félix M. Cañet Prades



Contenido

1. Introducción. El sistema postcosecha
2. Factores causantes del deterioro de la inocuidad-calidad durante las operaciones postcosecha de los productos no perecederos, con énfasis en el maíz.
3. Opciones de gestión de los riesgos para la inocuidad-calidad en las diferentes tecnologías y fases del sistema postcosecha del maíz.
4. Indicaciones para el trabajo grupal.

El sistema poscosecha



<https://es.slideshare.net/FAOoftheUN/poscosecha-de-granos-bsicos-informacin-y-acciones-a-nivel-de-pequeos-productores>



Inocuidad y calidad de los alimentos



INOCUIDAD

- Garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso a que se destine.
- La inocuidad de los alimentos no es negociable.

CALIDAD

Todos los demás atributos que influyen en el valor de un producto para el consumidor: (Requisitos mínimos negociables).

- Origen, método de elaboración o producción, propiedades funcionales y organolépticas, peso, tamaño y otras



...de la granja a la mesa



Los granos como productos no perecederos

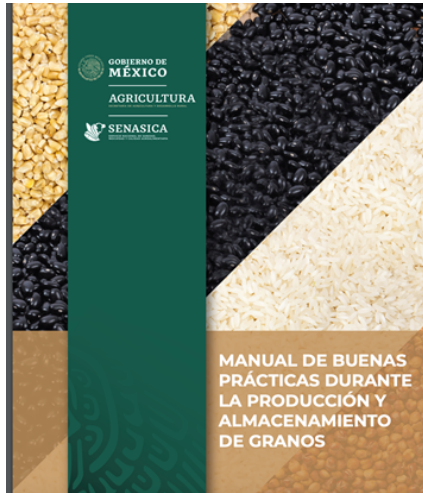


- Bajo contenido de humedad (10 – 15% o menores).
- Tamaño pequeño.
- Peso, menor de 1 g por unidad.
- Duros y difícilmente dañados.
- Tiempo de conservación prolongado. desde meses hasta años.

Factores causantes del deterioro de la inocuidad-calidad durante las operaciones postcosecha de los productos no perecederos, con énfasis en el maíz.

<p>1. Factores biológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intrínsecos <ul style="list-style-type: none"> ○ Respiración ○ Otros procesos fisiológicos. • Externos <ul style="list-style-type: none"> ○ Insectos ○ Microorganismos ○ Roedores <p>2. Factores abióticos</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Humedad relativa ○ Temperatura ○ Composición del aire 	<p>3. Factores operacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precosecha • Operaciones de cosecha y postcosecha <ol style="list-style-type: none"> 1. Cosecha 2. Trilla 3. Secado 4. Limpieza 5. Almacenamiento
--	--

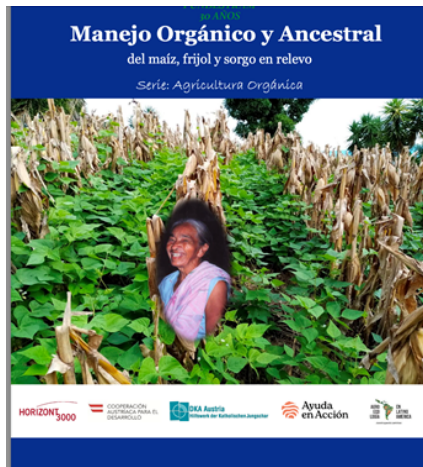




La precosecha y las BPA

1. Variedad (locales vs híbridas (Calidad de la semilla)).
2. Condiciones climáticas y cambio climático.
3. Establecimiento del cultivo. (Monocultivo vs policultivo).
4. Fertilización.
5. Manejo del riego. Variedades resistentes.
6. Manejo de plagas y enfermedades. (variedades locales resistentes a plagas y enfermedades (micotoxinas)).

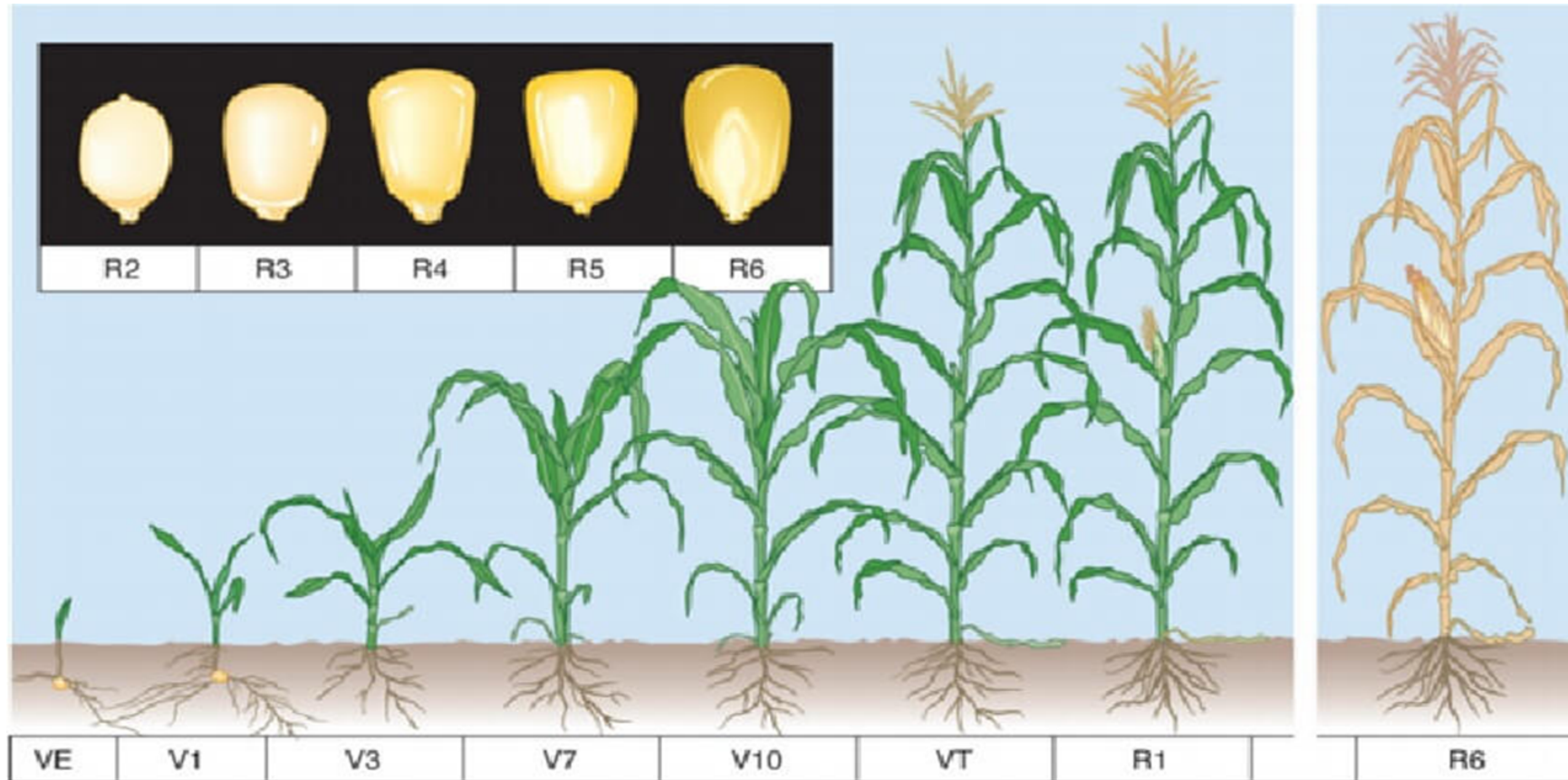
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/676317/MANUAL_BPA_GRANOS.PDF



<https://fundesyram.info/wp-content/uploads/2022/10/Manejo-Org%C3%A1nico-y-Ancestral-del-ma%C3%ADz-frijol-y-sorgo-en-relevo.pdf>



Precosecha: la fenología de planta y los indicadores de cosecha (maíz)





Indicadores del momento de cosecha (maíz)

Maíz

- Secado de la planta.
- Cambio de coloración de las brácteas de verde a tonalidades pajizas.
- Cambio de coloración de los estigmas (pelos de la mazorca).
- Aparición de la capa negra en la zona de la piloriza del grano.



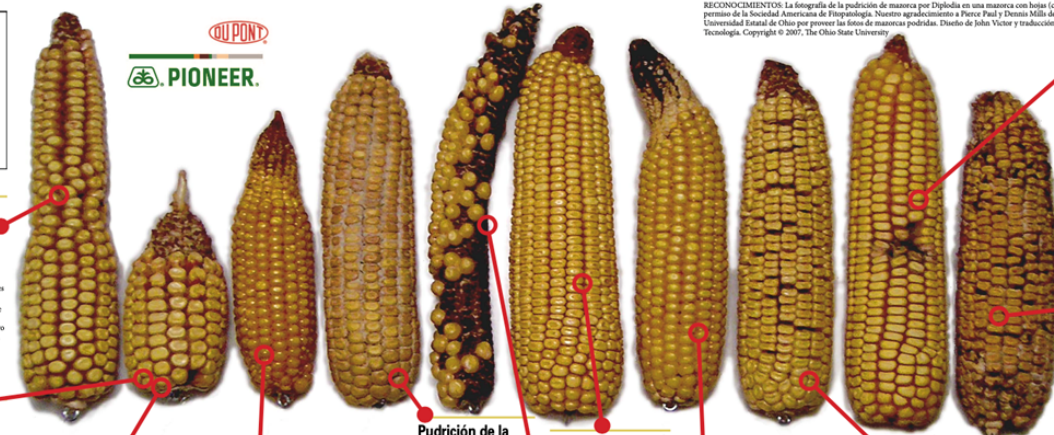
<https://ysuspartes.com/el-grano-de-maiz-y-sus-partes/>

<https://curlacavunah.wordpress.com/2010/10/19/practicas-de-campo-cultivos-de-grano-apv-350/>

ANORMALIDADES DE LAS MAZORCAS DEL MAÍZ

ACE-1

Peter Thomson* y Allen Geyer, Horticultura y Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias de Alimentos, Agricultura y Medio Ambiente, *614-292-2373 (thomson.1@osu.edu)



Mazorca deformada como botella

Síntomas: El número de hilera puede disminuir a la mitad desde la parte de abajo hacia la punta de la mazorca (por ejemplo, de 16 a 7 - 8 hilera por mazorca). El largo de la mazorca es anormalmente normal.

Causa: Estrés severo durante la 7^a y 10^a etapas de la fase vegetativa puede reducir el número de hileras. La aplicación retrasada de herbicidas multihileras puede causar también esta deformación.

Síndrome de mazorca despuntada

Síntomas: Se caracterizan por mazorcas marcadamente reducidas en tamaño y en número de granos por hilera. El largo de las brácteas y el número de hileras de granos pueden ser normales. A veces se asocia con múltiples mazorcas en un mismo entrenudo. Ocurre raramente y en forma esporádica.

Causa: Desconocida. Asociado con estrés debido a bajas temperaturas (heladas) durante las etapas tempranas de formación del maíz (fase vegetativa 8 - 12) y más recientemente se ha encontrado que la aplicación de ciertos fungicidas foliares pueden causar este síndrome. Varía en severidad dependiendo del híbrido.



Síndrome de mazorcas múltiples

Síntomas: Caracterizado por mazorcas múltiples en un mismo tallo de la planta. En algunos casos hasta 3 ó 6 mazorcas se desarrollan formando un "ramillete". Las mazorcas pueden estar bien desarrolladas o pueden tener la forma de una lista de cerveza o mazorcas muy pequeñas. Probablemente muchas no desarrollan granos debido a la floración retrasada o a la falta de polen.

Causa: Desconocida. Similar a la del síndrome de maíz despuntado.



Mazorcas con daño por sequía

Síntomas: Pequeñas mazorcas malformadas con poco grano, especialmente en la punta de la mazorca. El número reducido de granos se asocia a un menor número de hileras y granos por hilera.

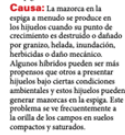
Causa: Sequía severa durante el desarrollo vegetativo hasta el llenado de grano. Otros factores estresantes, incluyendo deficiencia de nitrógeno y alta población de plantas pueden resultar en este síndrome.



Mazorca en la panoja

Síntomas: Combinación de la panoja y la mazorca en una misma estructura. La mazorca en esta estructura normalmente contiene un número limitado de granos. Este síntoma a menudo aparece en las hileras de plantas con mazorcas y espiga normal. La mazorca en la espiga se produce en la punta del híbrido, donde normalmente estaría la espiga del maíz.

Causa: La mazorca en la espiga a menudo se produce en los híbridos cuando su punto de crecimiento es destruido o dañado por granos, heladas, insecticidas, herbicidas o daño mecánico. Algunos híbridos pueden ser más propensos que otros a presentar híbridos bajo ciertas condiciones ambientales y estos híbridos pueden generar mazorcas en la espiga. Este problema se ve frecuentemente a la orilla de los campos en suelos compactos y saturados.



Putridión de la mazorca por Stenocarpella (Diplodia)

Síntomas: Gran parte de la mazorca está podrida por un hongo blanco que crece entre los granos. La infección generalmente comienza en la base de la mazorca y progresa hacia la punta. Después, el hongo blanco cambia a color marrón grisáceo en las brácteas de la mazorca y en los granos de la misma. La mazorca entera puede ser más pequeña de lo normal y los granos infectados se pegan a las brácteas. Hay diferentes susceptibilidades entre híbridos de maíz.

Causa: Esta podrición de la mazorca es causada por el hongo *Stenocarpella maydis*. La infección puede ocurrir entre los últimos estados de la etapa vegetativa y tres semanas después de la etapa reproductiva.



"Puntas" del maíz

Síntomas: Mazorca sin grano en la punta. Ovalos no fertilizados en la punta de la mazorca.

Causa: Una fertilización incompleta de los óvulos de la punta de la mazorca en la etapa reproductiva. Igual que en las mazorcas con hileras incompletas.

Maíz con hileras incompletas

Síntomas: Hileras incompletas en la mazorca, presentan un número limitado de granos (ovulos) polinizados. Cuando el diente en severos, las mazorcas solo muestran unos pocos granos mal distribuidos o en hileras no definidas.

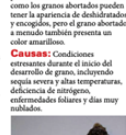
Causa: Polinización incompleta por la falta de sincronización de la caída de polen y la receptividad de la mazorca debido a sequía severa y temperaturas altas. Insecticidas pueden debido a un desarrollo irregular del cultivo, daño de herbicidas y daño en la espiga por insectos. La escasez de follaje también interfiere con la polinización.



Punta muerta

Síntomas: La punta de la mazorca no está completamente llena, no se desarrolla grano o solo muy poco en los últimos centímetros de la punta de la mazorca. Los granos de la punta de la mazorca abortan en las etapas de formación y de maduración. Usualmente se asocia con pobre fertilización de los óvulos en la punta. Tanto los óvulos sin fertilizar como los granos abortados pueden tener la apariencia de distribuidos y encogidos, pero el grano abortado a menudo también presenta un color amarillado.

Causa: Condiciones entresacas durante el inicio del desarrollo de grano, incluyendo sequía severa y altas temperaturas, deficiencia de nutrientes, enfermedades foliares y días muy nublados.



Maíz tipo "Zipper"

Síntomas: Falta de hileras completas o partes de hileras en la parte anterior o en la parte inferior de la mazorca debido básicamente al aborto de granos. A menudo estos mazorcas se deforman y se curvan (como los plátanos) debido a la formación irregular de granos a lo largo de la mazorca.

Causa: Desconocida. Con frecuencia se asocia con el estrés severo de una sequía o daño en las hojas después de la polinización.



Maíz liviano o "paja"

Síntomas: Mazorcas muy ligeras con granos poco llenos y encogidos. Espigas entre granos incluyendo un insuficiente llenado de granos.

Múltiples Causas: Estrés severo (estrés hídrico) en la etapa reproductiva entre los estados 4 y 5, incluyendo daño por heladas, muerte prematura de la planta debido a sequía, alta población de plantas, enfermedades en las hojas, deficiencia severa de potasio y daño por granos.



Daño por Gusano Cogollero

Síntomas: Destrucción total o parcial de granos en partes específicas de la mazorca. El daño a menudo se asocia con ataque de patógenos.

Causa: Daño por gusano cogollero. Tiende a presentarse solo en ciertas partes de la mazorca. El gusano cogollero a menudo entra a la mazorca por los cotiledones, a través de las brácteas. Granos parcialmente afectados pueden sufrir daño adicional por hongos o insectos secundarios que penetran a la mazorca por el canal que dejó el gusano.

Daño por pájaros

Síntomas: Mazorca ligera y dañada con granos descolocados y con hongos que han sido expuestos como alimento para pájaros o insectos; a menudo se asocia con pre-germinación de granos.

Causa: Cobertura insuficiente de la mazorca madura, lo que junto a una orientación vertical de la mazorca permite que los pájaros se alimenten de los granos de la punta, permitiendo además el ataque de insectos secundarios. La acumulación de humedad en la base de la mazorca promueve el desarrollo de hongos y hace posible la germinación de algunos granos.

Raya roja en el grano

Síntomas: Se forman rayas rojas en los cotiledones del grano y se extienden a la corona. Normalmente afectan solo granos en la punta de la mazorca.

Causa: Causada por las toxinas secretadas por el acaro fitófago. La severidad de los síntomas varía entre híbridos.



RECONOCIMIENTOS: La fotografía de la podrición de mazorca por *Diplodia* en una mazorca con hojas (cortesía de S.C. Dalmacio) fue impresa con permiso de la Sociedad Americana de Fitopatología. Nuestro agradecimiento a Peter Paul y Dennis Mills del Departamento de Fitopatología de la Universidad Estatal de Ohio por proveer las fotos de mazorcas podridas. Diseño de John Victor y traducción de Mariana Anders, Comunicaciones y Tecnología. Copyright © 2007, The Ohio State University.



Cierre incompleto de las brácteas



Avilés, 2017



Factores bióticos del deterioro postcosecha de los granos de maíz

Bióticos intrínsecos

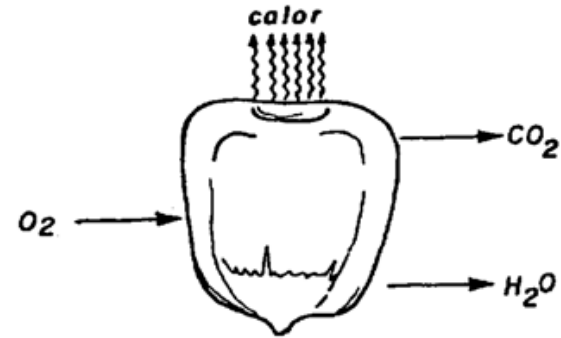
- Respiración

Respiración aeróbica

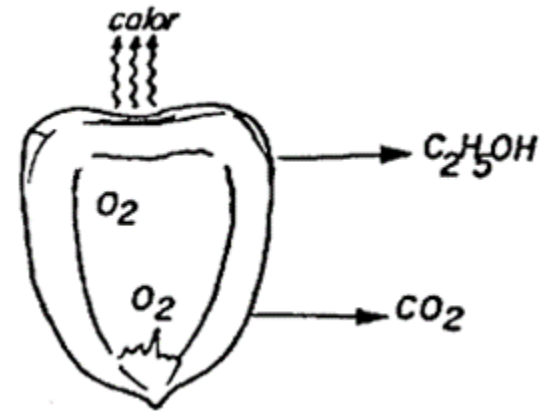


- Respiración anaeróbica

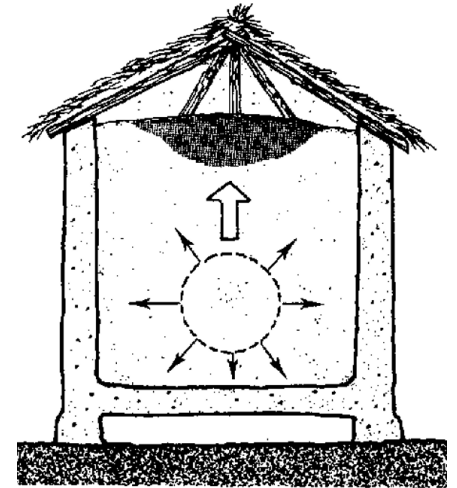
En la masa de granos se encuentran algunas especies de levaduras, que respiran en ausencia de oxígeno y aceleran la descomposición de los carbohidratos. La siguiente reacción representa este proceso:



<https://www.fao.org/3/x5027s/x5027S0T.GIF>



<https://www.fao.org/3/x5027s/x5027S01.htm>



Focos de calor

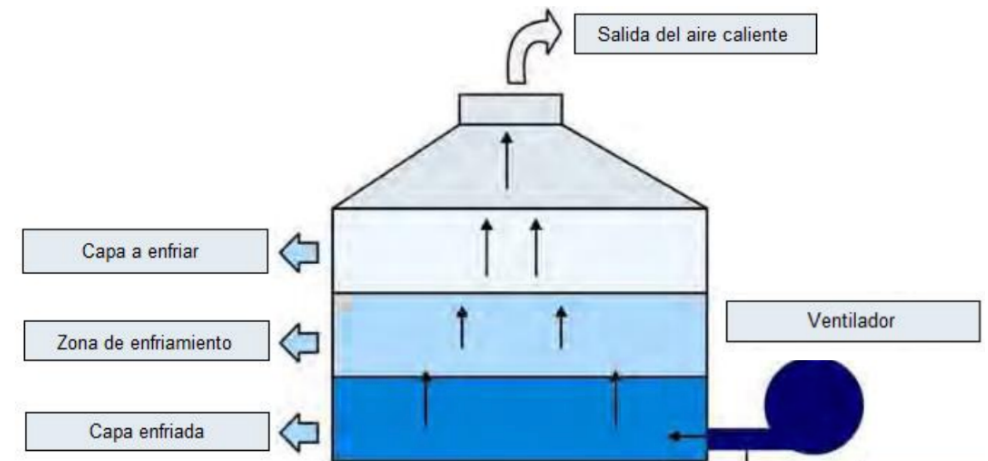
<https://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/unidad-i-humedad-granos.pdf>

Se gestionan con
la aireación



Gestión de los focos de calor. Aireación

Hacer pasar una corriente de aire entre los granos, con el objeto de homogeneizar la temperatura y humedad, eliminar olores, disipar y focos de calor. Si las condiciones climáticas son apropiadas, permite enfriarlos a temperaturas interiores a 15°C e incluso inducir una disminución de humedad.

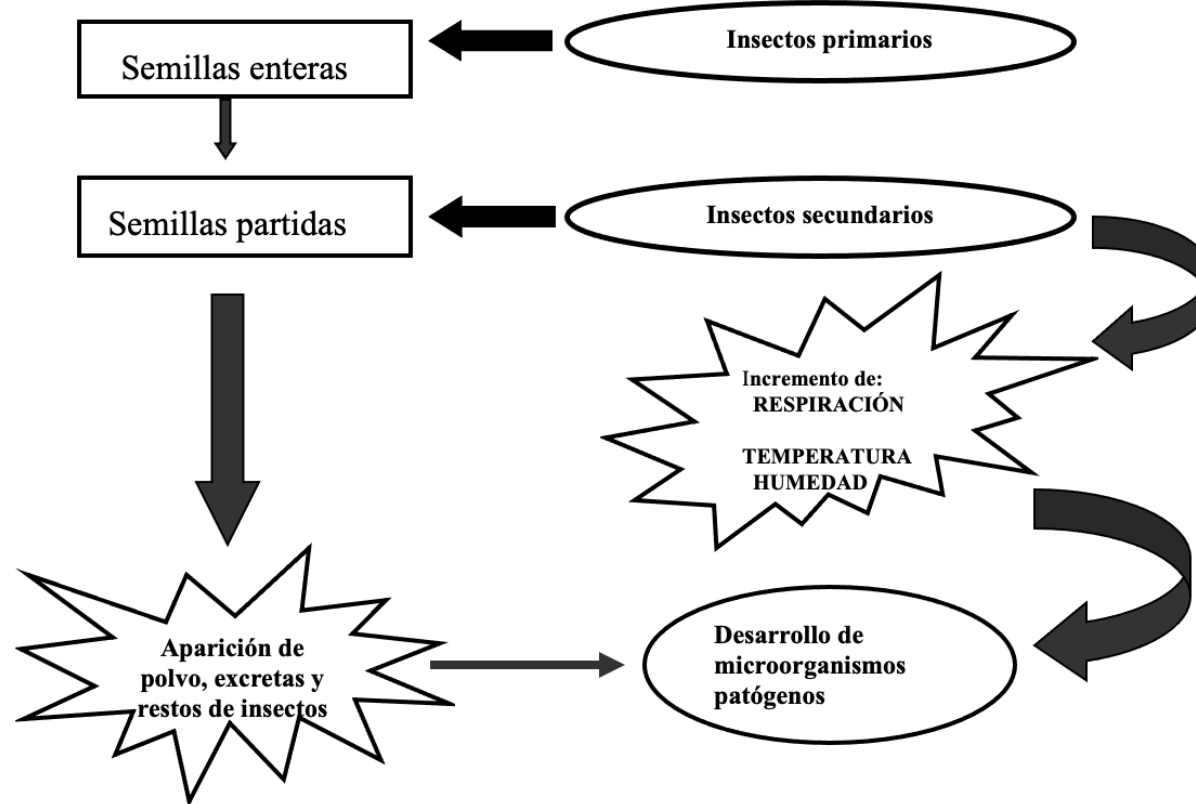


<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5b4a10e1-de21-4f90-b1aa-bdbafc3acad2/content>



Factores bióticos externos del deterioro postcosecha de los granos

Los insectos y el deterioro postcosecha de los granos











Avilés, 2017

Factores bióticos externos del deterioro postcosecha de los granos

Los insectos y el deterioro postcosecha de los granos.

Plagas primarias del maíz

Nombre	Imagen	Fase del cultivo donde infestan	Daños	Rango de temperaturas óptimas (°C)	Huevos puestos por hembra/ ciclo de vida(días)
El gorgojo del maíz (Sitophilus zeamais)		Campo y almacén	 <small>https://www.ecured.cu/Sitophilus_zeamais</small>	25-30	300 -400 /28-42 https://agroproductores.com/sitophilus-zeamais-motschulsky/
Barrenador grande del grano (Prostephanus truncatus)		Campo y almacén	 <small>https://agroproductores.com/prostephanus-truncatus.html</small>	30-34	Hasta 400/28-42 https://agroproductores.com/prostephanus-truncatus-horn/#:~:text=Ciclo%20bio%C3%B3gico%20del%20barrenador%20del,huevo cillos%20en%20su%20vida%20reproductiva.
Palomilla dorada del maíz (Sitotroga cerealella). https://www.ecured.cu/Palomilla_dorada_del_ma%C3%ADz		Campo y almacén	 <small>Macena de maíz infestada con larvas Sitotroga cerealella. http://liberos.cib.edu.cu/libros/temas/40002018-UTB-FACIAS-ING-121A-GRON-00081.pdf?sequence=1&isAllowedby=...</small>	26-30	40 a 100/35 https://www.sinavim.o.gob.ar/plaga/sitotroga-cerealella
Perforador menor (Rhyzopertha dominica)		Almacén	 <small>https://www.ecured.cu/Rhyzopertha_dominica</small>	25-32	Más de 200/45 https://www.redayc.org/pdf/2091/209115566003.pdf



Control de insectos



Prácticas utilizadas por agricultores de los Altos de Guatemala y el Altiplano de Guatemala para manejar las plagas del maíz almacenado.

Prácticas de manejo de plagas del maíz almacenado	Porcentaje de agricultores que la practican.
Fosforo de aluminio	52%
Variedades resistentes	81%
Cosecha con la luna llena	76%
Lugar de almacenamiento frío y seco	51%
Almacenamiento de la mazorca con tusa o doblador	51%
Doblan la milpa antes de la cosecha para un secado completo del grano	49%
Aplican cal en el almacén	49%
Secan el maíz en el patio antes de guardarlo	43%

Control de insectos





Plantas utilizadas por agricultores de los Altos de Chiapas para el manejo de plagas de maíz almacenado.

Especie	Nombre común	Parte de la planta utilizada y forma de uso
<i>Piper auritum</i>	Mumu, hierba santa	-Hojas frescas poniéndolas por capas entre los granos. -Hojas secadas al sol, molidas y mezcladas con los granos.
<i>Pinus tecunumanii</i> y <i>P. oocarpa</i>	Pino de ocote	-Madera cortada en pedacitos de un centímetro y medio. -5 kilos de ocote/ 600 kilos de maíz -ocote mezclado en forma uniforme entre las mazorcas.
<i>Barkleyanthus salicifolus</i>	Chilca	-Raíz, hojas y flores -Hojas frescas o secadas al sol. -Un puño por 50 kilogramos de grano
<i>Zea mays</i>	Polvo de maíz	-Polvo del maíz producido al desgranar -Mezclan el polvo con el maíz.
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Cascabillo o polvo de frijol	-Cascabillo de frijol (polvo que sueltan las vainas secas a la hora de golpearlas) mezclado con el maíz.
<i>Solanum spp.</i>	Chile	-Mezcla de frutos enteros, previamente secos con granos almacenados.



Factores bióticos externos del deterioro postcosecha de los granos

Roedores*

 DATOS DE INTERÉS	ESPECIES		
	<u>Rattus norvegicus</u>  <u>https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=5244</u>	<u>Rattus rattus</u>  <u>https://www.darwinfoundation.org/en/datazone/checklist?species=5245</u>	<u>Mus musculus</u>  <u>https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=5228</u>
Longitud de la cola	Más corta que la cabeza y el cuerpo	Más larga que la cabeza y el cuerpo	Más larga que la cabeza y el cuerpo
Orejas	Gruesas, opacas y cortas con pelos finos	Delgadas, translúcidas y relativamente más grandes y lampiñas	Grandes con algunos pelos
Hocico	Corto	Agudo	Agudo
Color	Gris parduzco, a veces negro y con el vientre gris	Gris negruzco o pardo leonado y, a veces, con el vientre blanco	Variable, con tonalidades grises
Hábitos	No manifiesta ninguna reacción ante los objetos nuevos	Reacciona ante los objetos nuevos	No reacciona mucho ante los objetos nuevos

(*) Datos tomados de Hall (1971)



Control de roedores



Medidas físicas

Control químico (raticidas).

Venenos agudos: (1080) monofluoroacetato de sodio.

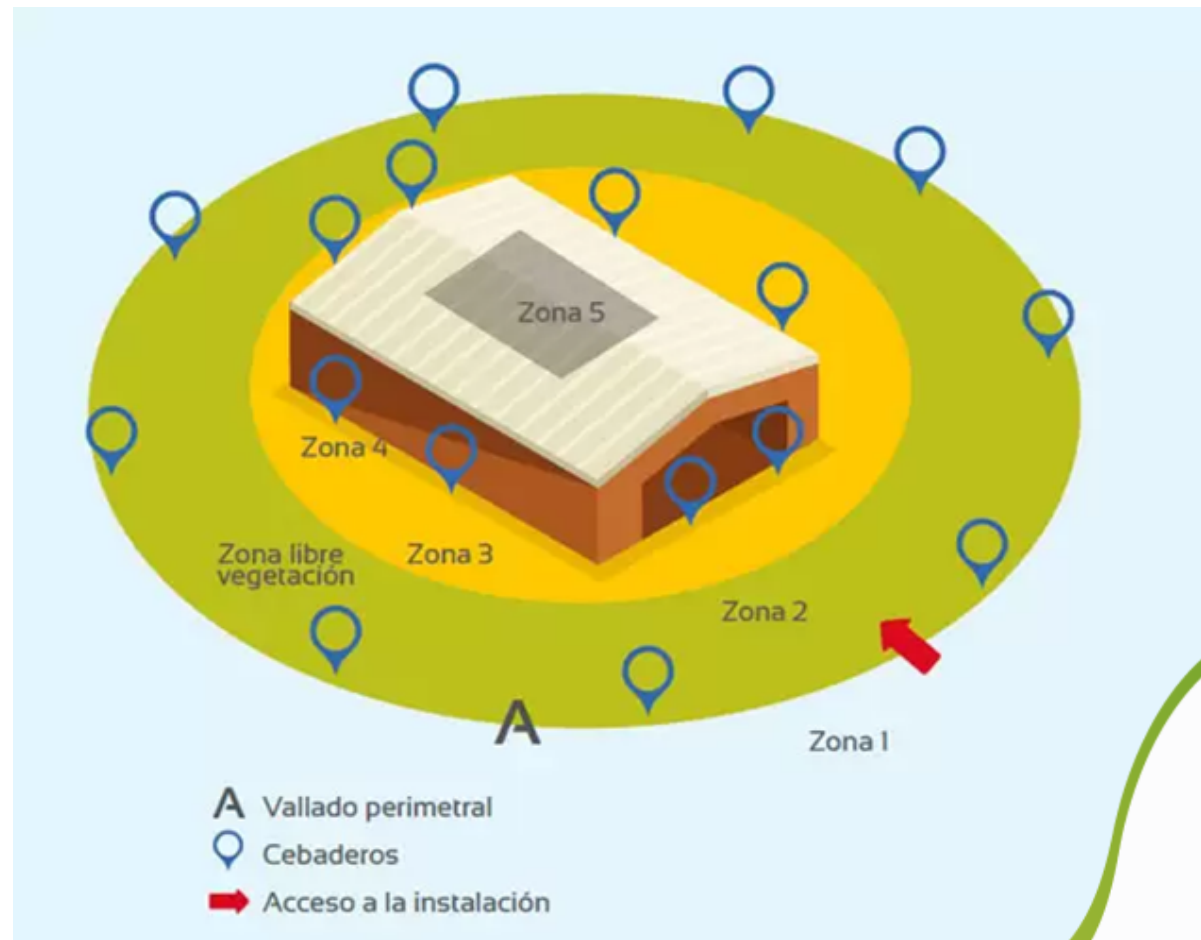
Venenos crónicos: Walfarina, Chlorphacinona, etc.

Venenos crónicos de dosis única: (Brodifacoum, Difethialone= Racumin) Bioraticidas: Biorat (raza de salmonella + inmunodepresor).

Otras alternativas naturales de control de roedores.

Preparación de cebos atractivos.

Avilés 2017





Factores bióticos externos del deterioro postcosecha de los granos

Hongos productores de micotoxinas

Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos de forma natural por algunos tipos de mohos

Los mohos productores de micotoxinas crecen en numerosos alimentos, tales como cereales, frutas desecadas, frutos secos y especias.

Su crecimiento puede tener lugar antes o después de la cosecha, durante el almacenamiento o en el mismo alimento en entornos cálidos y húmedos.

La mayoría de las micotoxinas son químicamente estables y persisten tras el procesamiento de los alimentos.



Factores bióticos externos del deterioro postcosecha de los granos

Hongos productores de micotoxinas

		
Fumonisin. Producidas por <i>Fusarium verticilloides</i> .)	Desoxinivalenol (DON) y Zearalenona (ZEA). Producidas por <i>Fusarium graminearum</i>	Aflatoxinas. Producidas por <i>Aspergillus flavus</i> y <i>A. parasiticus</i> .
<p>https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Spain/images/Publications/prevencion_y_control_de_micotoxinas_en_maiz.pdf</p>		

Principales granos consumidos en México y América Central, método de procesamiento y regulaciones de aflatoxinas



País	Cultivo	Cantidad consumida (kg/persona/año)	Alimento común Método de procesamiento	AFB ₁	límites/ regulaciones	Referencias
Guatemala	Maíz	87.25	Nixtamalización Asado y hervido	20 µg/kg en granos de maíz	COGUANOR NGO 43 047	COGUANOR (1982)
	Frijoles	12.12	Hervido	20 µg/kg/FAO		FAO (2004)
Mexico	Arroz	5.66	Hervido			
	Maíz	116.34	Nixtamalización	20 µg/kg en granos de maíz	MX-FF-034-SCFI 1995; NMX-FF-034/1-SCFI-2002; NMX-FF-034/2-2003; NOM-188-SSA1-2002	NMX-FF-034-1995 (1995); NMX-FF-034/1-SCFI-2002 (2002) ; NMX-FF-034/2-SCFI-2003 (2003) ; Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002 (2002); Normal Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008 (2008)
	Frijoles	10.38	Hervido	No se encontró información específica		
	Chile (Fresco y seco)	18.4	None consumed Ninguno (consumido fresco tostado y secado)	30 µg/kg (proposed by CODEX Alimentarius Commission) ⁶		
Costa Rica	Arroz	5.64	Hervido	20 µg/kg/NOM-188-SSA1-2002		
	Maíz	10.77	Nixtamalización	20 µg/kg/Decreto 27980-S basado en Codex Alimentarius ⁷		Decreto Ejecutivo: 27980 (1999)
	Frijoles	10.08	Hervido	20 µg/kg/Decreto 27980-S basado en Codex Alimentarius ⁷		
El Salvador	Arroz	45.69	Hervido	20 µg/kg/Decreto 27980-S basado en Codex Alimentarius ⁷		
	Maíz	70.03	Nixtamalización	20 µg/kg/FAO		FAO (2004)
	Frijoles	17.32	Hervido	20 µg/kg/FAO		
Honduras	Arroz	10.53	Hervido	20 µg/kg/FAO		
	Maíz	77.96	Nixtamalización	1 µg/kg/FAO		FAO (2004)
	Frijoles	12.05	Hervido	1 µg/kg/FAO		
Nicaragua	Arroz	14.42	Hervido	No se encontró información específica		
	Maíz	68.5	Nixtamalización	No se encontró información específica		
	Frijoles	21.4	Hervido	No se encontró información específica		
Panama	Arroz	43.3	Hervido	No se encontró información específica		
	Maíz	25.5	Pelado y pre-cocido	No se encontró información específica		
	Frijoles	1.8	Hervido	No se encontró información específica		
	Arroz	66.4	Hervido	0 µg/kg/DGNTI-COPANIT-75-2002/DGNTI-COPANIT-74-2003		DGNTI-COPANIT-75-2002 (2002); DGNTI-COPANIT-74-2003 (2003)



Micotoxinas reportadas en el maíz en Guatemala

Micotoxina	Hongo	Granos
Aflatoxinas	Aspergillus	Maiz
Ocratoxinas	Aspergillus Penicillium	Maiz, Trigo y Arroz
Deoxinivalenol (DON)	Fusarium	Maiz, Trigo y Arroz
Fumonisinias	Fusarium	Maiz



En determinadas regiones de Guatemala el 100% de las muestras de grano de maíz recolectadas en la etapa de tapisca, almacenamiento y consumo se encuentran contaminadas con Aflatoxina, Ocratoxina, Fumonisina y Deoxinivalenol.

Los niveles de micotoxinas aumentan significativamente durante el almacenamiento del grano, principalmente por factores como el porcentaje de humedad a la que se almacena y la temperatura ambiental durante este período.



FAO presenta perfil de riesgo que expone el daño a la salud humana por maíz contaminado con aflatoxinas(07/09/2016)



FAO en Guatemala



Nuestra oficina

Programas y Proyectos

Noticias

Publicaciones y Multimedia

Aliados

FAO presenta perfil de riesgo que expone el daño a la salud humana por maíz contaminado con aflatoxinas



07/09/2016 Ciudad de Guatemala, Guatemala. Hoy en la ciudad de Guatemala, la Dra. Marisa Caipo, Oficial Técnica de la Oficina Regional de la FAO inocuidad y calidad alimentaria, y el consultor internacional Dr. Miguel de Pablo, presentaron al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el Perfil de riesgo para determinar por maíz contaminado por aflatoxinas en la salud humana.

Esta presentación fue realizada con el objetivo de validar dicho perfil con el cual el Ministerio podría evaluar y determinar las repercusiones que tiene el maíz contaminado por aflatoxinas en la salud humana y en la salud animal en territorio guatemalteco. Esta actividad es parte del apoyo de la FAO, por medio del proyecto "Seguridad Alimentaria y Nutrición en Municipios Priorizados del Departamento de San Marcos", brinda al MAGA en temas de inocuidad y sanidad agropecuaria. Ayer se presentó y validó el perfil en el departamento de San Marcos.



Factores abióticos y el deterioro de los granos: Composición del aire

El almacenamiento en atmósfera normal es el más común. Se caracteriza porque el aire que rodea los granos posee una composición similar a la del aire atmosférico.

Los granos se irán humedeciendo poco a poco, lo que puede derivar en la aparición de hongos y el desarrollo de levaduras y bacterias que afectan a su composición original del grano y los deterioran.

Atmósfera modificada.

La atmósfera del lugar en el que se almacena el grano ha sido modificada para reducir la cantidad de oxígeno presente en el aire. Esta reducción del oxígeno impide la proliferación y desarrollo de hongos y la aparición de insectos que puedan ser perjudiciales para una óptima conservación del grano y previene la oxidación y deterioro del mismo.

Factores abióticos y el deterioro de los granos: Composición del aire



Conservación de granos en recipientes con cierre hermético



<http://www.cimmyt.org/es/noticias/botellas-pet-una-alternativa-para-guardar-granos/>



<https://www.agrariasananton.es/almacenamiento-de-granos-factores/#:~:text=Con%20la%20finalidad%20de%20conservar,el%20almacenamiento%20en%20atm%C3%B3sfera%20modificada>

<https://www.agrariasananton.es/almacenamiento-de-granos-factores/#:~:text=malla%20de%20alambre-,Almacenamiento%20en%20atm%C3%B3sfera%20modificada,proliferaci%C3%B3n%20y%20desarrollo%20de%20hongos>



Factores abióticos y el deterioro de los granos: Temperatura

El microclima que rodea al grano es afectado por la temperatura del ambiente que lo rodea. Esta temperatura cambia de acuerdo a los efectos de la radiación solar. Dependiendo de los materiales de construcción del almacén, la variación será más o menos pronunciada.

En climas calientes la temperatura de algunas bodegas pueden alcanzar niveles muy altos afectando el grano y la semilla almacenada, ya que se favorece la actividad de los factores bióticos asociados al deterioro de los granos.

Si la temperatura en la noche es baja, la temperatura en el almacén tenderá a bajar; si la temperatura en el día es alta, la temperatura del almacén aumentará.



Factores abióticos y el deterioro de los granos: Humedad

La humedad es un factor de mucha influencia en la conservación de granos y semillas durante el almacenamiento.

Su importancia radica en su relación con factores biológicos que causan daño y en los que afectan el valor nutricional y económico (calidad y peso) de las cosechas.

Las plagas que atacan el grano son menos atraídas al grano seco, por el contrario el deterioro de grano húmedo es muy rápido y puede llegar a niveles de 100% de pérdidas.

Como los granos se cosechan con niveles de humedad superiores al 15 %, el secado es una necesidad imprescindible para garantizar la inhibición de los procesos biológicos causantes del deterioro y permitir su almacenamiento durante períodos prolongados en condiciones ambientales, con pocas afectaciones en su inocuidad-calidad.



Relación temperatura-humedad y el almacenamiento seguro de los granos

Relación entre el riesgo de producción de micotoxinas y el contenido de humedad del maíz en equilibrio a diferentes temperaturas y humedades

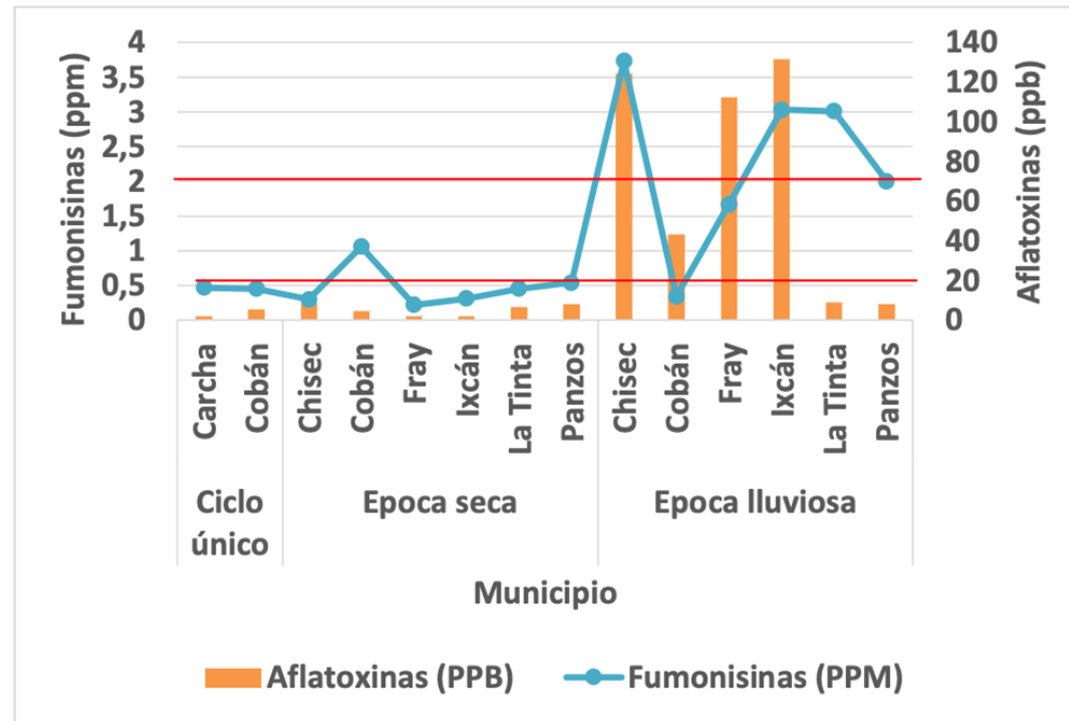
Contenido de humedad (%) para almacenamiento seguro

Grano	Contenido de humedad (%) para almacenamiento seguro	
	1 Año	3 Años
Maíz	13	10
Arroz	12-13	10
Sorgo	12-13	10
Trigo	12-13	10
Frijol	13-14	10
Soya	12-13	10
Maní	6-7	5

Temperatura (°C)	Humedad Relativa del aire (%)					
	40	50	60	70	80	90
12	11.0	12.3	13.6	15.2	17.1	20.0
16	10.5	11.8	13.2	14.8	16.7	19.7
20	10.1	11.5	12.8	14.4	16.4	19.4
24	9.8	11.1	12.5	14.1	16.1	19.1
28	9.4	10.8	12.2	13.8	15.8	18.8
32	9.1	10.5	11.9	13.5	15.5	18.6
36	8.8	10.2	11.6	13.2	15.2	18.2
40	8.5	9.9	11.3	13.0	15.0	18.1



Relación entre la época del año y el contenido de las aflatoxinas y fumonisinas de grano de maíz en diferentes municipios de Guatemala





Secado natural de granos

El secado natural de granos se basa en el movimiento natural del aire de secado por el interior de la masa de granos debido a la acción del viento, pudiendo cumplimentarse con los efectos de la radiación solar directa.

Este secado se inicia en el campo después que los granos han alcanzado la madurez fisiológica y al interrumpirse las relaciones entre éstos y la planta se inicia un descenso de su humedad para alcanzar el equilibrio con la humedad atmosférica. Para continuar descendiendo posteriormente cuando se efectúa la cosecha.



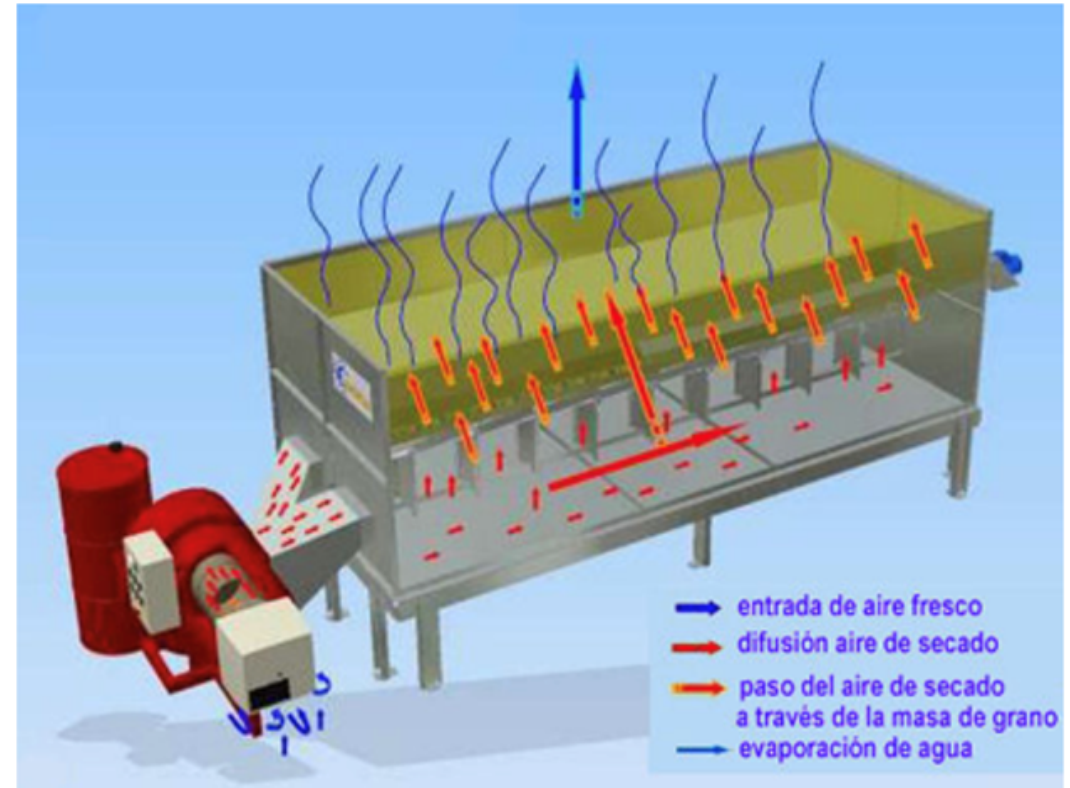
Secado artificial



Secado a altas temperaturas.

El secado a altas temperaturas (superiores a 40 °C) es el método más empleado para el secado de granos.

Los secadores de lecho fijo: son instalaciones de bajo costo alta variabilidad operacional y funcionamiento sencillo constan de las siguientes partes: cámara de secado, piso de láminas o chapa metálicas perforadas, cámara de distribución del aire con expansión gradual, ventilador y horno de calentamiento.





Resumen de la importancia del secado

El secado como operación fundamental dentro del sistema de manejo postcosecha de los granos básicos.

El secado es el método universal de acondicionar los granos a través de la eliminación del agua contenida en los mismos hasta un nivel que permita su equilibrio con el aire ambiente, de tal forma que se conserve el aspecto y la calidad nutritiva del grano como alimento o su viabilidad como semilla.



Gestión de la contaminación por micotoxinas a nivel rural

Separación durante el proceso de limpieza y clasificación

- Cosechar en el momento óptimo
- Evitar el almacenamiento de granos con más del 13% de humedad
- Separar las mazorcas y granos dañados
- Mantener la limpieza de las áreas y equipos
- Eliminar las impurezas del proceso
- Separación de granos por densidad

CODEX ALIMENTARIUS
INTERNATIONAL FOOD STANDARDS



Food and Agriculture
Organization of
the United Nations



World Health
Organization

E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

CODE OF PRACTICE FOR THE PREVENTION AND REDUCTION OF MYCOTOXIN CONTAMINATION IN
CEREALS

CAC/RCP 51-2003

Adopted 2003. Revised 2014.



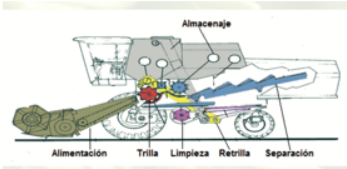
<https://www.google.com/search?q=code+of+practices+for+mycotoxin+code&oq=code+of+practices+for+mycotoxin+code+&aqs=chrome..69i57j33i160l3.20396j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>



**TECNOLOGÍAS Y
FASES DEL
SISTEMA
POSTCOSECHA
PARA LOS
GRANOS**

OPERACIONES POSTCOSECHA	TECNOLOGIAS TRADICIONALES	TECNOLOGIAS INTERMEDIAS	TECNOLOGIAS INDUSTRIALES
Recolección	Manual	Manual y mecánica	Mecánica
Pre-secado	En la planta o en montón	En trojes o en montón	-----
Almacenamiento en mazorcas	En graneros tradicionales	En trojes	-----
Trilla	Manual	Mecánica	Mecánica
Pre-limpieza	Manual	Mecánica	Mecánica
Secado	Natural	Artificial	Artificial
Limpieza y selección	Aventamiento manual	Mecánicos	Mecánicos
Almacenamiento en grano	En graneros tradicionales y silos artesanales	En sacos o a granel	En sacos o a granel
Transformación	Manual	Mecánica	Mecánica

Opciones de gestión de los riesgos para la inocuidad-calidad, aplicables en las diferentes tecnologías y fases del sistema postcosecha del maíz.



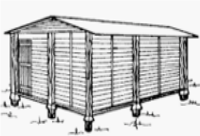
Operación postcosecha	Tecnologías Tradicionales	Tecnologías intermedias	Tecnologías Industriales
	Manual posterior a la dobla	Manual y mecánica	Mecánica
Recolección	 <p>https://idp.cimmyt.org/la-dobla-una-practica-milenaria-que-esta-potenciando-la-disponibilidad-de-maiz/</p>	 <p>macheryonline.com</p>	 <p>https://fedearroz.s3.amazonaws.com/media/documents/cosechadoras_cultivo_arroz_H6bq08C.pdf</p>

	Riesgo para la inocuidad-calidad		
Actividad biológica del grano (respiración y degradación de las sustancias de reserva)	Alto	Medio-bajo	Bajo
Insectos, roedores y hongos-¹, micotoxinas	Alto	Medio-bajo	Bajo
Peligros físicos	Alto	Medio-bajo	Bajo
Factores ambientales: Temperatura, humedad relativa y composición de aire.	Alto	Medio-bajo	Bajo

<https://idp.cimmyt.org/la-dobla-una-practica-milenaria-que-esta-potenciando-la-disponibilidad-de-maiz/>

Opciones de gestión de los riesgos para la inocuidad-calidad, aplicables en las diferentes tecnologías y fases del sistema postcosecha del maíz.




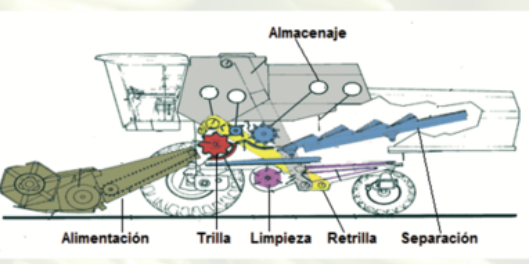


Operación postcosecha	Tecnologías Tradicionales	Tecnologías Intermedias	Tecnologías Industriales
	Manual En la planta o en montón	Manual y mecánica En trojes o en montón	Mecánica
Presecado		  <small>https://www.fao.org/3/X5027S/x5027S6I.GIF</small>	No se realiza. El grano se mantiene pocas horas en la tolva de la cosechadora.

	Riesgo para la inocuidad-calidad		
Actividad biológica del grano (respiración y degradación de las sustancias de reserva)	Alto	Medio-bajo	Bajo
Insectos, roedores y hongos-micotoxinas	Alto	Medio-bajo	Bajo
Peligros físicos	Alto	Medio-bajo	Bajo
Factores ambientales: Temperatura, humedad relativa y composición de aire.	Alto	Medio-bajo	Bajo

Opciones de gestión de los riesgos para la inocuidad-calidad, aplicables en las diferentes tecnologías y fases del sistema postcosecha del maíz.




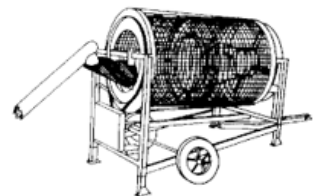
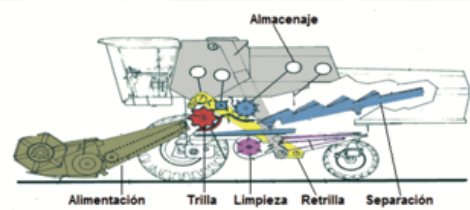
Operación postcosecha	Tecnologías Tradicionales	Tecnologías intermedias	Tecnologías Industriales
	Manual	Mecánica	Mecánica (de conjunto con la cosecha)
<p>Trilla/desgrane/Aporreo</p>  <p>https://www.youtube.com/watch?v=voLDSwHR-H0</p>	 <p>https://www.ecured.cu/Trilladora_de_granos_TG</p> 	 <p>https://fedearroz.s3.amazonaws.com/media/documentos/cosechadoras_cultivo_arroz_H6bqo8C.pdf</p>	

Riesgo para la inocuidad-calidad

Actividad biológica del grano (respiración y degradación de las sustancias de reserva)	Alto	Medio-bajo	Bajo
Insectos, roedores y hongos-micotoxinas	Alto	Medio-bajo	Bajo
Peligros físicos	Alto	Medio-bajo	Bajo
Factores ambientales: Temperatura, humedad relativa y composición de aire.	Alto	Medio-bajo	Bajo

Opciones de gestión de los riesgos para la inocuidad-calidad, aplicables en las diferentes tecnologías y fases del sistema postcosecha del maíz.



Operación postcosecha	Tecnologías Tradicionales	Tecnologías Intermedias	Tecnologías Industriales
	Manual	Mecánica	Mecánica (de conjunto con la cosecha)
Prelimpieza	 <p>https://www.fao.org/3/x5027s/x5027S02.htm</p>	 <p>https://www.fao.org/3/x5027s/x5027S02.htm</p>	 <p>https://www.fao.org/3/x5027s/x5027S02.htm</p>

Riesgo para la inocuidad-calidad

Actividad biológica del grano (respiración y degradación de las sustancias de reserva)	Alto	Medio-bajo	Bajo
Insectos, roedores y hongos-micotoxinas	Alto	Medio-bajo	Bajo
Peligros físicos	Alto	Medio-bajo	Bajo
Factores ambientales: Temperatura, humedad relativa y composición de aire.	Alto	Medio-bajo	Bajo

Opciones de gestión de los riesgos para la inocuidad-calidad, aplicables en las diferentes tecnologías y fases del sistema postcosecha del maíz.



Operación postcosecha	Tecnologías Tradicionales Manual	Tecnologías Intermedias	Tecnologías Industriales Mecánica
Limpieza		 <p>https://sircaecuador.com/productos/limpiadora-clasificadora-sirca-de-granos/</p>	 <p>https://bim-agritech.com/es/maquinas-estacionarias-de-limpieza-de-granos</p>

	Riesgo para la inocuidad-calidad		
Actividad biológica del grano (respiración y degradación de las sustancias de reserva)	Medio	Medio-bajo	Bajo
Insectos, roedores y hongos-micotoxinas	Medio	Medio-bajo	Bajo
Peligros físicos	Medio	Medio-bajo	Bajo
Factores ambientales: Temperatura, humedad relativa y composición de aire.	Medio	Medio-bajo	Bajo

Opciones de gestión de los riesgos para la inocuidad-calidad, aplicables en las diferentes tecnologías y fases del sistema postcosecha del maíz.

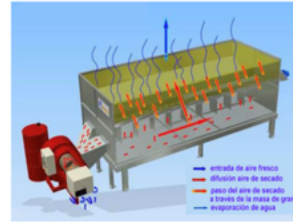


Operación postcosecha	Tecnologías Tradicionales	Tecnologías Intermedias	Tecnologías Industriales
-----------------------	---------------------------	-------------------------	--------------------------

Secado



https://es.123rf.com/photo_16163409_secado-de-granos-de-ma%C3%ADz-bajo-el-sol-abrasador-en-indonesia.html



Secadero estático con recirculación de granos

<https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/secado-grano.aspx>






https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/conserv-grano-parte2_tcm30-58513.pdf

Riesgo para la inocuidad-calidad

Actividad biológica del grano (respiración y degradación de las sustancias de reserva)	Alto	Medio-bajo	Bajo
Insectos, roedores y hongos, micotoxinas	Alto	Medio-bajo	Bajo
Agentes físicos	Alto	Medio-bajo	Bajo
Factores ambientales: Temperatura, humedad relativa y composición de aire.	Alto	Medio-bajo	Bajo

Opciones de gestión de los riesgos para la inocuidad-calidad, aplicables en las diferentes tecnologías y fases del sistema postcosecha del maíz.



Operación postcosecha	Tecnologías Tradicionales	Tecnologías Intermedias	Tecnologías Industriales
Almacenamiento	 <p>https://www.maga.gob.gt/sitios/visan/departamento-de-almacenamiento-de-alimentos/</p>	 <p>https://www.agroads.com.ar/detailw.asp?id=aii-927557</p>	

Riesgo para la inocuidad-calidad

Actividad biológica del grano (respiración y degradación de las sustancias de reserva)

Alto

Medio-bajo

Bajo

Insectos, roedores y hongos, micotoxinas

Alto

Medio-bajo

Bajo

Agentes físicos

Alto

Medio-bajo

Bajo

Factores ambientales: Temperatura, humedad relativa y composición de aire.

Alto

Medio-bajo

Bajo

Opciones de gestión de los riesgos para la inocuidad-calidad, aplicables en las diferentes tecnologías y fases del sistema postcosecha del maíz.



Operación postcosecha	Tecnologías Tradicionales	Tecnologías Intermedias	Tecnologías Industriales
-----------------------	---------------------------	-------------------------	--------------------------



<https://gourmetdemexico.com.mx/gourmet/cultura/todo-lo-que-necesitas-saber-de-la-nixtamalizacion/>



<https://tortilladoraslenin.com/como-hacer-masa-de-maiz-nixtamalizado-en-7-pasos/>



<https://www.nixtamalmx.com/categorias-plantas-nixtamalizadoras.html?url=plantas-nixtamalizadoras>

Riesgo para la inocuidad-calidad

Actividad biológica del grano (respiración y degradación de las sustancias de reserva)

Medio

Medio-bajo

Bajo

Insectos, roedores y hongos-micotoxinas

Medio

Medio-bajo

Bajo

Agentes físicos

Medio

Medio-bajo

Bajo

Factores ambientales: Temperatura, humedad relativa y composición de aire.

Medio

Medio-bajo

Bajo



Efectividad de estrategias de manejo postcosecha de aflatoxinas en el procesamiento maní (Park y Liang, 1993).

Tecnologías	Nivel de Aflatoxina ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Reducción (%)	Reducción acumulada
Manipulación del agricultor	217.0	-	-
Separador de banda	140.0	35	35.0
Planta de pelado	100.0	29	54.0
Seleccionar por color	30.0	70	86.0
Mesa gravimétrica	25.0	16	88.0
Escaldeo con separación por color	2.2	91	99.0
Re separación por color	1.6	27	99.3

Apto para el consumo



Defectos

Insect damaged maize kernels



Discoloured mouldy germ



Visibly mouldy on the outside of the maize kernel



Visibly streaked on the outside of the maize kernel





Efectos de la nixtamalización en la reducción de la concentración de aflatoxina B1 en maíz.

Cuadro I
CONCENTRACIÓN DE AFLATOXINA B1
Y POBLACIÓN FÚNGICA EN MAÍZ DEL ESTADO
DE TAMAULIPAS, MÉXICO, 2000

Maíz blanco	Aflatoxina B1 µg/kg*	Aflatoxicol µg/Kg*	Población fúngica
Ingresó-2000	955	0.0	<i>A.flavus</i>
Almacenado 10° C- 2001	699	421.0	<i>A. niger</i> <i>A.flavus</i>
Almacenado 10° C- 2002	520	175.0	<i>A.niger</i>

* Valores promedio de 10 determinaciones

Cuadro II
EFFECTO DE LA NIXTAMALIZACIÓN TRADICIONAL
SOBRE AFLATOXINA EN MAÍZ NATURALMENTE
CONTAMINADO PROVENIENTE DEL ESTADO
DE TAMAULIPAS, MÉXICO, 2001

Maíz blanco	Nivel de aflatoxina B1 *		Nivel de aflatoxicol*	
	µg/g	µg/kg	µg/50g	µg/kg
Grano	35.0	699.0a	21.0	421.0
Grano-nixtamalizado (masa)	1.3	26.0b	6.5	129.0
Efectividad de la nixtamalización %	96.0	96.0	70.0	70.0

* Los valores son promedio de 10 determinaciones en cada tratamiento
 Análisis estadístico de datos transformados (Log + 1)
 Coeficiente de variación=37.7%

Nota: los valores con letra diferente en la misma columna son estadística-mente diferentes



Trabajo grupal

Desarrollar estrategias de manejo de las operaciones de cosecha y postcosecha de un campo de maíz, que justo antes de la cosecha cumplía con los límites críticos para los niveles de contaminaciones micotoxinas y otros peligros para la inocuidad-calidad.

Aplicar las tecnologías intermedias que se pudieran implementar en un centro local de manejo postcosecha para mantener la inocuidad-calidad del producto, con base en el HACCP.

Notas:

Pueden utilizar tecnologías que permitan gestionar los riesgos en más de una operación a la vez, incluyendo, análisis rápidos para determinar el contenido de humedad de los granos, de las concentraciones de micotoxinas (Método ELISA) (<https://scancotec.com/productos/analisis-de-micotoxinas/>) y otros indicadores de calidad-inocuidad.

Trabajo grupal (maíz)



Fases del proceso.

- Evaluación inicial de la inocuidad-calidad de los granos
- Precosecha-cosecha
- Pre-secado
- Almacenamiento en mazorcas
- Trilla
- Pre-limpieza
- Secado
- Limpieza y selección
- Almacenamiento en granos
- Transformación.

Trabajo grupal (arroz)



Fases del proceso.

- Evaluación inicial de la inocuidad-calidad de los granos
- Precosecha-cosecha
- Pre-secado
- Almacenamiento en mazorcas
- Trilla
- Pre-limpieza
- Secado
- Limpieza y selección
- Almacenamiento en granos
- Transformación.

Artículos

Almacenamiento de arroz: influencia en la inocuidad del grano

Rice storage: effects on grain safety

Armazenamento de arroz: influência na segurança dos grãos

● Alicia Sánchez asanchez@latitud.org.uy
Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Uruguay

● Blanca Gómez-Guerrero
Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Uruguay

● Alejandra Billiris
Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Uruguay