



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS TARMA
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



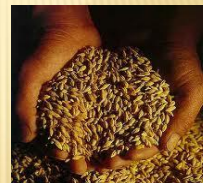
TECNOLOGIA DE CEREALES

MICROBIOLOGIA DE CEREALES

Facilitador: MSc. Miguel Ángel Quispe Solano

GENERALIDADES

- Los cereales tienen pH cercano a la neutralidad, Aw baja cercano a 0,7.
- La presencia de microorganismos se da en el campo y puede darse en el almacenamiento.
- Los Hongos son un problema por la producción de micotoxinas, antes de la recolección, durante la desecación y como consecuencia de un almacenamiento inadecuado.



ALTERACIÓN MICROBIANA DE LOS CEREALES

- Los carbohidratos de los cereales constituyen la mayor fuente de energía de que disponen los seres humanos; además, estos alimentos contienen cantidades significativas de proteínas, lípidos, minerales y vitaminas, especialmente de los grupos B, D y E. Todo ello, unido a su pH cercano a la neutralidad, hace que sean alimentos muy propicios para el crecimiento microbiano, que se previene desecándolos hasta que alcanzan una actividad de agua inferior a 0,7.

- Todos los cereales están expuestos a una gran variedad de microorganismos, que pueden proceder:
 - Suelo
 - Agua
 - Fertilizantes
 - Plantas enfermas o animales mientras están en el campo o del polvo,
 - Contenedores, cintas, sacos, depósitos
 - Manipuladores
 - Vectores durante su transporte y almacenamiento.

- Los principales microorganismos que hay que considerar en estos productos son los **mohos** y las **bacterias esporuladas**.
- Los primeros causan los principales problemas asociados a la producción de cereales. Los mohos "del campo", presentes en los granos al recolectarlos, suelen ser específicos de cada especie, al contrario que los mohos "de almacenamiento".
- En cualquier caso, pueden provocar manchas, escoriaciones, decoloraciones o apelmazamientos, reduciendo su calidad.

- Los granos muy infectados desprenden un olor "a moho" muy característico.
- Algunos mohos provocan la pérdida de calidad del gluten en las harinas y en las masas que se hagan con ellas.
- Los granos mohosos tienen una escasa capacidad de germinación y bajas propiedades de malteado por lo que igualmente son inaceptables para la elaboración de bebidas alcohólicas.
- Pueden reducir considerablemente su valor nutritivo.

- o Si el crecimiento fúngico no se controla adecuadamente, la temperatura de los granos puede elevarse hasta valores que provoquen la pérdida de la capacidad de germinación, decoloraciones masivas e incluso su combustión espontánea.

Cladosporium



- o El crecimiento de los mohos lleva aparejado ciertos cambios químicos que colaboran en los procesos alterativos de los granos.
- o Así, puede haber un aumento del índice de acidez como consecuencia de la actividad de las lipasas de los mohos sobre los triglicéridos.
- o De hecho, el índice de acidez se emplea como medida de la actividad fúngica.
- o La cantidad de dióxido de carbono que se libera a la atmósfera y la pérdida de materia seca también se relacionan bien con la concentración de mohos contaminantes.

- o Además, la alteración del flavor y el aroma es debida, en parte, a la producción de compuestos aromáticos volátiles, entre los que destacan el 3-metil-butanol, 3-octanona, 3-octanol y 1-octanol.
- o Por otra parte, muchos de los hongos que contaminan a los cereales son micotoxigenicos (**Tabla**) y representan un grave problema mundial para el abastecimiento de cereales y derivados ya que, una vez formadas, no se pueden controlar con las técnicas habituales de manipulación post-cosecha y de almacenamiento.

MICROFLORA INICIAL

Saprófitos:

- o **Hongos:** *Aspergillus glaucus* , *A. restrictus*, *Penicillium*, *Streptomyces diastáticus*.
- o **Bacterias:** En el arroz cocido se encuentra la familia *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Brevibacterium* *Lactobacillus* y *Bacillus*.

Patógenos :

TABLA N° 01. PRINCIPALES MOHOS TOXIGÉNICOS QUE CONTAMINAN LOS CEREALES

Cereal	Mohos	Micotoxinas
Maíz	<i>Fusarium moniliforme</i> <i>Aspergillus flavus</i>	Fumonisin, fusarinas Aflatoxinas
Trigo	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Alternaria alternata</i>	Deoxinivalenol, nivalenol, zearalenona Ácido tenuazónico
Centeno	<i>Fusarium poae</i> <i>Fusarium sporotrichioides</i>	T-2 T-2
Sorgo	<i>Alternaria alternata</i>	Ácido tenuazónico
Cebada	<i>Penicillium verrucosum</i>	Ocratoxina A

Bacterias:

- o *Clostridium perfringens* y *C. botulinum* (posiblemente de suelos)
- o *Actinomyces* y Bacterias psicrófilas
- o *Salmonella*, *E.coli*, *shiguelia* o *Klebsiella* (posiblemente de roedores, pájaros o personas)
- o *Bacillus cereus* en arroz cocinado

Claviceps purpurea afecta a cereales, produce alcaloides tóxicos que contienen ácido lisérgico cuya ingestión causa alucinaciones (Problemas de ergotismo).



- o Una vez mas, se establece una asociación entre alteración y seguridad alimentaria.
- o Las bacterias que se encuentran en los granos pertenecen fundamentalmente a las familias *Pseudomonadaceae*, *Micrococcaceae*, *Lactobacillaceae* y *Bacillaceae*.

- o Las bacterias esporuladas forman parte de la microbiota característica de los cereales y, algunas de ellas, como *Bacillus subtilis* y *Bacillus cereus*, pueden sobrevivir a la cocción.
- o De hecho, esta última especie es la más importante como causa de intoxicaciones alimentarias asociadas al consumo de arroz cocido.

- o Los granos y harinas pueden actuar como portadores de bacterias patógenas, como *Salmonella* spp., cuando se contaminan a partir de vectores, manipuladores, utensilios, etc.
- o Estas bacterias no suelen crecer en condiciones de baja actividad de agua pero si las harinas contaminadas se emplean para la elaboración de un alimento húmedo, entonces se puede producir una toxoinfección.

- o En general, los problemas alterativos son infrecuentes en las masas refrigeradas. Sin embargo, si las condiciones de almacenamiento son inadecuadas puede haber un crecimiento de bacterias lácticas (especialmente del género *Leuconostoc*) y levaduras, que pueden originar diversos problemas, desde viscosidad a cambios indeseables en la textura aroma o flavor.

CARGA INICIAL DE M.O EN CEREALES

La microbiota normal de los granos de cereales comprende:

- ✓ Mohos ($10^2 - 10^4$ /g),
- ✓ Levaduras y hongos levaduriformes ($10^2 - 10^4$ /g),
- ✓ Bacterias aerobias ($10^2 - 10^6$ /g)
- ✓ Coliformes ($10^2 - 10^4$ /g),
- ✓ *E. coli* ($<10^2 - 10^3$ /g)
- ✓ Actinomicetos ($10^3 - 10^6$ /g).

HARINAS

- Los granos secos y limpios seleccionados y temperados adecuadamente contienen pocos microorganismos sin embargo el contacto con el molino produce contaminaciones.
- En harinas frescas se tiene 10^2 - 10^6 bacterias y 10^2 - 10^4 mohos/gramo
- El género predominante es el *Citrobacter* y los hongos *Aspergillus glaucus* y *A. candidus*.



- Las bacterias productoras de ácido láctico realizan la fermentación ácida seguida de la fermentación alcohólica por levaduras y después la fermentación acética por el *Acetobacter* si se encontraran presentes.

Patógenos:

Aspergillus y *Penicillium* productores de toxinas
Salmonella y *Bacillus cereus* en pequeñas cantidades

- Los microorganismos de las harinas de cereales es relativamente bajo debido a los agentes blanqueadores. Cuando las condiciones de humedad favorecen el crecimiento aparecen por lo común las bacterias del género *Bacillus* y diversos tipos de mohos. Varias especies aeróbicas formadoras de endosporos, son capaces de producir amilasa, la que les permite usar la harina y productos relacionados.

PAN

Saprofitos

- Los mohos son los principales deteriorantes:
Rizophus nigrificans,
Penicillium expansum, *P. stoloniferum*, *Aspergillus niger*, *Mucor spp* y *Geotrichium spp.*



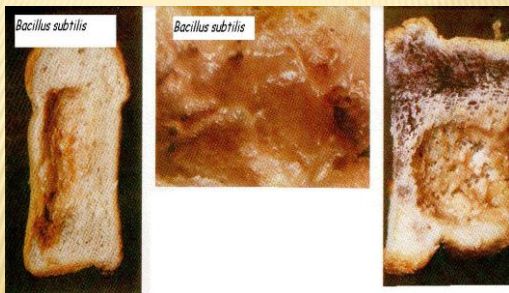
Patógenos

- Entre las bacterias solo sobreviven las esporas, principalmente el microorganismo putrefactivo *Bacillus subtilis*.
- Si los ingredientes de la masa del pan están muy contaminados con sus esporas, pueden existir sobrevivientes al horneado germinar a las 36 a 48 horas dentro de la miga (aspecto pastoso, color oscuro y olor a melón maduro)

- Alteración roja del pan causado por *Serratia marcescens* en panes con alto contenido de humedad.
- Colonias rosadas sobre el pan: *Monilia sitiphila*
- Colonias rojas sobre el pan: *Geotrichium aurantiacum* y todos los hongos que producen toxinas



PANES ALTERADOS POR MICROORGANISMOS



OTROS PRODUCTOS:

- Los panes producidos comercialmente carecen de humedad suficiente para permitir el crecimiento de microorganismos, excepto los mohos.
- Estos aparecen cuando el pan es almacenado en un ambiente húmedo o envuelto mientras aún está caliente, los más comunes son *Rhizopus stolonifer* que crece a una aw >0,93 y *Neurospora sitophila*, pero también suelen desarrollar especies de *Penicillium* o *Aspergillus* cuyas esporas germinan a una aw entre 0,90 y 0,84.
- Las levaduras amilolíticas de los géneros *Saccharomyces* e *Hyphopichia* producen el pan yesoso.

TABLA 1. MECANISMOS DE DETERIORO DE DIVERSOS ALIMENTOS

ALIMENTO	MECANISMOS	CAMBIOS LIMITANTES
Pan	Retrogradación del almidón	Alteración de textura y flavor
	Migración de humedad	Apariencia seca
		Crecimiento de mohos



Sacharomyces cerevisiae

- El deterioro de los productos de pastelería refrigerados: La masa de pizza, es causado principalmente por bacterias lácticas (*Lactobacillus*, *Leuconostoc* y en menor proporción *Streptococcus*).
- Las tortas, en cambio, rara vez sufren un deterioro bacteriano debido a la alta concentración de azúcares pero son alteradas por los mohos; éstos provienen de cualquiera de los ingredientes.

CEREALES, LEGUMINOSAS Y DERIVADOS

Granos de cereales y leguminosas secas						
Agentes microbianos		Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL
						m M
Mohos		5	3	5	2	10 ² 10 ⁴

Harinas, Almidones y Féculas						
Agentes microbianos		Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL
						m M
Enterobacterias		5	3	5	2	10 ³
Salmonella		10	2	5	0	0
Mohos		5	3	5	2	10 ³ 10 ⁴
Levaduras		2	3	5	2	5x10 ² 5x10 ³
Bacillus cereus		6	3	5	1	10 ² 10 ³

Pastas Frescas sin relleno (wonton, prepizza, lasagna, fideos chinos)						
Agentes microbianos		Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL
						m M
Aerobios mesófilos		3	3	5	1	10 ⁴ 10 ⁶
Enterobacterias		6	3	5	1	10 ⁴ 10 ⁶
Staphylococcus aureus		8	3	5	1	10 ² 10 ⁶
Mohos		5	3	5	2	10 ² 10 ⁴

Pastas Frescas con relleno (canelones, ravioles)						
Agentes microbianos		Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL
						m M
Aerobios mesófilos		3	3	5	1	10 ⁴ 10 ⁶
Coliformes		5	3	5	2	10 10 ²
Staphylococcus aureus		8	3	5	1	10 ² 10 ⁶
Salmonella en 25g		10	2	5	0	—
Clostridium perfringens (*)		6	3	5	1	10 ² 10 ⁴
Mohos		5	3	5	2	10 ² 10 ⁴

(*) Sólo para pastas con rellenos de carne

Pastas Frescas congeladas con o sin relleno						
Agentes microbianos		Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL
						m M
Coliformes		5	3	5	2	10 10 ²
Staphylococcus aureus		8	3	5	1	10 ² 10 ⁶

Fideos y Pastas Rellenas Desecadas (fideos a base de verduras, el huevo, dietéticos)						
Agentes microbianos		Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL
						m M
Coliformes		5	3	5	2	10 10 ²
Staphylococcus aureus		8	3	5	1	10 ² 10 ⁶
Salmonella en 25g		10	2	5	0	—
Mohos		5	3	5	2	10 ² 10 ⁴

Cereales instantáneos extruídos o expandidos, proteinizados (para desayunos, aneaks, bocaditos, pliques) , hojuelas que no requieren cocción

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Aerobios Mesófilos	5	3	5	2	10 ³	10 ⁴
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
Bacillus cereus	6	3	5	1	10 ²	10 ³
Mohos	6	3	5	1	10 ²	10 ³
Levaduras	5	3	5	2	10 ²	10 ³

Hojuelas que requieren cocción (a base de cereales, leguminosas, tubérculos u otros)

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Coliformes	8	3	5	1	10	20
Mohos	5	3	5	2	10 ³	10 ⁴

PRODUCTOS DE PANADERÍA, PASTERERÍA Y GALLETERÍA
Pan y masas horneadas sin relleno (Pan, panes especiales, tostadas, bizcochos, kakes, galletas, obleas y similares)

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³

Pan y masas horneadas con relleno y/o cobertura (pasteles, panetón, tortas, turrones, galletas, empanadas, wafers y similares)

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Escherichia coli	6	3	5	1	10	50
Staphylococcus aureus	6	3	5	1	10	10 ²
Salmonella en 25g	10	2	5	0	0	---
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
Clostridium perfringens(*)	8	3	5	1	10	10 ²

(*) Para aquellos productos rellenos de carne y/o verduras y/o vegetales

Productos de panadería congelados listos para consumo (panes, pizzas)

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Staphylococcus aureus	9	3	5	1	10 ²	10 ⁴
Salmonella en 25g	12	2	20	0	0	---
Bacillus cereus (*)	8	3	5	1	10 ³	10 ⁴

(*) Para aquellos productos elaborados con harina de arroz o maíz

Productos de panadería refrigerados y congelados listos para cocinarse (masas)

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Staphylococcus aureus	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
Salmonella en 25g	10	2	5	0	0	---
Bacillus cereus (*)	8	3	5	1	10 ³	10 ⁴

(*) Para aquellos productos elaborados con harina de arroz o maíz

ALIMENTOS FORMULADOS (REGÍMENES ESPECIALES ENTRE OTROS)
Productos deshidratados e instantáneos que requieren reconstitución (Sustitutos lácteos, enriquecidos lácteos, papilla, entre otros)

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ³	10 ⁴
Enterobacterias	6	3	5	1	10	50
Bacillus cereus	9	3	10	1	10 ²	10 ⁴
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
Staphylococcus aureus	8	3	5	1	10	10 ²
Salmonella en 25g (*)	12	2	60	0	0	---

(*) Usar unidades analíticas de 25 g que pueden juntarse, para un mínimo de 5 marchas analíticas

Productos deshidratados que requieren cocción antes de su consumo (Mezclas a base de cereales)

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵
Enterobacterias	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Bacillus cereus	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
Mohos	3	3	5	1	10 ³	10 ⁴
Salmonella en 25g	10	2	15	0	0	---

Productos tratados térmicamente y envasados en recipientes herméticamente cerrados

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Aerobios y anaerobios mesófilos (**)	10	2	5	0	0	---
Aerobios y anaerobios termófilos (***)	10	2	5	0	0	---

(*) 5 unidades se pre-incuban a 35°C por 14 días

(**) 5 unidades se pre-incuban a 55°C por 7 días

Para el caso de la incubación se utilizarán 3 o 5 tubos por cada unidad, sólo para aerobios mesófilos se podrá aceptar un tubo positivo de 3 (1/3) o 2 tubos positivos de 5 (2/5)

Productos listos para su consumo no comprendidos en los anteriores (galletas y panes enriquecidos o fortificados, entre otros)

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/mL	
					m	M
Enterobacterias	6	3	5	1	10	50
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³

CONTROL

- Los granos de cereales deben mantenerse secos con ventilación adecuada durante el almacenamiento en sacos o silos con atmósfera controlada, especialmente en zonas tropicales (se puede utilizar bajos niveles de O₂ y altos de CO₂).
- Las harinas deben pasar por molinos limpios y en áreas donde no haya contenedores con agua.
- Debe haber un control de insectos y roedores.

- En la panadería la masa debe emplear ingredientes de buena calidad microbiológica.
- Higiene en las instalaciones y equipos de panadería
- El horneado debe ser uniforme para reducir el contenido de humedad hasta que los microorganismos queden inhibidos.
- El pan debe envasarse en material impermeable evitando condensación del pan caliente.