



**CORPORACIÓN
UNIVERSITARIA
REMINGTON**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
ELECTIVA I
ASIGNATURA: Tecnología en Cereales**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON
DIRECCIÓN PEDAGÓGICA**

Este material es propiedad de la Corporación Universitaria Remington (CUR), para los estudiantes de la CUR en todo el país.

2012

CRÉDITOS



El módulo de estudio de la asignatura Electiva I Tecnología en Cereales es propiedad de la Corporación Universitaria Remington. Las imágenes fueron tomadas de diferentes fuentes que se relacionan en los derechos de autor y las citas en la bibliografía. El contenido del módulo está protegido por las leyes de derechos de autor que rigen al país.

Este material tiene fines educativos y no puede usarse con propósitos económicos o comerciales.

AUTOR

Daniel Rodríguez Echeverri

Ingeniero Agroindustrial y asesor en proyectos agropecuarios
daniel.eche@yahoo.com

Nota: el autor certificó (de manera verbal o escrita) No haber incurrido en fraude científico, plagio o vicios de autoría; en caso contrario eximió de toda responsabilidad a la Corporación Universitaria Remington, y se declaró como el único responsable.

RESPONSABLES

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

Director Arcadio Maya Elejalde

Agroindustrial

Decano Dr. Ignacio Ramos Jaramillo
Vicedecana Dra. Diana Lucía Toro

Director Pedagógico

Octavio Toro Chica
dirpedagogica.director@remington.edu.co

Coordinadora de Medios y Mediaciones

Angélica Ricaurte Avendaño
mediaciones.coordinador01@remington.edu.co

GRUPO DE APOYO

Personal de la Unidad de Medios y Mediaciones

EDICIÓN Y MONTAJE

Primera versión. Febrero de 2011. Segunda versión Marzo 2012

Derechos Reservados

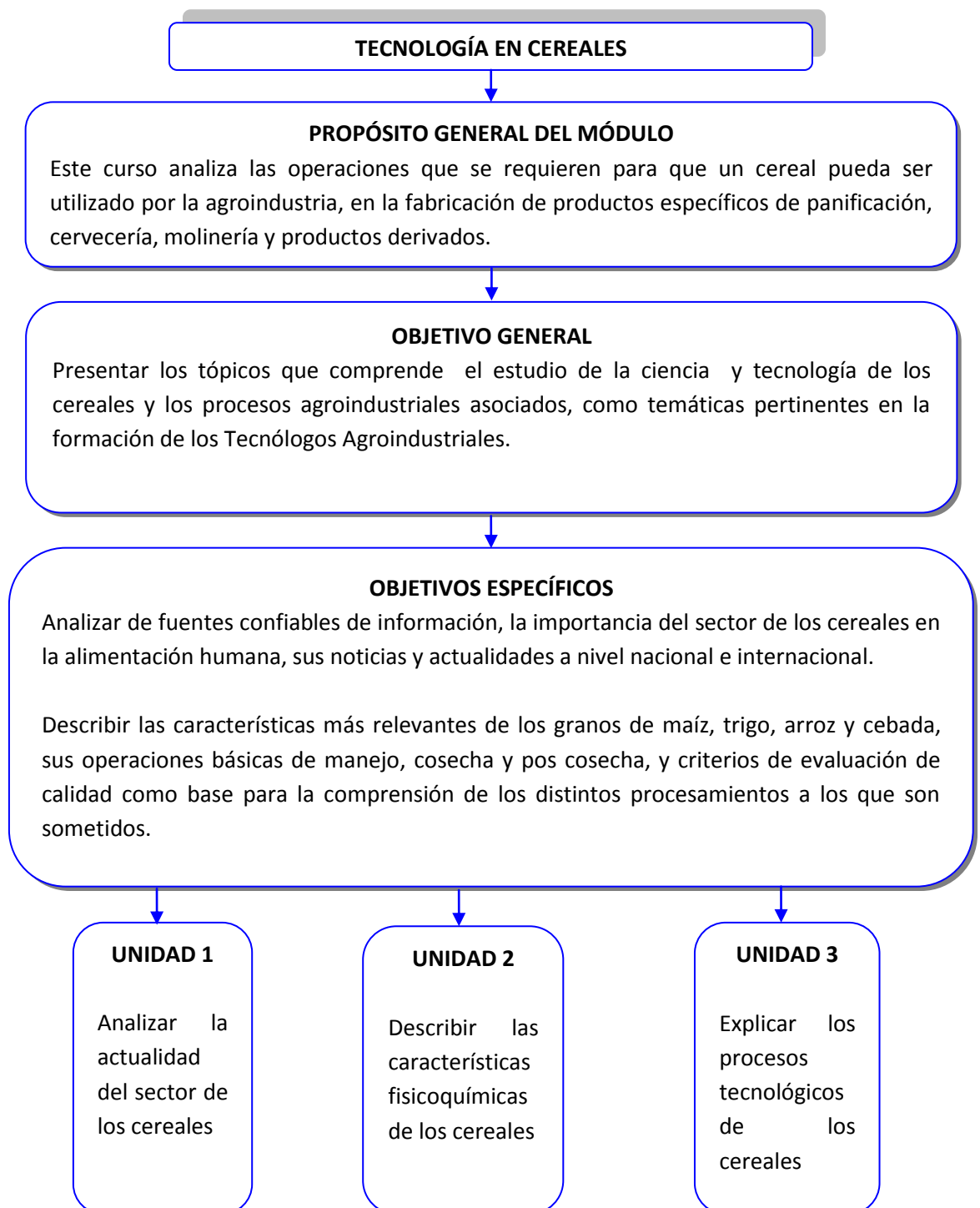


Esta obra es publicada bajo la licencia Creative Commons. Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 2.5 Colombia.

TABLA DE CONTENIDO

1.	MAPA DE LA ASIGNATURA.....	7
2.	ACTUALIDAD DEL SECTOR	8
2.1.	Los Cereales y la Alimentación Mundial.....	9
2.1.1.	Importancia Económica.....	9
2.2.	Tópicos de Actualidad en Cereales	11
2.2.1.	Noticias y Actualidades del Sector	11
3.	GENERALIDADES DEL GRANO Y SU COSECHA	13
3.1.	Generalidades Sobre los Cereales.....	14
3.1.1.	Taxonomía vegetal	14
3.1.2.	Clasificación	31
3.2.	Operaciones Básicas de Manejo y Pos Cosecha.....	39
3.2.1.	Recolección y cosecha del grano	39
3.2.2.	Cálculos de aireado y secado	62
3.2.3.	Maquinaria especializada.....	66
4.	PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL	76
4.1.	Procesos Tecnológicos de Transformación	77
4.1.1.	Obtención de harinas Molinería.....	77
4.1.2.	Proceso de elaboración de cereales deshidratados, hojuelas y productos de expansión..	103
4.1.3.	El mijo perlado y la cebada, procesos generales del maíz y arroz	129
4.2.	Fortificación de Cereales	132
4.2.1.	Harina de trigo fortificada	132
4.3.	Pistas de Aprendizaje	136
4.4.	Glosario	137
4.5.	Bibliografía	139

1. MAPA DE LA ASIGNATURA



2. ACTUALIDAD DEL SECTOR

Análisis del Mercado Mundial de Granos

INFOCAMPOoCOMoAR

2125 videos

Suscribirse



Tomado de <http://youtu.be/6Fap3VI46FA>

OBJETIVO GENERAL

Analizar de fuentes confiables de información, la importancia del sector de los cereales en la alimentación humana, sus noticias y actualidades a nivel nacional e internacional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ▶ Conocer la importancia de los cereales en la alimentación humana
- ▶ Actualizar al estudiante de los acontecimientos más relevantes del sector de los cereales a nivel nacional e internacional

Prueba Inicial

1. ¿Conoce usted dentro de las producciones pecuarias, la importancia de los cereales?
2. ¿Conoce usted los mercados y comercio nacional e internacional de los cereales?

2.1. Los Cereales y la Alimentación Mundial

2.1.1. Importancia Económica

El comercio mundial de los alimentos se conoce desde que la sal era utilizada para comerciar todo tipo de bienes; los cereales a través de la historia han constituido la base de la alimentación de los pueblos, cada continente o asentamiento poblacional se fue desarrollando cerca de cauces de ríos o en terrenos aptos para el establecimiento de cultivos como base de su alimentación, es así como mediante el desarrollo y establecimiento de la agricultura, poblaciones enteras lograron sostener su crecimiento y desarrollo económico

(http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_econ%C3%B3mico)

► Importancia en el abastecimiento nutricional de las poblaciones

El crecimiento y desarrollo del hombre siempre ha sido sostenido en su capacidad de alimentación y de reproducción, encontrando regiones con condiciones favorables para el desarrollo de la agricultura, la cacería (hoy en día se puede ver como ganadería), y la pesca; fue como el hombre hizo asentamientos y comenzó su desarrollo económico.

El desarrollo de esta agricultura a nivel mundial se basó en gran parte en el cultivo de cereales; “se estima el origen de la agricultura en el Neolítico. Este periodo, que es el segundo de la Edad de Piedra (de ahí "Neolítico" o "piedra nueva"), se sitúa aproximadamente hace unos 10.000 años” Agricultura Historia El Neolítico¹ Parte. (s.f). Recuperado el día 12 de julio de 2011, de http://www.natureduca.com/agro_hist_neolitico1.php . Es así como en Europa se comienza a cultivar la cebada y el mijo que después fue cambiado a trigo, en América el maíz, y en Asia el arroz.

Los cereales más usados hoy en día para alimentación humana y animal son el trigo, el maíz, y el arroz. Cabe anotar que si se emplean para alimentación animal en su mayoría es para especies de consumo humano como la ganadería y la porcicultura entre otras. La cebada es usada por la industria cervecera para la producción de la malta; la soya es un cereal oleaginoso, fuente de aceite y también usado ampliamente para alimentación humana y animal. Además se encuentran

otros cereales que también aportan al abastecimiento mundial de alimento, como lo son el sorgo, el mijo, la avena, entre otros pero son especies producidas a menor escala y con menor desarrollo económico y agroindustrial. Es así entonces como nos centraremos en el estudio del maíz, arroz, trigo, y cebada.

► Distribución geográfica de cultivos

La producción mundial de maíz, trigo, arroz y cebada se centra en un número reducido de países con extensas áreas destinadas para cultivo; La superficie mundial de maíz en el período entre el 2008 – 2009 a las 157,4 millones de hectáreas. De este total Estados Unidos engloba la mayor parte con 31,83 millones de hectáreas que representa el 19% y le sigue la China con 29,8 millones de hectáreas (18% del total)¹.

En general podemos decir según (Consejo Internacional de Cereales en su publicación Mercado de Cereales GMR No. 412 del 30 de Junio de 2010) que Estados Unidos y China lideran la producción mundial de maíz destacando en Latinoamérica países como Brasil y Argentina; la unión europea y algunos países vecinos del norte de Asia lideran en el cultivo de trigo y cebada con algunas producciones importantes en Argentina; en cuanto a la producción de arroz, está liderada por países como India, Pakistán y Vietnam.

► Estadísticas importantes de la FAO y la OMS

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), son autoridades internacionales en temas relacionados con la erradicación del hambre y la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas; son observatorios internacionales en temas como uso de suelos y de aguas, producción agrícola, producción de alimentos, salud humana, entre otros.

Constantemente realizan publicaciones en temas como “El Estado Mundial de La Agricultura y la Alimentación (SOFA)” (FAO, 2011) e “Informe sobre la salud en el mundo” (OMS, 2011), las publicaciones y algunas estadísticas generadas por estos observatorios, se pueden encontrar en las páginas web de dichas organizaciones (<http://www.fao.org/> y <http://www.who.int/es/>) y son de gran utilidad e importancia para la comunidad internacional.

¹ Panorama Mundial del Maíz Amarillo. (s.f). Recuperado el día 12 de julio de 2011, de http://www.magap.gob.ec/sigagro/charts/maiz_panoramamundial.htm

Ejercicio

Reconocimiento de mi entorno

1. Reconocer los cereales más usados para la alimentación humana y animal según mi entorno socio cultural, los productos elaborados y su importancia como fuente de alimento
2. Consultar en la página web de la FAO estadísticas importantes sobre la producción de estos y otros cereales en mi región o país

2.2. Tópicos de Actualidad en Cereales

2.2.1. Noticias y Actualidades del Sector

La producción de cereales es un tema de carácter internacional por su importancia en alimentación humana, igualmente es un tema de mucha especulación debido a que hoy en día algunos cereales pueden ser fuentes de energía renovable mucho más amigable con el ambiente que los combustibles fósiles.

Estamos de hablando de la producción de maíz y de soya y de su aprovechamiento en la elaboración de etanol y de biodiesel como combustible, esto complementaría la oferta de combustibles y disminuiría en parte los precios del petróleo y sus derivados, mejorando las producciones y economías a nivel mundial. Pero ¿Qué pasaría con la alimentación mundial si todo el maíz y la soya sembrada se transformara en combustibles?, ¿cuál sería el costo de una ración mínima de alimento sin el uso de cereales? y ¿quiénes podrán acceder a él?, estas son algunas de las preguntas, y su respuesta equivale a la vida de miles de personas que viven de su consumo.

Para estimar entonces el uso de los cereales, existen autoridades como el ministerio de agricultura de los Estados Unidos (USDA), que estiman sus cosechas según el área sembrada y según valores históricos de consumo de las diferentes industrias cuál será la cantidad estimada por ejemplo de maíz empleada para la producción de etanol.

Tener presente: El precio de la mayoría de los productos fertilizantes, insecticidas y plaguicidas, dependen del precio del petróleo; además este influye en costos de transporte y distribución lo que encarece el valor de los alimentos y dificulta su accesibilidad.

La producción de cereales como el arroz, el maíz, el trigo y la avena son comercializadas internacionalmente en la Bolsa de Chicago (<http://www.cmegroup.com>). Allí se tranzan las

opciones y futuros de productos comodities

(http://es.wikipedia.org/wiki/Mercanc%C3%ADa_%28econom%C3%ADa%29), correspondientes a valores en toneladas de dichos cereales o de varios productos, donde el precio es dado por el mercado y sus leyes de oferta y demanda.

El Gobierno Federal de México a través de La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México, creó un órgano administrativo desconcentrado de información y estudio de las políticas del sector rural para su desarrollo, es así entonces como uno de sus programas, el ASERCA (Apoyo y Servicios a la Comercialización Agropecuaria) <http://www.aserca.gob.mx> hace seguimiento detallado y publica en sus informes y pagina web las ultimas noticias del sector agropecuario mexicano y del norteamericano y su Secretaria de Agricultura de Estados Unidos (USDA).

En Colombia existen observatorios nacionales de cadenas productivas agrícolas y pecuarias como la del cacao, arroz, lácteos, carne bovina, guadua, papa, entre otras. Estos observatorios como Agrocadenas con su página web www.agrocadenas.gov.co publican las noticias y novedades del sector agropecuario nacional, con datos estadísticos de gran importancia para el público en general; además de ser una plataforma oficial del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, es la “Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario” en Colombia.

También encontramos corporaciones y entidades como la CCI (Corporación Colombia Internacional), www.cci.org.co que maneja el Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario SIPSA, con información actualizada de los centros de distribución mayorista del país; y PROEXPORT COLOMBIA, www.proexport.com.co donde se publican análisis de mercados, de productos y datos importantes en aspectos económicos.

La situación económica mundial y el clima, son factores macroeconómicos que afectan directamente este mercado. El incremento de compras de cereales por la economía china, un incremento en la demanda de etanol y la participación activa de los fondos privados de inversión son algunas de las actualidades internacionales que encontramos en el primer semestre de 2011.

Ejercicio

Noticias y actualidades

1. Hacer seguimiento en noticias y actualidades del sector de los cereales en las páginas web mencionadas y comparar con datos de mi país o región. Por ejemplo datos de producción, precio, consumo, entre otros.

3. GENERALIDADES DEL GRANO Y SU COSECHA

LA HISTORIA DEL CHOCLO

TercerOjoGroup

19 videos

Suscribirse



Tomado de <http://youtu.be/HZkmh4ddBDI>

OBJETIVO GENERAL

Describir las características más relevantes de los granos de maíz, trigo, arroz y cebada, sus operaciones básicas de manejo, cosecha y pos cosecha, y criterios de evaluación de calidad como base para la comprensión de los distintos procesamiento a los que son sometidos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ▶ Describir las características fisicoquímicas específicas de los granos de maíz, trigo, arroz y cebada
- ▶ Analizar las generalidades sobre la cosecha, almacenamiento y conservación de los cereales

Prueba Inicial

- 1) ¿Recuerda usted los conceptos generales de manejo y poscosecha de productos agrícolas?
- 2) ¿Reconoce los factores ambientales que facilitan el crecimiento microbiológico?

3.1. Generalidades Sobre los Cereales

3.1.1. Taxonomía vegetal

Taxonomía del maíz

- ▶ REINO: Plantae
- ▶ DIVISIÓN: Magnoliophyta
- ▶ CLASE: Liliopsida
- ▶ SUBCLASE: Commelinidae
- ▶ ORDEN: Poales
- ▶ FAMILIA: Poaceae
- ▶ SUBFAMILIA: Panicoideae
- ▶ TRIBU: Andropogoneae
- ▶ GÉNERO: Zea
- ▶ ESPECIE: Zea mays

FUENTE: <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080923171913AA5VGta>

Taxonomía del trigo

- ▶ Reino: Plantae
- ▶ División: Magnoliophyta
- ▶ Clase: Liliopsida
- ▶ Orden: Poales
- ▶ Familia: Poaceae
- ▶ Género: Triticum

FUENTE: <http://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071004185946AA2nJY6>

Taxonomía del arroz

- ▶ Reino: Plantae
- ▶ División: Magnoliophyta
- ▶ Clase: Liliopsida
- ▶ Orden: Poales
- ▶ Familia: Poaceae
- ▶ Género: Oryza
- ▶ Especie: O. sativa

FUENTE: <http://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071004185946AA2nJY6>

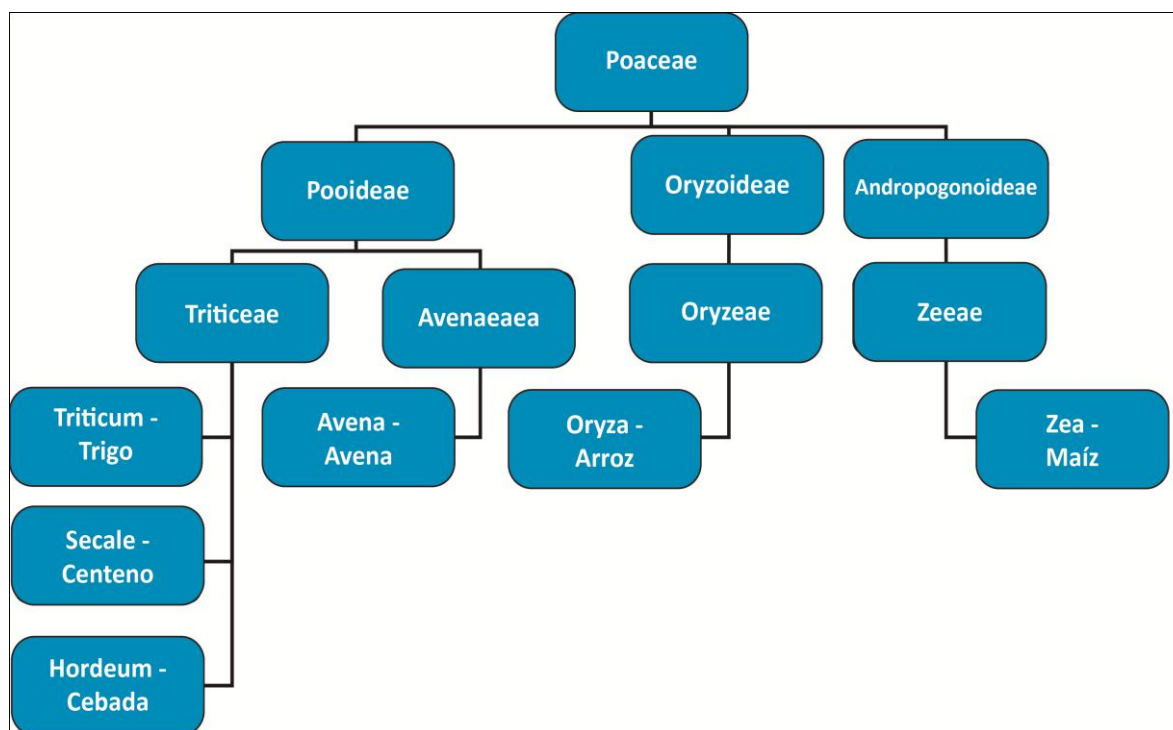
Taxonomía de la cebada

- ▶ Clasificación científica
- ▶ Reino: Plantae
- ▶ División: Magnoliophyta
- ▶ Clase: Liliopsida
- ▶ Orden: Poales
- ▶ Familia: Poaceae
- ▶ Género: Hordeum
- ▶ Especie: H. vulgare

FUENTE: <http://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071004185946AA2nJY6>

Los cereales en general son los frutos maduros y desecados de ciertas gramíneas de la familia Poaceae que adaptan la conocida forma de crecimiento en espiga, y los cuales producen frutos secos con una sola semilla. Este tipo de fruto es una cariósida que vulgarmente se denomina grano.

DIAGRAMA DE TAXONOMIA



FUENTE: **Peña**, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

Los más utilizados en la alimentación humana son el trigo y el arroz, pero también son importantes el centeno, cebada, avena y maíz. En cuanto a producción, los cereales más importantes son el trigo, el arroz y el maíz, que ocupan los tres primeros lugares.

► Condiciones del cultivo

El cultivo de cereales depende como todos los cultivos de algunas condiciones medioambientales necesarias para que esta semilla o grano, germine, tenga un desarrollo vegetativo esperado y finalmente una producción de semillas o granos de cereales que son cosechados, almacenados y conservados.

Estas condiciones inician desde las características climáticas, de relieve, de altura, humedad relativa del aire, temperatura y horas luz de la región o lugar donde se establecerá el cultivo, y depende a su vez de las necesidades que cada planta y cada variedad requiere.

Las condiciones medioambientales de cultivo de los cereales parten de una preparación del terreno, con maquinaria especializada, donde lo ideal es romper esa primer capa de suelo de 10 a

15 cm teniendo en cuenta el perfil de suelos y la asistencia técnica necesaria para esto; buscando la aireación y posterior activación microbiana, acción que facilitara la germinación de las semillas y un posterior crecimiento radicular necesaria para un buen desarrollo vegetal.

Dentro de esta preparación de suelo se debe incluir un anterior análisis de suelo que también ayuda a la elaboración de este perfil de suelos y seguido de un análisis técnico una recomendación de fertilización de establecimiento y una fertilización de mantenimiento.

Se debe de tener en cuenta la aplicación de esta fertilización de establecimiento al momento de mecanizar o prepara el terreno, ya que balancea los niveles de cada elemento según el aporte del suelo y las necesidades del cultivo.

Una vez se tenga el terreno listo se prosigue con la siembra, para esto existe tecnología de punta, automatizada para el cultivo de cada especie alcanzando los rendimientos esperados en cuanto a hectáreas sembradas en un día.

Las necesidades de riego varían según las especies, igualmente los requerimientos de fertilización de mantenimiento, para contrarrestar esto se hacen selecciones genéticas de las plantas mejor adaptadas y con mejores rendimientos en producción y disminución de pérdidas por daños y enfermedades, con el objetivo de encontrar las especies más adaptables a las condiciones climáticas cambiantes de hoy en día.

En general los cereales se adaptan muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con ph entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación y drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular a excepción del cultivo del arroz; pues los suelos inundados ofrecen un ambiente único para el crecimiento y nutrición del arroz, debido a que la zona que rodea al sistema radicular se caracteriza por la falta de oxígeno.

Tenga en cuenta: Las BPA ó Buenas Prácticas Agrícolas al momento del establecimiento y manejo de cultivos; estas nos indican aspectos importantes en temas críticos como el manejo de plagas y enfermedades, entre otros.

► Estructura y morfología²

Los cereales del comercio y de la industria se recolectan, transportan y almacenan en forma de granos. Estos granos se forman a partir de flores o flósculos que, en el trigo, cebada, centeno, avena y arroz están formados por un ovario, tres estambres y dos glumelas y todo ello envuelto por un par de brácteas llamadas lema y palea.

² Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

- ▶ **La Lema:** cubre la cara dorsal del flósculo (la parte que mira hacia el rásquis).
- ▶ **La Palea:** cubre la ranura de la cara ventral del grano.
- ▶ **El Ovario:** con el óvulo dentro de él, después de ser fertilizado por el polen forma el grano.

- ▶ **Germen o embrión:** se localiza en el centro o núcleo de la semilla, a partir del cual se puede desarrollar una nueva planta. Rico en nutrientes, consiste de la plúmula y la radícula unidas al grano por el cotiledón.
- ▶ **Endospermo:** estructura harinosa o feculenta que envuelve al embrión y que le proporciona los nutrientes necesarios para su desarrollo. Comprende más de la mitad del grano y consiste principalmente en almidón.
- ▶ **Testa:** capa exterior laminar que recubre al grano y proporciona nutrientes y vitaminas.
- ▶ **Cáscara:** capa más exterior de todas y de cierta dureza ya que protege a la semilla. Está formada por fibras vegetales, No tiene valor nutritivo para los humanos.
- ▶ **Pericarpio y testa:** dos capas bastante fibrosas.
- ▶ **Capa de aleurona:** rica en proteínas, vitaminas y minerales.

El grano de cereal es una semilla y está formada por dos partes diferentes: las cubiertas o envolturas (envoltura externa, pericarpio y aleurona) y la parte interna (núcleo y germen).

- ▶ **La envoltura externa y la interna o pericarpio** están formadas sobre todo por celulosa. Ricas en vitamina B1, contienen un pequeño porcentaje de proteínas y elementos minerales (calcio, hierro).
- ▶ **La aleurona** es una fina capa celular que envuelve el núcleo; es poco significativo pero nutricionalmente es de gran interés, ya que contiene proteínas de alto valor biológico. El germen o embrión es también notable por su contenido en proteínas de alto valor biológico, y en grasas, entre las cuales ácidos grasos esenciales, vitaminas E y B1 y algunos elementos químicos esenciales.
- ▶ **La parte interna o núcleo** constituye el 75% del peso del cereal; está formado principalmente por almidón y un complejo proteico llamado

- ▶ gluten en el trigo, zeína en el maíz y orizena en el arroz. El resto de las partes pesan el 25%.

En el trigo y en el centeno las glumelas se separan del grano en el momento de la trilla. Son por lo tanto cereales de cariósida desnuda.

En las formas de cebada “vestidas” las glumelas se fusionan con el ovario durante el desarrollo del grano, formando la cáscara. Por lo tanto la cebada es una cariósida cubierta (la lema es aristada y mayor que la palea

En la avena las glumelas envuelven el pericarpio cuando el grano está maduro, son fuertes y carnosas y aunque no están fusionadas al resto del grano, el grado de adhesión es alto y es de difícil separación en el proceso de trilla.

El grano de arroz como casi todas las variedades de avena y cebada que conserva la cáscara después de la trilla es conocido como “arroz paddy” (arroz cascara)

La estructura anatómica de todos los granos de cereales es básicamente similar, diferenciándose de un cereal a otro solamente en ciertos detalles como su contorno:

Clasificación de los granos según las características de la cariopside:

- ▶ **Cereales vestidos:** cebada, avena, arroz.
- ▶ **Cereales desnudos:** Trigo, centeno, maíz

ESTRUCTURA ANATÓMICA DE LOS GRANOS DE CEREALES

CEREAL	DIMENSIONES		PESO MEDIO (gr. Los 1.000 granos)
	Longitud (mm)	Anchura (mm)	
Centeno	4,5-10	1,5-3,5	21
Sorgo	3-5	1,5-4,5	23
Arroz Paddy	5-10	1,5-5	27
Avena	6-13	1-4,5	32
Trigo	5-8	2,5-4,5	37
Cebada	8-14	1-4,5	37
Maíz	8-17	5-15	285

FUENTE: Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

Los granos de trigo, centeno y maíz (cariopsides desnudas) consisten en una cubierta llamada pericarpio y la semilla. La semilla comprende la envoltura, el germen y el endospermo.

Los granos de avena, cebada y arroz (cariopsides vestidas), contienen además de la envoltura del fruto, las glumas “lema y palea” que constituyen la cáscara.

Cada una de las principales partes del grano; pericarpio, envoltura de la semilla, germen y endospermo. Están a su vez subdivididos en varias capas, tejidos o regiones, como sigue:

Grano (cariopside)

1. Pericarpio (Envoltura del fruto).

- a. Parte externa: Epidermis (epicarpio)
 Hipodermo
 Resto de las células de las paredes delgadas
- b. Parte Interna: Células intermedias

Células Cruzadas
Células trubulares

2. Semilla

- a. Cubierta de la semilla (testa) y zona pigmentada.
- b. Capa micelar (capa hialina)
- c. Endospermo: Capa de aleurona
Albumen
- d. Germen (embrión): Escutelo (cotidélón)
 - Eje embrionario
 - Plumula, Cubierta por coleóptilo
 - Raíz Primaria cubierta por el coleoriza
 - Raíces secundarias laterales
 - Epiblasto

La semilla de trigo es parte de un fruto llamado cariósipide, en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y la testa, están estrechamente unidas siendo inseparables. El fruto es de carácter indehisciente y contiene una sola semilla.

La forma de la semilla es ovoide, algo aplastada en un extremo y provista de pilosidades cortas en el otro, siendo acanalada en toda su longitud. En la extremidad no aguzada se aloja el embrión o germen, el cual está constituido por la coleoriza, la radícula, la plúmula, el coleóptilo y el escutelo o cotiledón.

Las hojas embrionarias, cuyo conjunto recibe el nombre de plúmula, están cubiertas por el coleóptilo. La radícula, por su parte, está envuelta por otra estructura llamada coleoriza.

El escutelo, que constituye una parte relativamente grande del embrión, se encuentra en estrecho contacto con el endospermo amiláceo; este último, que ocupa la mayor parte de la semilla, corresponde a la fuente de obtención de harina.

Los granos de trigo son de forma ovoide, redondeados en ambos extremos. El germen se encuentra en uno de ellos, y en el otro un penocho de finos pelos, a lo largo de la cara ventral del grano se encuentra un repliegue o surco (arruga de enrollamiento de aleurona y todas las capas envoltentes).

En el fondo de la arruga hay una zona vascular fuertemente pigmentada. La presencia de la arruga complica el proceso de molienda, que tiene por objeto separar el endospermo de las capas que lo

envuelven. La solución a este problema es vincular a los procesos de molinería la utilización de molinos de rodillos estriados en las etapas iniciales del proceso rompiendo el grano de trigo.

La semilla de arroz está rodeada externamente por una estructura llamada pericarpio, conformando de esta forma un fruto llamado cariósido. La cariósido, a su vez, está incluido dentro de la lema y de la pálea, estructuras que constituyen la cáscara.

El arroz descascarado o cariósido, se conoce comercialmente como arroz integral; el cual, debido a la presencia del pericarpio, es de color café. Para obtener en definitiva el arroz blanco, que es el que se comercializa en forma masiva, primeramente se procede a la extracción del pericarpio; posteriormente, y a través de un proceso de pulido, se elimina la testa, la capa de aleurona y el embrión.

El producto industrial obtenido en definitiva y que se denomina arroz blanco o pulido, corresponde al endospermo amiláceo que forma parte de las semillas. Este endospermo blanco, que es el principal componente de la semilla, está compuesto por gránulos de almidón inmersos en una matriz proteica.

El embrión, por su parte, está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleóptilo y el escutelo o cotiledón

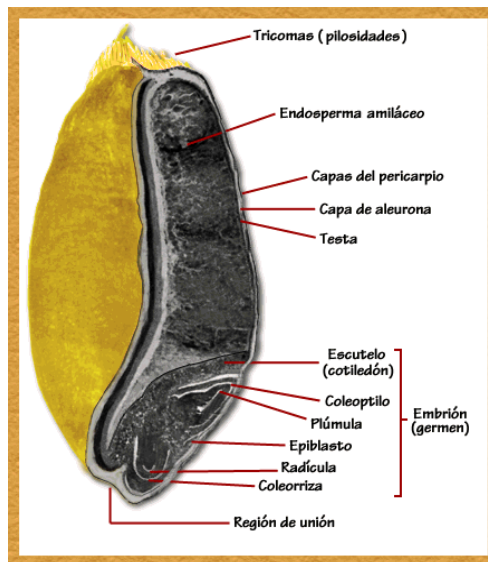
La semilla de maíz está contenida dentro de un fruto denominado cariósido; la capa externa que rodea este fruto corresponde al pericarpio, estructura que se sitúa por sobre la testa de la semilla. Esta última está conformada internamente por el endospermo y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleoptilo y el escutelo o cotiledón.

El grano de maíz es mucho mayor que el de los otros cereales, posee un embrión relativamente grande del 10 al 13% del grano, el embrión y el endospermo están adentro del pericarpio y la testa, que están unidos formando una cáscara.

La semilla de cebada es parte de un fruto denominado cariósido, en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y la cubierta seminal (testa), están estrechamente unidas, siendo inseparables; el fruto, por lo tanto, es de carácter indehisciente. El cariósido, que es además fusiforme, se presenta con la lema y la pálea adosadas, conformando por lo tanto un fruto vestido.

ESTRUCTURA DEL GRANO DE TRIGO

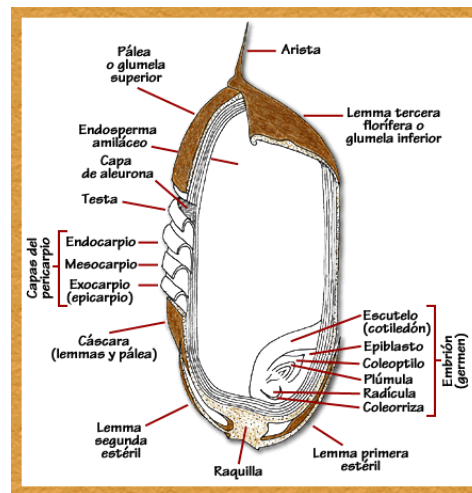
Cariósido de trigo y sus estructuras.³



FUENTE: http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/semillas.htm

ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ

Cariósido de arroz y sus estructuras.⁴



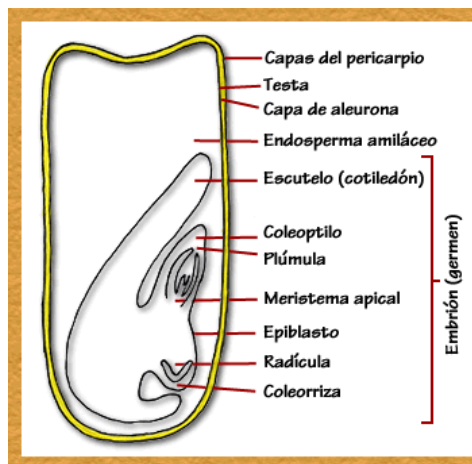
FUENTE: http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/arroz/semillas.htm

³ Biología de cultivos anuales, cereales, semilla de trigo. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/semillas.htm

⁴ Biología de cultivos anuales, cereales, semilla de arroz. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/arroz/semillas.htm

ESTRUCTURA DEL GRANO DE MAIZ

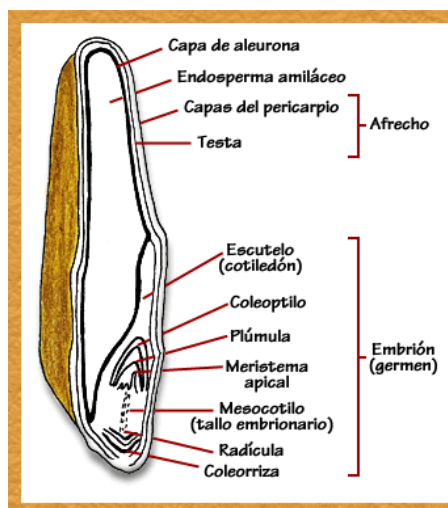
Cariósipide de maíz y sus estructuras.⁵



FUENTE: http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/semillas.htm

ESTRUCTURA DEL GRANO DE CEBADA

Cariósipide de cebada y sus estructuras.⁶



FUENTE: http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/semillas.htm

⁵ Biología de cultivos anuales, cereales, semilla de trigo. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/semillas.htm

⁶ Biología de cultivos anuales, cereales, semilla de cebada. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/semillas.htm

► Composición química⁷

Los cereales contienen almidón que es el componente principal de los alimentos humanos. El germen de la semilla contiene lípidos en proporción variable que permite la extracción de aceite vegetal de ciertos cereales.

La semilla está envuelta por una cáscara formada sobre todo por la celulosa, componente fundamental de la fibra dietética.

Algunos cereales contienen una proteína, el gluten, indispensable para que se forme el pan. Las proteínas de los cereales son escasas en aminoácidos esenciales como la lisina.

El grano maduro de los cereales está formado por hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, principalmente proteínas, grasa, sales minerales y agua. Junto con pequeñas cantidades de vitaminas, enzimas y otras sustancias algunas de las cuales son importantes en la dieta alimenticia.

Los carbohidratos son cuantitativamente los componentes más importantes, formando aproximadamente el 83% de la materia seca total del trigo, cebada, centeno, maíz, sorgo y arroz, y un 79% de la avena. Los más importantes son el almidón, la celulosa, hemicelulosas, pentosanas, dextrinas y azúcares.

En análisis se determina por separado el contenido de carbohidratos energéticos y los estructurales es decir la fibra bruta.

Las cariósides con cáscaras de la avena, cebada y arroz paddy tienen un contenido en fibra de 2 a 5 veces superior que los del trigo, centeno, sorgo y maíz, que son cariósides desnudas.

El arroz tiene menos proteína que los restantes cereales. Al eliminar la cascarilla del arroz y la avena se aumenta el contenido proteínico de estos productos; el arroz descascarados (moreno) tiene todavía un bajo contenido en proteína, pero la avena descascarada iguala o supera al trigo en este componente.

La avena y el maíz son relativamente ricos en grasa y la avena descascarada tiene extraordinario valor nutritivo por su contenido en grasa.

El contenido en cenizas es más elevado en la cebada, avena y arroz paddy que en el maíz, sorgo, trigo y centeno; esto es consecuencia de la presencia de cáscara, que es rica en minerales.

⁷ Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

El procesamiento de los cereales afecta a la composición química y al valor nutricional de los productos preparados con cereales. Los nutrientes están distribuidos de modo heterogéneo en los distintos componentes del grano (germen, endospermo, revestimiento de la semilla y distintas capas que lo recubren).

VALOR NUTRICIONAL DEL CEREAL⁸

El embrión es la parte del grano que germina si se planta el grano o si se lo sumerge en agua. Es muy rico en nutrientes. Aunque pequeño en tamaño, el embrión generalmente contiene 50% de la tiamina, 30 % de la riboflavina y 30 % de la niacina del grano entero.

La aleurona y otras capas externas contienen 50 por ciento de la niacina y 35 por ciento de la riboflavina. El endospermo, aunque en general es la parte más grande del grano, generalmente contiene una tercera parte o menos de las vitaminas B. Comparado con otras partes, es más pobre en proteínas y minerales, pero es la fuente principal de energía, en la forma de un carbohidrato complejo, el almidón.

DISTRIBUCIÓN DE LOS NUTRIENTES EN LOS PRINCIPALES GRANOS.

Para estudiar la distribución general de los nutrientes en los granos de cereales se han empleado dos métodos:

1. Análisis de Fracciones de la molinería.
2. Análisis de las partes morfológicas del grano

Distribución de los nutrientes en el trigo:

- ▶ El almidón solo se encuentra en el endospermo, pero las proteínas están en todo el grano, la fibra queda casi enteramente en el salvado y solamente un 10% de la fibra total está en el endospermo y el germen.
- ▶ Aproximadamente la mitad de la grasa total se localiza en el endospermo, un quinto en el germen y el resto en el salvado, pero hay más en la aleurona que en el pericarpio y la testa.
- ▶ La distribución de las cenizas se parece a la de la fibra, estando más de la mitad en el pericarpio, testa y aleurona.

⁸ Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

Distribución de los nutrientes en el Maíz y Trigo:

- ▶ Las proporciones de los constituyentes en las partes morfológicas más importantes del maíz, son similares a las del trigo en lo que se refiere al almidón, pero tiene una mayor proporción de proteína, grasa y cenizas en el germen y menos en el salvado.
- ▶ Esto ocurre como consecuencia de la mayor contribución del germen al peso total del grano del maíz que del trigo.

Distribución de los nutrientes en la Cebada:

En la cebada, la cáscara que supone el 13% del peso del grano, contiene el 64% de la fibra total y el 32% de las cenizas.

Distribución de los nutrientes en la Avena y el Arroz:

La cáscara de avena (25% del peso) y del arroz (20%), contienen del 85 al 90% de la fibra total, 40% y 79% respectivamente de las cenizas y solamente del 4% al 9% de las proteínas y grasas.

DISTRIBUCIÓN DE LAS PROTEÍNAS EN EL GRANO⁹

Las proteínas se encuentran en todos los tejidos de los granos de cereales, existiendo mayores concentraciones en el embrión, escutelo y capa de aleurona que en el endospermo, pericarpio y testa. Dentro del endospermo las proporciones aumentan del centro a la periferia.

La capa de aleurona contribuye en menor proporción al peso del grano en el maíz que en el trigo y contiene menor cantidad de la proteína total, aunque la concentración en dicho tejido es similar en ambos cereales. El escutelo es relativamente mayor en el maíz que en el trigo y, por lo tanto, la concentración de proteína en él es más baja. El endospermo, que representa el 80% del peso del grano, lleva el 70% de la proteína en ambos cereales.

El valor biológico de la proteína del germen y aleurona es superior al de la contenida en el endospermo. Con un contenido 2,5 veces mayor de lisina que las proteínas del endospermo.

⁹ Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

ANÁLISIS DE COMPONENTES NUTRICIONALES¹⁰

CARBOHIDRATOS:

Almidón: El almidón es el más importante hidrato de carbono en todos los cereales, constituyendo aproximadamente el 60% del grano del trigo y el 70-71% de su endospermo.

Aproximadamente un 23% del almidón es amilosa en el trigo, cebada y avena; un 27% en el arroz y el maíz dentado, y un 50% en el maíz amiloso, pero en el maíz céreo todo el almidón es amilopectina.

El almidón es insoluble en agua fría; cuando se calienta con agua la absorbe y se hincha; este proceso se conoce con el nombre de gelatinización.

El almidón se encuentra en gránulos que a veces se rompen durante la molienda, estos gránulos averiados juegan un importante papel en la panificación.

Celulosa (fibra): La celulosa es el principal constituyente de las paredes celulares de los granos de cereales y forma en conjunto lo que se llama “fibra Bruta”. Es un polímero de la glucosa con la misma fórmula empírica que el almidón, pero con uniones beta, mucho más estables. El grano entero de trigo contiene un 2% de fibra; el endospermo un 0,1% y el salvado 12-14%.

Azúcares: El trigo y el centeno contienen aproximadamente un 2,5% de azúcares solubles, entre ellos glucosa, fructosa, sacarosa y maltosa. La mayor proporción es de sacarosa. El resto está constituido por oligosacáridos como la maltotriosa, tetrosa y pentosa, que por hidrólisis se transforman en glucosa. En la harina se encuentran dextrinas y compuestos intermedios entre el almidón y los azúcares. Los azúcares tienen una gran importancia en el malteado de la cebada.

PROTEÍNAS:

En su estructura primaria, las moléculas de proteína están formadas por cadenas de aminoácidos unidos entre sí según enlaces peptídicos, entre el grupo carboxilo COOH de un aminoácido y el grupo alfa amino NH₂ del vecino. En las proteínas de los cereales se encuentran unos 18 aminoácidos.

Las proporciones en que se encuentran y su colocación en la cadena determinan las características particulares de las proteínas, la cadena principal peptídica o columna vertebral de la molécula de proteína puede ir unida a moléculas adyacentes por enlaces sulfurados de residuos de cistina

¹⁰ Ibid,

(estructura secundaria). El trigo es uno de los cereales más ricos en proteínas las diferentes variedades tienen composiciones que oscilan entre 6 y 14%.

- ▶ Albúmina: 6-12%
- ▶ Globulina: 5-11%
- ▶ Gluten: 78-85%

Proteínas del trigo:

En las harinas al referirse a albúminas y globulinas se hace como a proteínas solubles. Las albúminas y las globulinas son las responsables en parte de las diferencias que se observan en la fabricación del pan entre las distintas harinas.

La porción insoluble está formada por numerosos componentes, como la glutenina. Esta y la gliadina forman con el agua y las sales la sustancia llamada gluten cuando se amasa la harina con agua. El gluten es elástico y se hincha, propiedades que son de gran valor en la elaboración de pan.

Las propiedades elásticas, que se desarrollan durante el amasado, parecen debidas a los grupos sulfhidrilos, posiblemente por oxidación a uniones disulfuro y quizá con formación de nuevos enlaces.

GRASA:

El Contenido graso del trigo, centeno, cebada y arroz es 1-2%, el del sorgo 3% y el del maíz y avena 4-6%. La mayor cantidad de grasa presente en la avena está en el grano de 5 a 10%, con un promedio del 7%. En el trigo, el germen contiene 6-11% de la grasa, el salvado 3-5% y el endospermo 0,8-1,5%. En el Maíz el germen es todavía más rico en grasa, conteniendo un 35%, pero el salvado contiene algo menos del 1%.

La grasa de los cereales consiste en glicéridos de los ácidos grasos. La lecitina, formada por una molécula de glicerina unida a dos de ácidos grasos y a una de fosfórico que a su vez está unida a una colina, es un ejemplo de estos compuestos.

Los cereales también contienen fosfolípidos, el aceite de los cereales contiene hasta un 4% de fosfolípidos. En el aceite de endospermo de trigo se han encontrado lípidos que contienen azúcar.

La grasa de los cereales molidos puede sufrir dos tipos de alteración: hidrólisis, por acción del enzima lipasa que está presente en el grano y oxidación, que puede ocurrir enzimáticamente, en presencia de oxígeno.

Los productos de hidrólisis de la grasa son glicerina y ácidos grasos.

Los productos de la oxidación de las grasas son causantes del olor y sabor a rancio.

Normalmente las enzimas y las grasas no están en contacto en el grano entero, pero el daño que sufre el germen y la fragmentación que tiene lugar en la molienda hace que las grasas y las enzimas entren en contacto provocándose entonces el deterioro.

El germen se separa del endospermo en la obtención de harina blanca con objeto de mejorar las posibilidades de conservación. La separación del germen de maíz es la operación previa a la obtención de aceite vegetal de este cereal.

SUSTANCIAS MINERALES:

Un 95% de la materia mineral de los cereales de grano desnudo (trigo, sorgo, centeno y maíz) y del albumen del arroz, la avena y la cebada está formado por fosfatos y sulfatos de potasio, magnesio y calcio.

El fosfato potásico es probable que se encuentre presente en el trigo principalmente en forma de $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ y PO_4HK_2 .

Los contenidos de sodio, cloro y azufre son algo variables. Entre los elementos menores son importantes el hierro, magnesio y zinc, que se encuentran en cantidades de 1 a 5 mg. Por 100 gr., y el cobre de 0,5 mg. Por 100 g. Además de éstos, se encuentran como trazas gran número de otros elementos.

La cáscara de la cebada, avena y arroz tiene un mayor contenido en cenizas que la parte interna del grano, y estas cenizas que la parte interna del grano, y estas cenizas son particularmente ricas en sílice.

VITAMINAS:

Las principales vitaminas del grupo B-aneurina o tiamina (vit. B_1), ácido nicotínico (niacina), riboflavina (vit. B_2), ácido pantoténico y pirodoxina (vit. B_6), no están uniformemente distribuidas en todo el grano.

Los cereales son ricos en las vitaminas del complejo B. Las variaciones de un cereal a otro son extraordinariamente pequeñas excepto en el ácido nicotínico (niacina), cuya concentración en la cebada, trigo, sorgo y arroz es relativamente mucho mayor que en el maíz, centeno y avena.

3.1.2. Clasificación^{11 12}

Anteriormente en Taxonomía vegetal, vimos como entonces los cereales se pueden clasificar según las características de sus carióspsides, en cereales vestidos y cereales desnudos, a A nivel general, el trigo se clasifica de acuerdo a las condiciones continuación veremos una clasificación del trigo según otras características más específicas y de más utilidad para la agroindustria.

del endospermo, porque esta característica del grano está relacionada con su forma de fraccionarse en la molturación, la cual puede ser vítrea o harinosa, y de acuerdo a la riqueza proteica, ya que las propiedades de la harina y su conveniencia para diferentes objetivos, está relacionada con esta característica de valor nutricional.

De esta manera, se pueden mencionar las variedades de trigo:

aestivum (candeal), aethiopicum, araraticum, boeoticum (escaña silvestre), carthlicum, compactum (club), dicoccoides (escanda), dicoccum (farro), durum, ispahanicum, karamyshevii, macha, militinae, monococcum (escaña cultivada), polonicum (polaco), repens, spelta (espelta), sphaerococcum, timopheevii, turanicum, turgidum, urartu, vavilovii y zhukovskyi.

Los trigos monococcum, dicoccum y spelta son vestidos, es decir, la lema y pálea forman una cubierta que permanece unida al grano después de la trilla.

Los trigos más importantes para el comercio son el Triticum durum (utilizado principalmente para pastas y macarrones), el Triticum aestivum (utilizado para elaborar pan) y el Triticum compactum (se utiliza para hacer galletas).

Clasificación por cosecha

El trigo tiene dos estaciones de crecimiento:

El trigo invernal: Se planta en otoño y se cosecha en primavera, Se puede sembrar en lugares como el noroeste de Europa en los que no se congela excesivamente el suelo. El grano germina en otoño y crece lentamente hasta la primavera. Las heladas podrían afectar adversamente a las plantas jóvenes, pero una capa de nieve las protege e induce al aislamiento.

¹¹ Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

¹² Garza, A. G. El Trigo. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>

El trigo primaveral: Se planta en primavera y se cosecha a principios de otoño, en lugares tales como las praderas canadienses, o las estepas rusas que padecen inviernos demasiado rigurosos para la sementera invernal, se siembra el trigo en primavera, lo más pronto posible, de manera que se pueda recoger la cosecha antes de que comiencen los hielos de otoño.

Las características climáticas de las localidades donde se cultiva el trigo de primavera máxima pluviosidad en primavera y comienzo de verano y máxima temperatura en pleno y final de verano favorecen la producción de granos de maduración rápida, con endospermo de textura vítrea y alto contenido proteico adecuado para la panificación.

El área de producción de trigos de primavera se va extendiendo progresivamente hacia el norte, en el hemisferio norte, con la introducción de variedades nuevas cultivadas por sus características de maduración rápida.

El trigo de invierno, cultivado en un clima de temperatura y pluviosidad más constantes, madura más lentamente produciendo cosechas de mayor rendimiento y menor riqueza proteica, más adecuado para galletas y pastelería que para panificación.

Clasificación según la textura del endospermo

Esta característica del grano está relacionada con la forma de fraccionarse el grano en la molturación; el carácter vítreo-harinoso se puede modificar con las condiciones de cultivo.

El desarrollo de la cualidad harinosa, parece estar relacionado con la maduración.

El trigo vítreo

La textura del endospermo puede ser vítrea (acerada, pétrea, cristalina, córnea). El peso específico de los granos vítreos es mayor por lo general que el de los granos harinosos.

El carácter vítreo es hereditario, pero también es afectado por las condiciones ambientales. Así que las variedades de trigo *T. aegilopoides*, *T. dicoccoides*, *T. monococcum* y *T. durum*, tienen granos vítreos.

El carácter vítreo se puede inducir con el abono nitrogenado o con fertilizantes y se correlaciona positivamente con alto contenido de proteína; el carácter harinoso se correlaciona positivamente con la obtención de grandes rendimientos de grano. Los granos son traslúcidos y aparecen brillantes contra la luz intensa.

El trigo harinoso

Los granos harinosos son característicos de variedades que crecen lentamente y tienen un período de maduración largo.

La textura del endospermo es harinosa (feculenta, yesosa). Su carácter harinoso es hereditario y afectado por las condiciones ambientales, este se favorece con las lluvias fuertes, suelos arenosos ligeros y densidades de altas de siembra.

La opacidad de los granos harinosos es, un efecto óptico debido a la presencia de diminutas vacuolas o fisuras llenas de aire, entre y quizás dentro de las células del endospermo. Las fisuras forman superficies reflectantes interiores que impiden la transmisión de la luz y dan al endospermo una apariencia blanca.

Clasificación según la dureza del endospermo

La “dureza” y “blandura” son características de molinería, relacionadas con la manera de fragmentarse el endospermo.

En los trigos duros, la fractura tiende a producirse siguiendo las líneas que limitan las células, mientras que el endospermo de los trigos blandos se fragmenta de forma imprevista, al azar.

Este fenómeno sugiere áreas de resistencias y debilidades mecánicas en el trigo duro, y debilidad bastante uniforme en el trigo blando.

“Un punto de vista es que la dureza está relacionada con el grado de adhesión entre el almidón y la proteína. Otra forma de enfocarlo es, que la dureza depende del grado de continuidad de la matriz proteica”¹³ (Stenvert y Kingswood, 1977).

Trigos duros:

La dureza afecta a la facilidad con que se desprende el salvado del endospermo.

En el trigo duro, las células del endospermo se separan con más limpieza y tienden a permanecer intactas, mientras que en el trigo blando, las células tienden a fragmentarse, desprendiéndose una parte mientras que otra queda unida al salvado, aumentando a su vez su valor nutricional.

¹³ Stenvert, N. L., Kingswood, K. (1977). Factors influencing the rate of moisture penetration into wheat during tempering. Cereal Chem. 54-627. Recuperado el día 21 de julio de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>

Los trigos duros producen harina gruesa, arenosa, fluida y fácil de cernir, compuesta por partículas de forma regular, muchas de las cuales son células completas de endospermo.

Trigos blandos

Los trigos blandos producen harina muy fina compuesta por fragmentos irregulares de células de endospermo (incluyendo una proporción de fragmentos celulares muy pequeños y granos sueltos de almidón) y algunas partículas aplastadas que se adhieren entre sí, se cierne con dificultad y tiende a obturar las aberturas de los cedazos.

La lesión que se produce en los granos de almidón al moler el trigo duro, es mayor que en el trigo blando. Según Berg (1947), “la dureza es una característica que se transmite en los cruzamientos y se hereda siguiendo las leyes de Mendel”¹⁴.

El endospermo del trigo duro puede tener el aspecto pétreo o harinoso, pero la fragmentación siempre es la típica del trigo duro.

Clasificación según la fuerza del endospermo

Trigos fuertes

Los trigos que tienen la facultad de producir harina para panificación de piezas de gran volumen, buena textura de la miga y buenas propiedades de conservación, tienen por lo general alto contenido de proteína.

La harina de trigo fuerte admite una proporción de harina floja, así la pieza mantiene su gran volumen y buena estructura de la miga aunque lleve cierta proporción de harina floja; también es capaz de absorber y retener una gran cantidad de agua.

Trigos flojos

Los trigos que dan harina con la que solamente se pueden conseguir pequeños panes con miga gruesa y abierta y que se caracterizan por su bajo contenido en proteína.

La harina de trigo flojo es ideal para galletas y pastelería, aunque es inadecuada para panificación a menos que se mezcle con harina más fuerte.

Clasificación del trigo según la fuerza de su endospermo

¹⁴ El Trigo. (s.f.). Recuperado el día 22 de julio de 2011, de
<http://www.harinerapardo.com/sitio/productos/prodtrigo.htm>

Grupo	Denominación	Características
I	Fuerte	Gluten fuerte y elástico apto para la industria mecanizada de panificación. Usados para mejorar la calidad de trigos débiles.
II	Medio-Fuerte	Gluten medio-fuerte apto para la industria artesana de panificación.
III	Suave	Gluten débil o suave pero extensible apto para la industria galletera. Usado para mejorar las propiedades de trigos tenaces.
IV	Tenaz	Gluten corto o poco extensible pero tenaz, apto para la industria pastelera y galletera
V	Cristalino	Gluten corto y tenaz, apto para la industria de pastas y sopas.

FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>

CLASIFICACIÓN DEL ARROZ SEGÚN SU FORMA¹⁵

Arroz de grano largo



Puede tener entre cuatro y cinco veces la longitud de su grosor. Posee una cantidad alta de amilosa y es por esta razón por la que requiere una proporción relativamente alta de agua para su cocinado. Es muy empleado en la cocina china e india y es el más vendido en Estados Unidos.

FUENTE: <http://www.made-in-argentina.com/alimentos/granos%20y%20oleaginosas/temas%20relacionados/Clasificacion%20del%20arroz%20segun%20su%20forma.htm>

¹⁵ Arroz, Clasificación de arroz según su forma. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de <http://www.made-in-argentina.com/alimentos/granos%20y%20oleaginosas/temas%20relacionados/clasificacion%20del%20arroz%20segun%20su%20forma.htm>

Arroz de grano medio



Posee una longitud entre dos y tres veces su grosor. Contiene menos amilosa que los arroces de grano largo. Es el más empleado en la cocina española, es el «arroz bomba» empleado en la paella. Además es utilizado en la cocina de República Dominicana donde es un alimento de consumo diario. También de la cocina valenciana así como en la cocina italiana (risotto).

FUENTE: <http://www.made-in-argentina.com/alimentos/granos%20y%20oleaginosas/temas%20relacionados/Clasificacion%20grano%20medio.jpg>

Arroz de grano corto



De presencia casi esférica que se suele encontrar en Japón, el Norte de China y Corea. Es ideal para la elaboración del sushi debido a que los granos permanecen juntos incluso a temperatura ambiente.

FUENTE: <http://www.made-in-argentina.com/alimentos/granos%20y%20oleaginosas/temas%20relacionados/clasificacion%20grano%20corto.jpg>

Arroz salvaje



Proveniente del género *Zizania* que se emplean en la alimentación que proceden de recolección silvestre así como de cultivo. Poseen un grano largo que puede llegar a casi 2 cm de longitud.

FUENTE: <http://www.made-in-argentina.com/alimentos/granos%20y%20oleaginosas/temas%20relacionados/Clasificacion%20grano%20salvaje.jpg>

Si el arroz se clasifica por el tamaño como grano largo, grano medio y grano corto, esta clasificación debería ajustarse a las especificaciones que figuran a continuación. Los comerciantes deberán indicar la opción de clasificación que escogen.

Tenga en cuenta: En Colombia la clasificación del arroz es un tema que apenas se está conociendo y aplicando, el problema surge en la gran variedad de granos de diferentes cultivos que llegan a los centros de acopio.

Los siguientes son los parámetros establecidos por el codex alimentarius de arroz para la clasificación del grano¹⁶.

1. Relación longitud/anchura del grano

Arroz de grano largo:

- ▶ El arroz descascarado o el arroz descascarado sancochado cuya relación longitud/anchura es de 3,1 ó más.
- ▶ El arroz elaborado o el arroz sancochado cuya relación longitud/anchura es de 3,0 ó más.

Arroz de grano medio:

- ▶ El arroz descascarado o el arroz sancochado cuya relación longitud/anchura es de 2,1 a 3,0.
- ▶ El arroz elaborado o el arroz elaborado sancochado cuya relación longitud/anchura es de 2,0 a 2,9.

Arroz de grano corto: El arroz descascarado o el arroz sancochado cuya relación longitud/anchura es de 2,0 ó menos.

- ▶ El arroz elaborado o el arroz elaborado sancochado cuya relación longitud/anchura es de 1,9 ó menos.

2. Longitud del grano

- ▶ El arroz de grano largo es el arroz cuya longitud del grano es de 6,6 mm ó más.
- ▶ El arroz de grano medio es el arroz cuya longitud del grano es de 6,2 mm ó más, pero menos de 6,6 mm.
- ▶ El arroz de grano corto es el arroz cuya longitud del grano es de menos de 6,2 mm.

¹⁶ Norma del Codex para el Arroz. (s.f.). Recuperado el día 23 de julio de 2011, de www.codexalimentarius.net/download/standards/61/CXS_198s.pdf

3. Combinación de la longitud del grano y la relación longitud/anchura

- ▶ El arroz de grano largo: tiene una longitud de más de 6,0 mm y una relación de longitud/anchura de más de 2, pero menos de 3, ó; una longitud del grano de más de 6,0 mm y una relación longitud/anchura de 3 ó más.
- ▶ El arroz de grano medio tiene una longitud del grano de más de 5,2 mm pero no más de 6,0 mm y una relación longitud/anchura de menos de 3.
- ▶ El arroz de grano corto tiene una longitud del grano de 5,2 mm o menos y una relación longitud/anchura de menos de 2.

GRADO DE MOLIENDA

El Arroz elaborado (arroz blanco): puede clasificarse ulteriormente en los siguientes grados de elaboración:

- ▶ Arroz semielaborado: se obtiene por elaboración del arroz descascarado, pero no en el grado necesario para satisfacer los requisitos del arroz bien elaborado.
- ▶ Arroz bien elaborado: se obtiene por elaboración del arroz descascarado, de forma que se eliminen parte del germen y todas las capas externas y la mayoría de las capas internas del salvado.
- ▶ Arroz muy elaborado: se obtiene por elaboración del arroz descascarado, de forma que se eliminen casi por completo el germen, todas las capas externas y la mayor parte de las capas internas del salvado, así como parte del endospermo.

Ejercicio

Repaso de conceptos

1. Describa algunas características de las partes principales de un grano; pericarpio, envoltura de la semilla, germen y endospermo.
2. Describa algunas características de los componentes nutricionales de un grano; carbohidratos, proteína, grasa, vitaminas y minerales.
3. Sabe explicar la clasificación de los cereales según las características de su cariósido y del trigo según las características de su endospermo: textura, dureza y fuerza.
4. Consulta en internet los diferentes codex alimentarius de los cereales y como la industria colombiana se ajusta a estos parámetros de calidad

3.2. Operaciones Básicas de Manejo y Pos Cosecha

3.2.1. Recolección y cosecha del grano^{17 18}

Tradicionalmente la recolección del grano de los cereales se realizaba manualmente por grupos de segadores que se trasladaban de unas regiones a otras con utensilios muy rudimentarios. Estas labores manuales consistían en el segado del cereal con ayuda de hoces, agavillado o amontonado de la paja en pequeños bloques, y el atado y transporte en carretas hasta la era. Una vez allí, se realizaba la trilla, para separar el grano de la paja.

Con el tiempo cada una de estas operaciones se ha ido mecanizando. Las primeras máquinas que aparecieron fueron las guadañadoras en 1834, más tarde aparecieron las primeras segadoras-agavilladoras, que segaban y dejaban la mies en montones, sin atar, sobre el suelo. Luego, aparecieron las aventadoras, las segadoras-atadoras y las trilladoras estáticas. Pero no es hasta 1890 cuando aparecen las primeras cosechadoras. Estas máquinas complejas realizan las labores de siega, trilla, separación y limpieza del grano por sí solas. Al principio se trataban de máquinas accionadas con motores de vapor o arrastradas por animales de tiro. En 1938 aparece en los Estados Unidos la primera cosechadora integral autopropulsada con motores de gasolina.

Se pueden distinguir dos tipos de cosechadoras:

- ▶ Cosechadoras autopropulsadas. Son las más extendidas en la actualidad.
- ▶ Cosechadoras de arrastre. Dentro de ellas tenemos las accionadas por la toma de fuerza del tractor y las que lo son mediante un motor auxiliar.

En la actualidad son muchos los modelos y marcas de cosechadoras de cereales que existen en el mercado, compuestas generalmente por elementos muy similares, que varían poco de un fabricante a otro. En los últimos años se experimentado una importante evolución en el mundo de las cosechadoras, adaptándose correctamente a las condiciones y características de recolección de un amplio abanico de cultivos.

Entre los cultivos que se recogen con este tipo de maquinaria destacan los cereales (trigo, cebada, avena, centeno, maíz, sorgo, arroz, etc.), otros tipos de granos oleaginosos como girasol, colza, soja, cártamo, así como las leguminosas para grano (lentejas, yeros, judías, guisantes, garbanzos, etc.).

¹⁷ Cosechadoras de cereales. (s.f.). Recuperado el día 22 de julio de 2011, de <http://www.infoagro.com/maquinaria/cosechadoras.htm>

¹⁸ Cultivos herbáceos. (s.f.). Recuperado el día 22 de julio de 2011, de <http://www.infoagro.com/herbaceos/herbaceos.htm>

En la actualidad se destaca la aparición de cosechadoras que adaptan su plataforma de corte a las irregularidades y desniveles del terreno, la instalación de un sistema inversor en el sinfín que elimina los atascos de material a la entrada del alimentador, los sistemas de nivelación automática de la cosechadora cuando se encuentra trabajando en laderas inclinadas, los sistemas de limpia de cilindros de flujo axial, así como la instalación de todo tipo de sensores de control y mandos de accionamiento que facilitan y hacen más cómoda la tarea del operario.

Para la recolección de las mazorcas de maíz se aconseja que no exista humedad en las mismas, idealmente que se encuentren más bien secas. La recolección se produce de forma mecanizada para la obtención de una cosecha limpia, sin pérdidas de grano y fácil. Para esto se utilizan las cosechadoras de remolque o bien las cosechadoras con tanque incorporado que arrancan la mazorca del tallo, previamente la secan con aire caliente y la pasa por un mecanismo desgranador y una vez extraídos los granos se vuelven a secar para eliminar el resto de humedad.

Las cosechadoras disponen de un cabezal por donde se recogen las mazorcas y un dispositivo de trilla que separa el grano de la mazorca, también se encuentran unos dispositivos de limpieza, mecanismos reguladores del control de la maquinaria y un tanque o depósito donde va el grano de maíz limpio.

Otras cosechadoras de mayor tamaño y más modernas disponen de unos rodillos recogedores que van triturando los tallos de la planta. Trabajan a gran anchura de trabajo de 5 a 8 filas la mazorca igualmente se tritura y por un dispositivo de dos tamices la cosecha se limpia.

Cosechadora segando cebada



FUENTE:

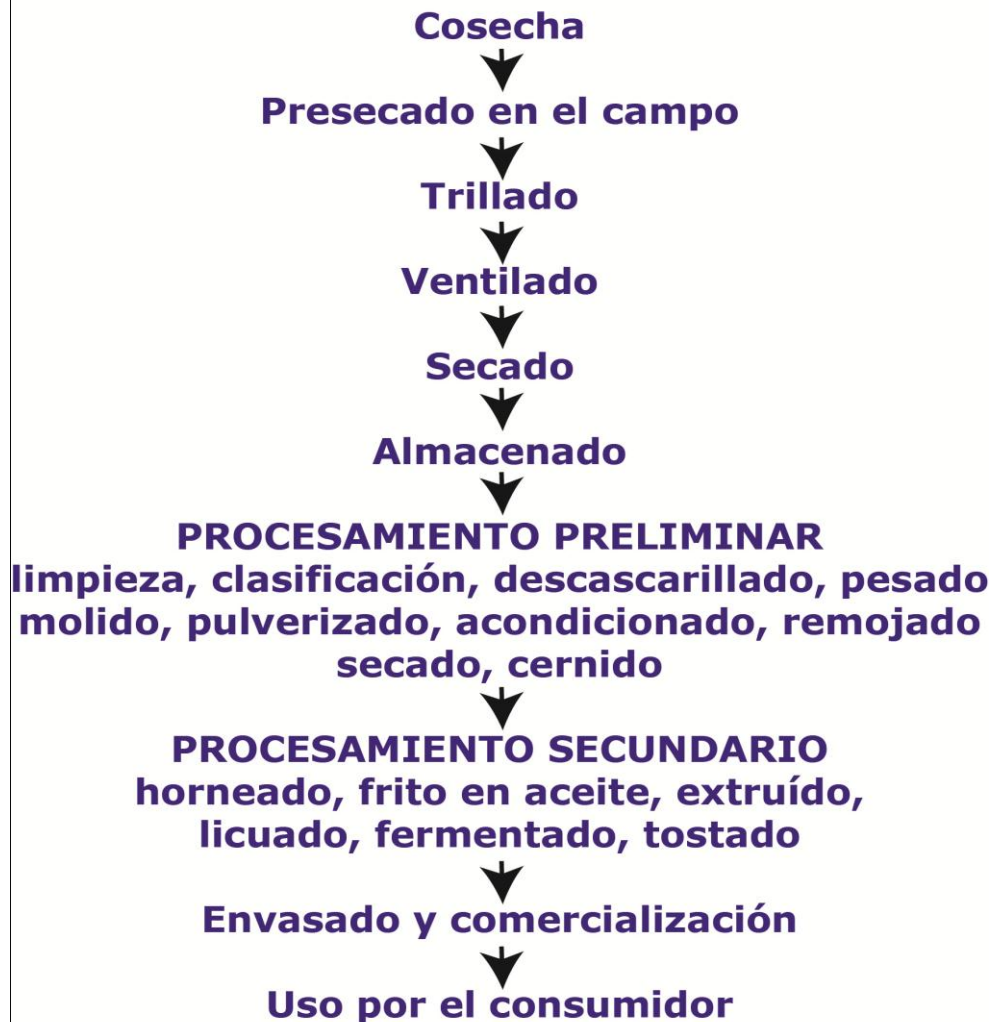
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/Cosechadora_segando_en_secano_de_cebada.jpg

El momento óptimo de recolección del grano de arroz es cuando la panícula alcanza su madurez fisiológica (cuando el 95% de los granos tengan el color paja y el resto estén amarillentos) y la humedad del grano sea del 20 al 27%. Se recomienda la recolección mecanizada empleando una cosechadora provista de orugas.

En el precio del arroz tiene especial interés el porcentaje de granos enteros sobre el total de los cosechados, este valor depende sobre todo de la variedad, pero también varía en función del momento de la recolección, ya que si el arroz se siega muy verde, el periodo de manipulación se incrementa en el secado. Después del trillado el arroz puede presentar una humedad del 25 al 30%, por lo que debe secarse hasta alcanzar un grado de humedad inferior al 14%.

En general observamos las operaciones pos cosecha de un grano de cereal en la siguiente grafica

SISTEMA POSTCOSECHA DE CEREALES



FUENTE: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cereal1.jpg>

Los cereales pasan por diferentes etapas a través de una compleja y gran cadena, que se inicia en la cosecha y termina en el consumo. Este proceso está formado básicamente por tres áreas distintas. La primera cubre desde la cosecha hasta el almacenado del grano. La segunda —los métodos preliminares de procesamiento— involucra un tratamiento adicional del grano, pero los productos todavía no se encontrarán aptos para ser consumidos directamente. Antes de su consumo, éstos deberán pasar por una tercera etapa de procesamiento, como por ejemplo el humeado. El pilado es el proceso por el cual se quita la cáscara al cereal, ya sea trigo, cebada, arroz, etc.

La mayor parte de los granos comestibles cosechados en los trópicos se pierde debido a los inadecuados sistemas de manejo, almacenado y técnicas de procesamiento. Se estima que estas pérdidas oscilan entre el 10 y el 25% de la cosecha. Las causas más comunes por las cuales se producen estas pérdidas son:

1. infestación de parásitos e insectos durante el procesamiento postcosecha;
2. pérdida de producción debido a la cosecha temprana;
3. niveles incorrectos de humedad para el trillado, molido y pulverizado;
4. pérdidas físicas debido a las malas técnicas de procesamiento, tanto preliminar como secundario.

► Almacenamiento¹⁹

El principio de un buen almacenamiento radica en guardar los granos, secos, sanos, limpios y fríos. Otro aspecto muy importante, es colocar los granos en un lugar con unas condiciones que logren mantener en el grano la calidad nutricional inicial, de campo, hasta la venta. Los factores ambientales que determinan el adecuado almacenamiento son la humedad y la temperatura.

Todo el grano almacenado, debe ser volteado ocasionalmente y con mayor frecuencia cuanto más cerca del límite de seguridad se encuentra el contenido de humedad, o si empieza a elevarse la temperatura del grano.

El grano seco se puede almacenar en recipientes herméticos. La respiración agota el oxígeno del aire intergranular y detiene eficazmente la actividad de insectos y hongos. El grano húmedo puede almacenarse igualmente en recipientes herméticos, pero se inhabilita para la molturación, aunque se puede utilizar para pienso. La viabilidad de los granos no se afecta gran cosa con este medio de almacenamiento.

Los sistemas de almacenamiento existentes son de dos tipos: I) en Atmósfera normal, los tradicionales y II) en Atmósfera modificada, (bolsas plásticas).

I) Atmósfera normal (sistemas tradicionales)

El grano debe estar seco y frío para disminuir su actividad metabólica. Generalmente los mayores problemas en este tipo de almacenamiento se presentan con los granos húmedos. El manejo del grano húmedo es un aspecto que frecuentemente constituye un problema a la hora de cosechar, y ese problema puede tener incidencia tanto económica como logísticamente. Primero hay que

¹⁹ Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

considerar que la humedad y temperatura son las dos variables que más afectan la actividad de los granos y los demás organismos que viven en el granel.

A mayor temperatura y humedad, mayor actividad. Como ejemplo, podemos decir si se recibe maíz con 20% de humedad y a 25°C de temperatura ambiente, se lo podría almacenar por 12 días, pero si la temperatura sube a 30°C solo se lo podría almacenar por 7 días en esas condiciones.

Luego se debe tener en cuenta que el tipo de cultivo y las condiciones climáticas imperantes en la época de cosecha son los condicionantes más importantes para determinar qué proporción de grano se cosechará húmedo. Cosechar grano húmedo exige una programación de actividades más ardua que cosechar grano seco, ya que el ritmo de cosecha debe ir acompañado por un mismo ritmo de secado, el cual depende, aparte de cada sistema de secado en particular, de la humedad inicial del grano. No es lo mismo secar de 16% a 14.5%, que secar de 18% a 14.5%.

II) Atmósfera modificada (bolsas plásticas)

Esta es una tecnología de bajo costo pero es necesario tener en cuenta varios aspectos para no fracasar en la conservación de granos:

- 1) El principio básico es el de guardar los granos secos en una atmósfera modificada, con bajo oxígeno y alta concentración de anhídrido carbónico (CO₂). Con esto se logra el control de los insectos y de los hongos que son los mayores causantes del aumento de la temperatura de los granos.
- 2) También es necesario considerar que los granos son organismos vivos y deben estar sanos, sin daño mecánico, y limpios, para tener mayor posibilidad de mantener su calidad durante el almacenamiento.
- 3) La tecnología de embolsado de granos secos requiere un adecuado llenado de la bolsa para expulsar la mayor cantidad de aire posible, no dejando "floja" la bolsa ni tampoco sobrepasar la capacidad de estiramiento aconsejada por los fabricantes.
- 4) La calidad de la bolsa es fundamental para una buena conservación. Esta bolsa debe permitir un adecuado estiramiento sin perder, por un tiempo prolongado, su capacidad de contener a los granos y su impermeabilidad.
- 5) El lugar donde se ubica la bolsa debe ser, lejos de árboles y de cualquier posible fuente de rotura. El piso debe ser firme y liso para que permita un buen armado de la bolsa y no se rompa en la parte inferior. Esto también facilita el vaciado de la misma.

6) Como regla general, la humedad con la cual se deben almacenar los granos no debe sobrepasar la humedad base para la comercialización. Cuanto menor es la humedad del grano, mejor será la conservación y mayor el tiempo disponible para guardarlos. Cuando se trata de semillas las condiciones son aún más estrictas.

7) A medida que aumenta la humedad del grano a embolsar, aumenta el riesgo de deterioro. Evaluaciones realizadas por el INTA han demostrado que existe un deterioro en la calidad de los granos cuando se almacenan por un largo período, con alto contenido de humedad, en silos bolsas. Únicamente se pueden almacenar granos húmedos, en bolsas plásticas, cuando existen condiciones de emergencia y sin otra alternativa. En estos casos, para disminuir el riesgo de deterioro, es aconsejable montar una cobertura sobre la bolsa que permita atenuar la incidencia de la temperatura exterior a partir de la primavera.

8) Se debe tener en cuenta que es una tecnología simple, que requiere de extremo cuidado para proteger y mantener la integridad de la bolsa. El control debe ser permanente para tapar inmediatamente las roturas.

► Condiciones de conservación y factores de deterioro del grano almacenado²⁰.

Una vez que los granos de cereales son cosechados en los campos de los agricultores y antes de ser definitivamente utilizados por las industrias correspondientes, han de pasar almacenados un periodo de tiempo, más o menos prolongado.

El correcto manejo de los cereales almacenados es de gran importancia para su calidad sanitaria y tecnológica dentro de los parámetros que exige la industria agroalimentaria.

En general podemos decir que los factores físicos y medioambientales que afectan el grano almacenado son, la humedad, la temperatura, la condición del grano, el oxígeno, y la infraestructura y las condiciones de manejo y almacenamiento

El ITG Agrícola (Instituto Técnico y de Gestión Agrícola) de Navarra, España <http://www.itga.com/portal/index.asp> ha elaborado un programa de acciones prácticas para la adecuada manipulación de los granos almacenados, que ha sido consensuado genéricamente con la industria para que respondiera a sus necesidades. En este artículo se analizan esas claves fundamentales para la correcta conservación de los cereales almacenados.

Las **CLAVES FUNDAMENTALES** para una correcta conservación de los granos almacenadas se basan, en primer lugar, en disponer de instalaciones apropiadas, equipadas con sistemas de

²⁰ LAFARGA, A. A. (s.f.). Cereales, La conservación de granos almacenados. Navarra Agraria. (n. 180). 19-26. Recuperado el día 22 de julio de 2011, de <http://www.navarraagraria.com/n180/aralmace.pdf>

ventilación forzada e instrumentos de medida rápida de temperatura y humedad tanto en la recepción como sobre el grano almacenado.

En segundo lugar, en extremar las medidas de control en la recepción, impidiendo la entrada de grano húmedo o con impurezas.

En tercer lugar será necesaria la aplicación rigurosa de un protocolo de vigilancia y manejo correcto de las instalaciones.

A continuación se dan algunas sugerencias y se recomiendan algunas acciones encaminadas a conservar los cereales a nivel industrial en instalaciones tradicionales como silos.

Previamente a la recepción del grano

LIMPIEZA Y DESINSECTACIÓN DE SILOS Y ALMACENES.

Previamente a la recepción del cereal en la nave o silo se hace imprescindible la realización de varios trabajos previos preparatorios:

Primero, una exhaustiva limpieza de la nave o silo, evitando que quede ningún resto de cosechas anteriormente almacenadas en él.

Segundo, tras la limpieza, la desinsectación de los locales vacíos es la siguiente operación a realizar.

Tercero, revisión y arreglo de puntos de entrada de humedad, goteras, puntos de condensación, etc.

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE RECEPCIÓN.

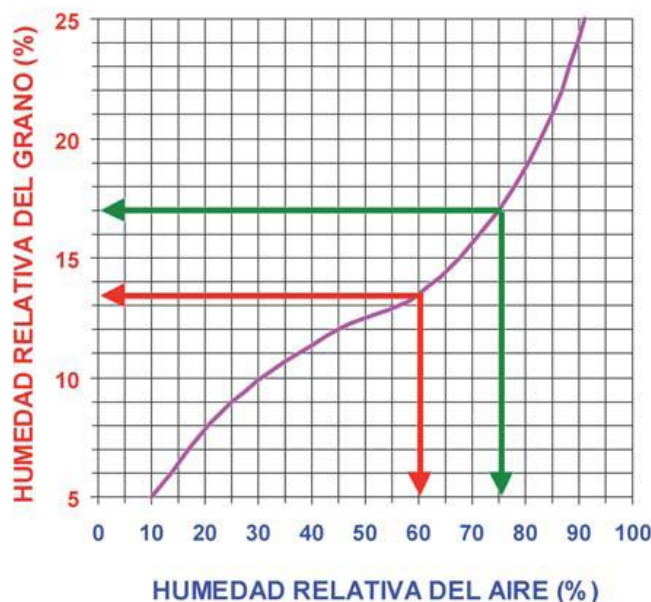
El grano recién cosechado llega generalmente al almacén con elevadas temperaturas, entre 25 y 35 °C, lo cual puede ocasionar problemas de conservación a corto y medio plazo. Pero poco podemos hacer para evitar este fenómeno, pues éstas son las temperaturas de la cosecha.

La humedad es el otro factor de estabilidad del grano, aún más importante que el anterior, aunque en perfecto equilibrio con él. Lo que sí es posible es determinar las humedades que nos van a permitir un correcto almacenamiento y de este modo limitar la entrada del grano que venga con humedades mayores.

Cuando el grano se encuentra almacenado deja una serie de huecos que están llenos de aire (aire intersticial) que se pone en equilibrio de humedad y temperatura con el propio grano.

Cuando la humedad relativa (HR) de este aire es igual o inferior al 60 % nos encontramos ante un grano seco, que se caracteriza por su estabilidad, lo que posibilita almacenamientos largos.

GRAFICO EQUILIBRIO DE HUMEDAD GRANO AIRE EN EL CASO DEL TRIGO



FUENTE: <http://www.navarraagraria.com/n180/aralmace.pdf>

En el caso de maíz y arroz, la conservación tras el secado deberá hacerse en torno al 14,5% de humedad del grano.

Durante la recepción del grano.

CONTROL DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL GRANO A LA ENTRADA.

Siempre se debe evitar la entrada en el almacén de partidas de grano insuficientemente secas porque podrían ser focos de recalentamiento del montón. Un foco húmedo en el centro de una partida almacenada seca será el inicio de un problema de conservación a medio plazo.

Para la medición de la humedad y la temperatura con la que llega el cereal existen equipos de medida, equipos de muestreo, pinchos de aspiración y sondas manuales, importante el manejo adecuado de estos instrumentos para garantizar que la muestra extraída sea representativa del

remolque que se pretende medir antes de su descarga. Esto se conseguirá pinchando en al menos tres puntos del remolque y a distintas profundidades.

PRELIMPIA DE CEREALES

La presencia de impurezas mezcladas con el grano (paja, polvo...) produce una falta de transpiración que impide el enfriamiento natural y progresivo de los montones de cereal, siendo además focos propicios para el desarrollo de insectos. Por lo tanto hay que eliminar en lo posible dichas impurezas con un sistema de limpieza previa al almacenamiento. Los ciclones son los sistemas de prelimpia más utilizados. Realizan una separación de polvo y algo de pajilla de la que pudiera acompañar al grano.

Para poder establecer primas o penalizaciones a la limpieza del grano resulta necesario el disponer de instrumentos de medida de impurezas sobre el grano recepcionado. Sin embargo, se trata de equipos lentos en cuanto al funcionamiento, por lo que no es aconsejable usarlos en la fase de recepción del grano ya que la retrasaría. Es difícil pensar en utilizarlos simultáneamente a la entrada de los remolques. Se aconseja guardar una muestra para su evaluación posterior.

Existen desde equipos sencillos de laboratorio para medir las impurezas, por separación y pesada externa, hasta equipos electrónicos que realizan autónomamente todo el proceso.

Además existen acciones de control de plagas y hongos, como lo son las fumigaciones, estos y otros tratamientos insecticidas aplicados la entrada del grano tienen por finalidad controlar preventivamente la aparición y el desarrollo de los insectos y hongos propios de los almacenes, especialmente cuando no tenemos otras herramientas para su control.

Durante el almacenamiento

MANTENIMIENTO DE LA SUPERFICIE DEL MONTÓN.

Desde que se deposita el grano en el almacén hay que garantizar que la superficie del montón permita un correcto paso del aire, bien mediante ventilación forzada con aire frío o gracias al proceso de ventilación natural del grano. Para lograrlo, se deberán descrestar los montones tras el llenado de la nave y remover la capa de polvo que se forma sobre la superficie del montón.

Posteriormente, al menos una vez al mes, se deberá repetir esta operación removiendo la superficie del montón en aquellos puntos donde se observe un cierto grado de apelmazamiento del cereal o insuficiente ventilación.

Las tareas de vigilancia, observación y seguimiento del grano son fundamentales para evitar situaciones de deterioro de la calidad de los cereales almacenados. Es imprescindible hacer una observación minuciosa de cada uno de los lotes de cereal a almacenar.

EVOLUCIÓN DE LA HUMEDAD

En condiciones de estabilidad del grano nunca deberá producirse una rehumectación del mismo. Por este motivo, el incremento de la humedad es un indicador de deterioro que nos obliga a actuar de modo inmediato.

El aumento de la humedad está ligada a:

- ▶ Agentes externos como goteras, condensaciones, etc.
- ▶ Presencia de insectos de un modo masivo que con su respiración producen agua que se deposita sobre el grano del ambiente próximo.
- ▶ La actividad biológica del grano en función de la temperatura. Este proceso, una vez iniciado, lleva en primer lugar a la pérdida de la capacidad germinativa del grano, después al movimiento del germen y posteriormente a su pudrición completa.

EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA

La temperatura es el marco que propicia la desestabilización del grano, al estar directamente relacionada tanto con el desarrollo de los insectos como de la actividad biológica del grano.

La estabilidad del montón se consigue a través de su enfriamiento. El umbral de los 15 °C es el primer objetivo de enfriamiento.

La instalación de termosondas fijas que nos permitan conocer con precisión la evolución de las temperaturas en el grano es una herramienta fundamental para garantizar la buena conservación de cada cereal almacenado.

Cuando se produzca un inicio de recalentamiento (incremento de 0,5 °C. en una semana), la observación de ese punto lote deberá hacerse diariamente.

MANEJO DE LA VENTILACIÓN.

La ventilación es la mejor herramienta para conservar correctamente los cereales en los almacenes, siempre y cuando el sistema esté bien dimensionado y su uso sea correcto. Se debe estabilizar el grano por debajo de 10 °C de temperatura.

La ventilación debe realizarse siempre que la temperatura del aire exterior lo permita (diferencia de temperaturas entre el aire exterior y el grano de 5- 7 °C.) o se esté iniciando un proceso de recalentamiento natural del grano almacenado (incremento de temperatura de 0,5 °C. en una semana).

La ventilación nocturna es más aconsejable que la diurna, pues produce menores pérdidas de peso por secado. Es aconsejable que la humedad relativa del aire de ventilación se sitúe en torno a la humedad intersticial del grano almacenado o por encima de ésta (>60-65 %).

ETAPAS DE ENFRIAMIENTO DEL GRANO.

El enfriamiento completo de una Partida de grano se realiza en tres fases consecutivas:

1ª Fase, inmediatamente al final del llenado (incluso durante el llenado). El objetivo es bajar la temperatura del grano por debajo del umbral de los 20 °C.

2ª Fase, cuyo objetivo es evitar de desarrollo de insectos. Enfriar hasta los 15 °C.

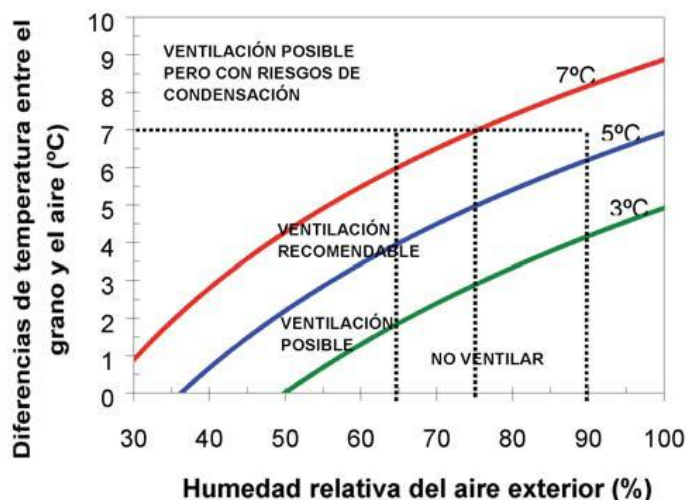
3ª Fase, estabilización para conservación a largo plazo. Umbral de temperatura máximo, 10 °C

VENTILACIÓN SECANTE.

El paso del aire frío a través del grano normalmente produce un ligero secado del grano y esta circunstancia nos puede permitir un cierto manejo de la ventilación como factor de secado, cuando el grano tenga un ligero exceso de humedad. Para incrementar el efecto secante de los ventiladores debe utilizarse aire con Humedad Relativa muy baja (inferior a la HR del aire intersticial, HR<60%) y temperaturas ligeramente inferiores a las del grano almacenado (1-3 °C de gradiente).

El otro aspecto de este efecto de la ventilación secante consiste en evaluar las posibles pérdidas de peso que pueden producirse tras un proceso de ventilación, si el aire no se ha manejado correctamente.

DIAGRAMA DE VENTILACIÓN PARA LOS CEREALES EN RELACIÓN A LAS CURVAS DE DIFERENCIA DE TEMPERATURA GRANO-AIRE



FUENTE: <http://www.navarraagraria.com/n180/aralmace.pdf>

TRASIEGO DE GRANOS.

Cuando por circunstancias variadas se produce un recalentamiento del grano, no siempre es posible el enfriarlo suficientemente con la ventilación, bien porque se han formado apelmazamientos que impiden la circulación del aire por todo el montón de manera uniforme, o bien porque no se dispone de una instalación lo bastante eficiente de ventilación, o incluso porque ésta no existe.

En estas situaciones es cuando se puede hacer necesario el trasiego del grano, que consiste en ponerlo en movimiento a través de la mecanización de la nave o silos, trasladándolo a otro lugar de almacenamiento, o en el peor de los casos reciclándolo sobre el mismo.

FUMIGACIONES.

Uno de los agentes que más deteriora los granos almacenados es, sin duda, la presencia de seres vivos que pueden desarrollarse y vivir a su costa, fundamentalmente microfauna (gorgojos, polillas, etc) Existe un periodo de tiempo, que a veces dura varios meses, entre el inicio del almacenamiento y la estabilización de la temperatura por debajo de los 15 °C, que es el umbral para el desarrollo de los insectos. Por eso, en ocasiones se hace necesario recurrir a fumigaciones de los granos almacenados. Estos tratamientos deben realizarse por empresas autorizadas y personal capacitado.

SITUACIONES DE EMERGENCIA.

Se definen las siguientes situaciones de emergencia:

Primero. Inicio de recalentamiento del cereal en un punto del almacén. (Incremento de temperatura de 0,5 °C. en una semana). ACTUACIÓN – A

Segundo. Inicio de rehumectación del cereal en una sección del almacén (si la humedad se incrementara sobre la referencia a la entrada en un 0,5 %). ACTUACIÓN - A

Tercero. Temperatura del cereal por encima de 15 °C. ACTUACIÓN – A

Cuarto. Humedad del grano superior al 15 %. ACTUACIÓN - A, E, F

Quinto. Presencia de gorgojos en el grano o aledaños del almacén. ACTUACIÓN - A, B

Sexto. Focos apelmazados o germinados. Presencia masiva de gorgojos. ACTUACIÓN - A, C, D.

Actuaciones posibles en caso de emergencia. Deberán analizarse en función de los riesgos que se generen para el cereal almacenado.

Las herramientas de actuación son:

A.- Puesta en marcha de los sistemas de ventilación con aire ambiente.

B.- Tratamientos insecticidas localizados

C.- Fumigaciones

D.- Movimiento del grano en el almacén. Trasiegos.

E.- Utilización de ventilación con aire acondicionado (granifrigio).

F.- Secado de cereal. Pase por secadero.

► Evaluación de calidad del grano²¹

► -Exigencias De Calidad

²¹ Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

El trigo, desde el campo hasta la mesa, pasa por muchas manos; todo aquel que lo maneja, está interesado en él, pero de formas diversas: El labrador desea buena cosecha y alto rendimiento. No le preocupa la calidad (siempre que sea «apto para moler» o que «cumpla como pienso»), a no ser que venda el grano según un sistema de gradación con diferentes precios. El molinero pide trigo con buenas propiedades para moler, apto para almacenaje y capaz de rendir la máxima cantidad de harina adecuada para un uso determinado. El panadero quiere harina adecuada para hacer pan, galletas, tortas, etc. Desea que la harina producida, se convierta en la mayor cantidad de producto, que cumpla con especificaciones rígidas y por tanto desea materia prima de la calidad y constancia adecuadas. El consumidor exige buen sabor y aspecto en las mercancías que adquiere; debe tener alto valor nutritivo y precio razonable.

Calidad en sentido amplio significa aptitud para un uso determinado; aplicados al trigo, los criterios de la calidad son: Rendimiento de producto final (trigo, para el labrador; harina, para el molinero; pan, para el panadero, etc.); Facilidad para los tratamientos; Naturaleza del producto final: uniformidad, buen sabor, aspecto, composición química.

Estos criterios de calidad, dependen en gran parte de las condiciones ambientales y de manejo del cultivo, el clima, suelo y fertilización.

Dentro de estos límites, la calidad está influida por características que pueden ser modificadas durante la recolección, secado y transporte de los cereales.

PARAMETROS DE CALIDAD INDUSTRIAL DEL TRIGO

Son varios los parámetros con los que los técnicos tratan de predecir, a partir de una muestra, cuál será el comportamiento de una harina durante los procesos de transformación, ya sean estos artesanales o industriales, de productos panificados o industria galletera, etc. Se describen a continuación algunos de los parámetros más comunes que estiman la aptitud de uso industrial, en general para todos los cereales con algunos de estos pero en este caso para el trigo debido a que se analiza de forma completa.

PARAMETROS DE CALIDAD INDUSTRIAL DEL TRIGO PARA PAN.

Humedad de grano: Se seca el grano, previa molienda, a 130 °C durante una hora, en estufa con circulación forzada de aire.

Es importante su determinación porque el grano con más de 13,5-14,0 % no puede ser almacenado en buenas condiciones, y porque algunos análisis son expresados sobre una base de humedad constante para hacer comparables los resultados (por ejemplo: %cenizas en base seca, % proteína en base 13,5% de humedad).

Peso hectolítrico: Es el peso de un volumen de 100 litros de trigo, expresado en kg/hl.

Es un factor directamente correlacionado con el rendimiento de harina, y depende de la uniformidad, forma, tamaño y densidad del grano, y del contenido de materias extrañas y granos quebrados de la muestra.

Proteína de grano: Las proteínas son compuestos nitrogenados que, en contacto con agua, formarán el gluten. Por ello, el contenido de proteína es una forma indirecta de estimar el contenido de gluten del grano, aunque no da indicación alguna sobre la calidad o comportamiento de ese gluten durante la panificación.

En general, trigos de menos de 11% de proteína no son aconsejables para producir pan.

La proteína se determina mediante diversos métodos, tanto de análisis húmedo (nitrógeno Kjeldhal x 5,70) como de espectrometría en infrarrojo (NIRS), y normalmente se expresa en %, base 13,5% de humedad.

Gluten y gluten Indexa: El gluten constituye la fracción de proteínas no solubles en agua (llamadas gliadinas y gluteninas) presentes en la harina, y se obtiene mediante el lavado de la masa que elimina al almidón y las proteínas solubles albúminas y globulinas). Su función es la de aglutinar a los gránulos de almidón y, en la panificación, retener los gases que se forman por la fermentación con levadura.

Puede informarse como % gluten húmedo o cómo % gluten seco, ambos sobre base grano tal cual.

El Gluten index (G.I.) se obtiene centrifugando el gluten húmedo y forzándolo a pasar a través de un tamiz. El peso de la porción que no pasó a través del tamiz, en % del gluten total, es el G.I.

Este parámetro estima la relación tenacidad: extensibilidad del gluten; a mayor G.I., mayor tenacidad de la masa.

Cenizas en Harina: Se estima mediante la incineración de la muestra a 900 °C, hasta que toda la materia orgánica se quema y queda un remanente formado por los componentes minerales.

Se calcula en % sobre grano base seca, y es un buen estimador de la eficacia del proceso de molienda. Un mayor % de cenizas indica una mayor contaminación de la harina con salvado, dado que el contenido en éste es mayor que el de la harina blanca.

Índice de caída (Falling number): Estima la cantidad de enzima alfa-amilasa activa contenida en la harina, la cual determina la capacidad de la masa para fermentar con el agregado de levadura. La actividad enzimática está influenciada por el porcentaje de granos brotados.

El Falling Number se informa en segundos de duración del test, y disminuye a medida que aumenta la proporción de granos brotados.

Un valor normal de F.N. sería 300 segundos. Harinas con excesiva actividad amilásica (F.N. inferiores a 200 seg.) no son deseables porque dan masas blandas, pegajosas y difíciles de trabajar. En el otro extremo, valores de F.N. superiores a 400 seg. Indican una actividad excesivamente baja.

Alveograma: El alveógrafo es un instrumento que simula el comportamiento de la masa y su retención de gases durante la fermentación, brindando información sobre sus propiedades mecánicas. El valor W (fuerza panadera) expresa el trabajo de deformación de la masa, y representa de cierta manera a la cantidad y calidad del gluten presente.

Es uno de los parámetros más importantes ya que permite clasificar a los trigos en Duros, Semiduros y Blandos, de acuerdo a su aptitud de uso industrial.

Con el alveógrafo se miden también otros parámetros:

- ▶ P (tenacidad de la masa, indica la resistencia a ser estirada o deformada)
- ▶ L (extensibilidad de la masa, indica capacidad para permitir estiramiento)
- ▶ P/L (relación de equilibrio tenacidad/extensibilidad).

Farinograma: Es un análisis muy demandado por las panificadoras industriales locales y de Brasil, nuestro principal comprador.

El farinógrafo mide las propiedades dinámicas de la masa a través de la resistencia que ésta le opone al amasado mecánico en condiciones controladas. Del farinograma se extrae la siguiente información:

- ▶ % de absorción de agua de la harina hasta alcanzar una determinada consistencia (depende de la cantidad y calidad de gluten y la dureza de endospermo, y se relaciona con la cantidad de pan a obtener por kg de harina)
- ▶ Tiempo de desarrollo de la masa (minutos necesarios para alcanzar la máxima consistencia).

- Tiempo de estabilidad o tolerancia al amasado minutos durante los cuales la masa mantiene la máxima consistencia).

Panificación experimental: Es una prueba en pequeña escala de la capacidad de la harina para producir un pan de determinadas características.

Los parámetros a estimar son: volumen de pan, aspecto exterior, color de miga, y volumen específico (volumen/peso).

Para el trigo fideos también existen una serie de análisis que intentan describir sus características y predecir su comportamiento. Sin entrar en detalles, ellos son: % Humedad, % Proteína, % Gluten, Gluten Index, % rendimiento de sémola, Color de sémola, % Cenizas, Farinograma, y Evaluación Experimental de fideos (color, pegajosidad, viscosidad).

Criterios De Calidad De Trigo para Panificación

	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02
Peso hectolítrico (kg/hl)	76,8	80,9	82,2	79,4	81,9	81,7
Proteína (% base 13,5)	13,2	10,9	11,1	12,1	10,0	10,2
Gluten húmedo (%)	30,8	23,9	26,1	30,0	21,9	22,8
Gluten Seco (%)	11,3	8,3	9,1	10,3	8,2	8,1
Falling Number (segundos)	128	352	398	346	382	387
Tiempo de desarrollo (minutos y segundos)	9 min 30 seg	2 min 30 seg	S/d	16 min 18 seg	8 min 55 seg	5 min 35 seg
Tiempo de estabilidad (minutos y segundos)	9 min 40 seg	11min 0 seg	13 min 16 seg	11 min 18seg	16 min 25 seg	11 min 35 seg
W (10 E-4 Joules)	278	277	265	245	261	282
P/L	1,13	0,89	1,51	1,02	1,92	1,33

Fuentes: Análisis de la cadena de harina de trigo, SAGPyA, 2001

Trigo Argentino: Informe Institucional sobre su calidad, 1998-2002

Informe de la cosecha argentina de trigo, Granotec S.A., 1999-2002

Crterios De Calidad De Trigo Industrial

	% Prot	W	P	L	P/L	% Ceni- zas	% Gluten Húm.	Gluten Index	Estabil. Farinó- gráfo (min)	Falling Number (seg)	Impu- rezas
Pan francés en tablas		330 / 370	100/ 110	100/ 130	0,8/ 1,0	< 1,7	28/30				
Pan molde (lactal)		> 280			0,9/ 1,1		> 30	> 0,6	> 20	300/ 330	
Tapas de empanadas		> 240			0,9/ 1,0	< 0,55	> 26				Libre
Pastas frescas	> 12	> 270			0,9	< 0,5	> 33		17	> 280	Libre
Galletitas		200/ 400	70/ 80	80/ 100	0,8	< 1,8	27				
Galletitas dulces		250 +/- 20	80/ 100	80/ 100	1,0		20/23			425	
Grisines		120	50	100	0,5						
Pastas de candeal	>12/ 13	180/ 350	110/ 120	50	1,2 / 2,5	<0,55/ 0,75	28/34				Libre

Fuente: Dirección de Industria Alimentaria, SAGPyA. Boletín Nro. 7, Marzo 2002

CLASIFICACIÓN DE TRIGOS SEGÚN SU CALIDAD

Trigo Blando

Comúnmente denominado “galletero”, tiene una demanda creciente en el mundo para la elaboración de galletitas, bizcochos, crackers, mezclas para tortas, fideos orientales, etc. Hasta el momento no se ha inscripto ninguna variedad, pero este tipo de trigo no debería descartarse como opción, ya que su menor precio internacional puede verse compensado por el alto potencial de rendimiento de estos materiales.

Mientras tanto, la industria galletera local se ve forzada a utilizar harinas de trigos duros relativamente “flojos”, de bajo contenido de proteínas, y lleva a cabo la manufactura con el agregado de aditivos e ingredientes que aumentan sus costos.

Trigo Candeal

El llamado “trigo fideos”, es utilizado para la elaboración de pastas de sémola.

Existen en el mercado distintas variedades, y es muy común su cultivo bajo contrato entre productor e industria.

Trigo Duro

El criterio utilizado para agrupar las variedades en cada clase o grupo se basa en un parámetro llamado Índice de Calidad, calculado en base a la información de peso hectolítrico, proteína, rendimiento de harina, cenizas en harina, gluten húmedo, W (Alveograma), tiempo de estabilidad (farinograma), y volumen de pan experimental, cada uno multiplicado por un factor de acuerdo a su importancia relativa.

Las variedades pertenecientes a un mismo Grupo muestran valores dentro de un mismo rango para los parámetros considerados.

Así, los trigos del Grupo 1 son genéticamente fuertes, de alta tenacidad de las masas, demandados por las grandes panificadoras industriales (pan de molde) por ser correctores de trigos de inferior calidad con los que normalmente son mezclados.

Los del Grupo 2 son también de alta calidad panadera sin llegar a ser correctores, aptos para el sistema de panificación manual tradicional de nuestro país ya que toleran fermentaciones largas (más de 8 horas y hasta 16hs).

Los del Grupo 3 son trigos de alto potencial de producción, pero de calidad panadera deficitaria, adecuada sólo para panificación por métodos directos, que utilizan tiempos de fermentación cortos (menos de 6-8 horas).

Es de destacar que, dada la interacción genotipo-ambiente que afecta la calidad panadera, esta clasificación no es rígida, sino que será revisada anualmente y modificada de ser necesario.

CRITERIOS DE CALIDAD PARA EL ARROZ²²

Calidad Industrial y Culinaria del Arroz

El arroz es el único cereal que se consume como tal con un procesamiento de descascarado y pulido. La integridad del grano durante ese proceso determina la denominada calidad industrial; su comportamiento durante y después de la cocción caracteriza su calidad culinaria. La primera es

²² Livore, A. (2004). Calidad Industrial y Culinaria del Arroz. Revista IDIA XXI, (6), 190 – 194. Recuperado el día 23 de julio de 2011, de <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/arroz02.pdf>, base de datos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. Concepción del Uruguay, Entre Ríos

universal y tiene su normalización, la segunda es absolutamente dependiente de los hábitos culturales.

CALIDAD INDUSTRIAL

El grano de arroz está compuesto de una masa de células que conforman el endospermo donde se acumulan los hidratos de carbono en forma de almidón; de un embrión que potencialmente puede generar una nueva planta y de una serie de tejidos que recubren el conjunto. Este grano, a su vez, está recubierto por una cáscara que lo protege.

Se identifica como un arroz de alta calidad aquel cuyo conjunto de granos presenta homogeneidad de tamaño, forma, color y translucidez y cumple con los valores establecidos en las normas de calidad.

Para obtener un producto en condiciones de ser consumido, en principio, el grano de arroz debe ser descascarado y luego pulido mediante esfuerzos de fricción o abrasión.

Estas fuerzas actúan sobre la superficie del grano generando tensiones que finalmente pueden producir la fractura del mismo. El resultado son granos enteros y granos quebrados.

Las normas establecen valores máximos y mínimos de atributos que se desean optimizar, el más importante es la proporción de granos enteros respecto al conjunto. El parámetro de evaluación de este atributo está dado por el porcentaje de grano entero obtenido después de descascarar y pulir los granos.

La mayor o menor susceptibilidad a fracturarse depende de un diverso número de variables ambientales y genéticas. Las ambientales se subdividen en las provocadas por un estrés abiótico (déficit hídrico, altas temperaturas, momento de fertilización, humedad de cosecha, temperatura y velocidad de secado) y las provocadas por un estrés biótico (enfermedades del tallo como podredumbre del tallo causada por *Sclerotium oryzae*, quemado de la vaina causado por *Rhizoctonia* sp., podredumbre de la corona causada por *Gaeumannomyces graminis* y quemado de la hoja y cuello causado por *Pyricularia grisea*).

Las genéticas se refieren fundamentalmente a la regulación de los mecanismos intervinientes en el llenado de grano. La velocidad de llenado y su dependencia con la temperatura en esta etapa fisiológica determinan la fragilidad del endospermo y consecuentemente su sensibilidad al quebrado.

Una velocidad de llenado relativamente extendida en el tiempo favorece la formación de un grano compacto y cristalino, previniendo la sensibilidad al quebrado y la presencia de espacios opacos

que desmerecen la calidad. Saber cómo cada una de estas variables afecta el porcentaje de granos enteros, luego de ser molido, determina las pautas de manejo del cultivo que deben establecerse para optimizar este parámetro de calidad.

Panza blanca. La calidad del grano de arroz incluye entre sus componentes el porcentaje de grano panza blanca. Este tipo de grano desmerece la apariencia del conjunto de granos translúcidos y paralelamente contribuye a aumentar el porcentaje de grano quebrado por ser más frágil que el vítreo.

La denominación de “panza blanca” deriva de la localización de una mancha opaca blanca en la zona ventral del grano, ubicada en el centro del lado donde se encuentra el embrión. Los granos que presentan la zona opaca en la parte dorsal son menos frecuentes y también se los incluye como panza blanca, aunque estrictamente la localización es exactamente opuesta.

Centro Blanco. Existen granos conocidos como granos con centro blanco que, a diferencia del que nos ocupa, tienen la misma opacidad, pero su ubicación es en el centro del grano y deben esta característica a la misma causa que los granos panza blanca. Si bien para las exigencias del mercado de grano largo fino la presencia de este tipo de grano es en detrimento de la calidad, existen variedades especialmente diseñadas para tener granos tipo mediano carolina con un gran centro blanco destinadas a la elaboración de “sake” (bebida fermentada alcohólica a base de arroz).

Esto es una clara demostración de la relatividad del término “calidad” y que obliga a mencionar la referencia del mercado destino cuando se habla de ella.

Grano yesoso. También encontramos granos llamados yesosos en los cuales todo el grano es de un blanco opaco, pero su origen es diferente al de los anteriores. Generalmente, la aparición de un alto porcentaje de estos granos está asociada a una heterogeneidad en el cultivo (diferentes grados de madurez), una humedad de cosecha excesivamente alta o condiciones climáticas anormales como bajas temperaturas durante la madurez. Esencialmente son granos inmaduros Debido a una falta de sincronía en la aparición de macollos. La cosecha se decide en función de la madurez de la mayor parte del lote y en cultivos que sufrieron problemas de manejo o climáticos, se suele encontrar una alta heterogeneidad en el estado fisiológico de las plantas y dentro de ellas de los diferentes macollos.

Translucidez. Los granos después de pulidos deben lucir una densidad óptica homogénea y de bajo valor. Cuanto mayor es su aspecto vítreo mayor es la calificación en este atributo.

Grano manchado o picado. Son granos que han sufrido un daño producido por insectos (generalmente con aparato bucal chupador) o por la proliferación de hongos durante la formación o almacenaje del grano.

Color ambarino. Es el color que toma el endospermo del grano por haber sufrido algún aumento de humedad y temperatura durante el almacenaje debido probablemente a un proceso químico o microbiológico. El color puede estar asociado al efecto de algún hongo o a la migración de pigmentos desde la cáscara hacia el interior del grano.

Estrías rojas. Existen dentro de la especie arroces que poseen una cubierta (pericarpio) de color rojo intenso. Este tipo de arroz es considerado en nuestra cultura como una maleza, pues al cocinarse toma un intenso color oscuro dando una mala presentación en el contexto del grano blanco.

Presenta en su superficie surcos, que son copias del molde de formación que le impone la cáscara durante su llenado. Esos surcos de los granos rojos mantienen la cubierta de ese color aún después de pulidos causando las “estrías rojas”. Su presencia es motivo de castigo en la evaluación de calidad.

Tipo de grano. Se clasifica en función de las dimensiones de sus ejes principales, longitudinal y transversal y de la relación entre ambos, como se vio anteriormente.

En general cada país adapta los criterios de calidad de los cereales según sus capacidades de abastecimiento, sea por producción o por importación, para proteger a las industrias consumidoras de estas materias primas y al consumidor final de productos derivados, existe un codex alimentarius para el arroz donde se especifica los valores mínimos y máximos de parámetros de calidad como humedad, materias extrañas, suciedad y contaminantes como los metales pesados y los plaguicidas²³.

En este documento se establecen además valores máximos y métodos de análisis de otros factores de calidad que son más adaptados a las condiciones de industria como los siguientes.

- ▶ Grano entero es el grano que no tiene ninguna parte quebrada.
- ▶ Arroz de primera es el grano cuya longitud es mayor o igual que las tres cuartas partes de la longitud media del grano entero correspondiente.
- ▶ Arroz quebrado grande es el fragmento de grano cuya longitud es menor que las tres cuartas partes pero mayor que la mitad de la longitud media del grano entero correspondiente.

²³ Norma del Codex para el Arroz. (s.f.). Recuperado el día 23 de julio de 2011, de www.codexalimentarius.net/download/standards/61/CXS_198s.pdf

- ▶ Arroz quebrado medio es el fragmento de grano cuya longitud es menor o igual que la mitad, pero mayor que la cuarta parte de la longitud media del grano entero correspondiente.
- ▶ Arroz quebrado pequeño es el fragmento de grano cuya longitud es menor o igual que la cuarta parte de la longitud media del grano entero correspondiente, pero que no pasa a través de un tamiz metálico con perforaciones redondas de 1,4 mm de diámetro.
- ▶ Grano quebrado muy menudo es el fragmento de grano que pasa a través de un tamiz metálico con perforaciones redondas de 1,4 mm de diámetro

3.2.2. Cálculos de aireado y secado

Secado de cereales

Cientos de millones de toneladas de trigo, maíz, soja, arroz y otros granos como el sorgo, la semilla de girasol, la cebada, la avena, etcétera se secan en deshidratadores de grano.²⁴ En los principales países agrícolas, el secado comprende la reducción de humedad desde unos 17-30% por peso a valores entre 8 y 15%, según el grano. El contenido de humedad final para el secado debe adecuarse al almacenaje. Cuando más aceite tenga el grano, menor será el contenido de humedad (aunque su humedad inicial también será menor). Los cereales se secan a menudo hasta el 14% por peso, mientras las oleoginosas al 12,5% (soja), 8% (girasol) y 9% (cacahuete). El secado se realiza como requisito para un almacenaje seguro, de forma que se inhiba el crecimiento microbiano. Sin embargo, las bajas temperaturas de almacenajes también están altamente recomendadas para evitar las reacciones de degradación y especialmente el crecimiento de insectos y ácaros. Una buena temperatura máxima de almacenaje está sobre los 18°C.

En los métodos de secado más modernos, los intercambios de aire y masa entre granos y ambiente se producen principalmente por convección de aire forzado. Por tal motivo, los secadores de granos están provistos generalmente, de un ventilador, como agente de movimiento del aire.²⁵

²⁴ Brooker, D.B.; Bakker-Arkema, F. B.; Hall, C. W. (1992). Drying and storage of grains and oilseeds. Nueva York: Van Nostrand Reinhold. Recuperado el día 23 de julio de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Secado#Secado_de_cereales

²⁵ Departamento de Agricultura, Deposito de documentos de la FAO. (s.f.). Secado de granos: natural, solar y a bajas temperaturas. Recuperado el día 25 de julio de 2011, de <http://www.fao.org/docrep/x5058s/x5058S02.htm#Necesidad%20de%20secado>

Se denominan procedimientos de secado a bajas temperaturas, aquellos que usan aire a temperatura ambiente o calentado en 3 a 5°C, como medio de transporte de humedad y energía. En estos procedimientos se emplean bajos flujos específicos de aire (2,0 - 5,0 m³/min.t). Los bajos flujos de aire, junto con las condiciones de éste, hacen que los procedimientos de secado a bajas temperaturas sean típicamente lentos y tarden días o semanas en alcanzar la humedad deseada del producto. En cambio, estos procedimientos son energéticamente eficientes y el producto final es de buena calidad. Se les puede emplear para producciones tanto pequeñas como grandes, y sus puntos limitantes son las condiciones ambientales, la velocidad de cosecha del producto y el posible desarrollo de hongos.

Los procedimientos de secado a altas temperaturas se caracterizan por el empleo de aire calentado, por lo menos a 10°C, sobre la temperatura ambiente. Los flujos específicos del aire son mayores que en los casos anteriores y en consecuencia, la velocidad de secado es más alta. Así, el secado de granos a altas temperaturas se emplea en los predios en que hay grandes producciones y la cosecha diaria es de un alto volumen.

Es importante entender cómo se seca un cereal para obtener productos derivados de buena calidad, con eficiencias operativas óptimas que minimicen los costos de producción y que vuelvan a los productos finales de panadería, galletería, grasas y aceites, entre otros; más competitivos en los mercados de alimentos y productos derivados. Para entender un poco de la importancia en el control del proceso de secado en términos de afectación a la calidad de los granos, veamos el siguiente video aplicado en este caso para un grano de arroz

El secado de granos se puede definir de distintas maneras, según el enfoque que se desee adoptar. En los estudios más teóricos se pone el énfasis en los mecanismos de transferencia de energía y de materia. Así, el secado se puede definir como un proceso en que hay intercambio simultáneo de calor y masa, entre el aire del ambiente de secado y los granos. En cambio, en los casos generales, se define el secado como la operación unitaria responsable de la reducción del contenido de humedad de cierto producto, hasta un nivel que se considera seguro para el almacenamiento de éste.

Se entiende que es seguro un nivel de humedad por debajo del cual se reduce la actividad respiratoria de los granos y se dificulta el ataque de insectos y hongos. Dicho nivel varía con los distintos tipos de granos, pero, para las condiciones brasileñas y los granos más comunes, abarca una gama entre 10 y 14% de humedad expresada sobre base húmeda²⁶.

²⁶ Ibis

Métodos de secado

Los métodos que se emplean para realizar el secado de granos son diversos y se pueden clasificar como sigue:

- a. Secado natural
 - ▶ en el campo
 - ▶ en asoleaderos
- b. Secado artificial
 - ▶ a bajas temperaturas: con aire natural con aire ligeramente calentado
 - ▶ a altas temperaturas: en lecho fijo en flujos cruzados en flujos concurrentes en flujos contracorriente en cascada (flujos mixtos)
 - ▶ en combinación: alta temperatura/baja temperatura
 - ▶ secado aireación

Los métodos de secado natural no se analizan aquí, pues sus parámetros de secado dependen solamente de las condiciones ambientales. Se les mencionará, en algunos casos, como alternativas.

Cálculos de secado²⁷

La remoción de humedad en un proceso típico de secado de un alimento sigue una secuencia de diferentes velocidades de secado, como se observa en la figura.

El tramo AB es una fase transitoria en donde el agua dentro del producto se calienta hasta alcanzar una cierta temperatura deseada.

En BC se transcurre el secado a temperatura constante e igual a la temperatura de bulbo húmedo del aire que se use para secar.

En la mayoría de los casos existe un punto C de humedad crítica, por debajo de la cual la velocidad del secado se reduce con el tiempo en una (CD) o varias etapas (DE) de velocidad decreciente.

²⁷ Universidad Nacional de Colombia. (2004). Lección 7.5 Cálculos de Secado. Recuperado el día 25 de julio de 2011, de

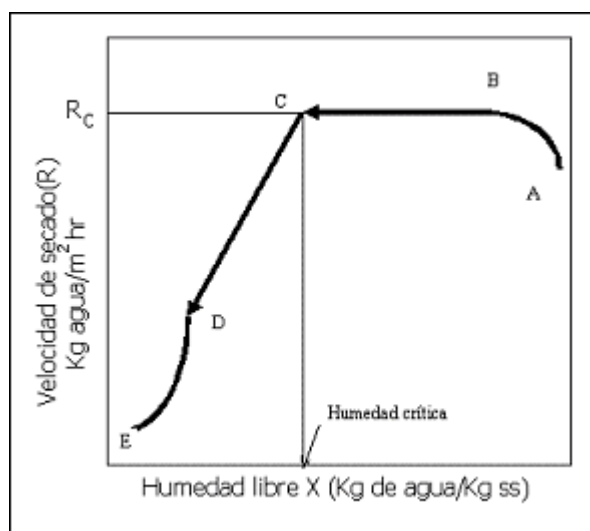
http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4070035/lecciones/cap7/leccion7_5.htm

El propósito normal de los cálculos en el secado de un material es el tamaño del secador, las condiciones de temperatura y humedad del aire utilizado y el tiempo necesario para llegar hasta la humedad final requerida.

Determinación experimental de las velocidades de secado

En una unidad piloto que reproduzca lo más cerca posible la operación de planta, se miden las pérdidas de peso del material en el tiempo, sin interrumpir la operación se tabulan los valores de humedad en base seca contra el tiempo (X vs tiempo).

Velocidad de secado



FUENTE:

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4070035/lecciones/cap7/leccion7_5.htm

Al material debe determinársele la curva de sorción a la temperatura de operación.

Se hace una nueva tabulación de humedad libre vs tiempo: $X - X^*$, donde X^* es la humedad de equilibrio de la curva de sorción en las condiciones de secado constante. Se traza una gráfica de humedad libre vs tiempo, de donde se leen las pendientes a la curva para tener los valores de dX/dt en función del tiempo. Se pueden hallar así las velocidades de secado mediante la expresión:

$$R = - \frac{S}{A} \frac{dX}{dt}$$

Para R en Kg agua /s. m^2 ,

S los Kg de sólido seco usados en el ensayo y

A el área de la superficie de secado en m^2

De esta manera se obtiene una curva como la de la figura anterior. La velocidad de secado para el período de velocidad constante será R_c y el tiempo de secado entre B y C es:

$$t = \frac{S'}{AR_c} (X_s - X_c)$$

Con el cálculo del tiempo de secado se programa la cadena logística de producción, se debe tener en cuenta que las velocidades de secado no son siempre constantes. Hay que recordar que las composiciones químicas de los seres vivos como en el caso de los cereales son muy variables, y cuando esto sucede hacen más específicas las condiciones de operación y de manejo; es por esto lo importante de la vinculación de la docencia y la investigaciones en la industria, para que apoyen con conocimiento las operaciones agroindustriales del país.

Traer a la memoria: Los conceptos termodinámicos de transferencia de calor y de masa.

3.2.3. Maquinaria especializada²⁸

Equipos para secado de cereales

Tipos de secadoras de granos

Las máquinas secadoras pueden clasificarse de la siguiente forma:

► Secadoras de flujo continuo:

Verticales (tipo torre)

- De flujo mixto (de caballetes)
- De flujo cruzado (de columnas)
- De persianas
- De flujo contracorriente
- De flujo concurrente

De cascadas

Horizontales

- De flujo cruzado (de columnas hexagonales)
- De flujo mixto
- De lecho plano:
- Fijo
- Fluido
- Secadoras en tandas

²⁸ Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

De flujo cruzado:

1. Con recirculación
2. Estáticas
- 3.

De flujo mixto:

1. Con recirculación
2. Estáticas
3. Silos secadores

De flujo contracorriente

De flujo cruzado

Tanto las máquinas verticales (de menor tamaño) como las de cascadas, horizontales y secadoras en tandas, pueden ser fijas o transportables.

Esta clasificación comprende solamente a las secadoras comerciales, o sea, aquellas que se emplean en las plantas de acopio de granos de una capacidad media a alta.

A nivel de pequeño productor existe una amplia gama de diversos equipos de secado, la mayoría de los cuales son de reducida capacidad y de diseños simples, que se utilizan en países donde todavía no ha llegado una tecnología avanzada. Hay otros ejemplares de secadoras, algo más evolucionados, como secadoras solares, secadoras por convección natural, patios de secado, túneles de secado, etc.

1. Secadoras de flujo continuo

Son aquellas en las que el grano se introduce y descarga en forma continua o intermitente, permaneciendo constantemente llenas las secciones de secado y enfriamiento. Las operaciones de secado y enfriamiento se efectúan en forma simultánea e ininterrumpida.

Las secadoras verticales, también llamadas "tipo torre", se caracterizan por el recorrido del grano, desde arriba hacia abajo, y pueden ser clasificadas en varios grupos, de acuerdo al tipo de flujo.

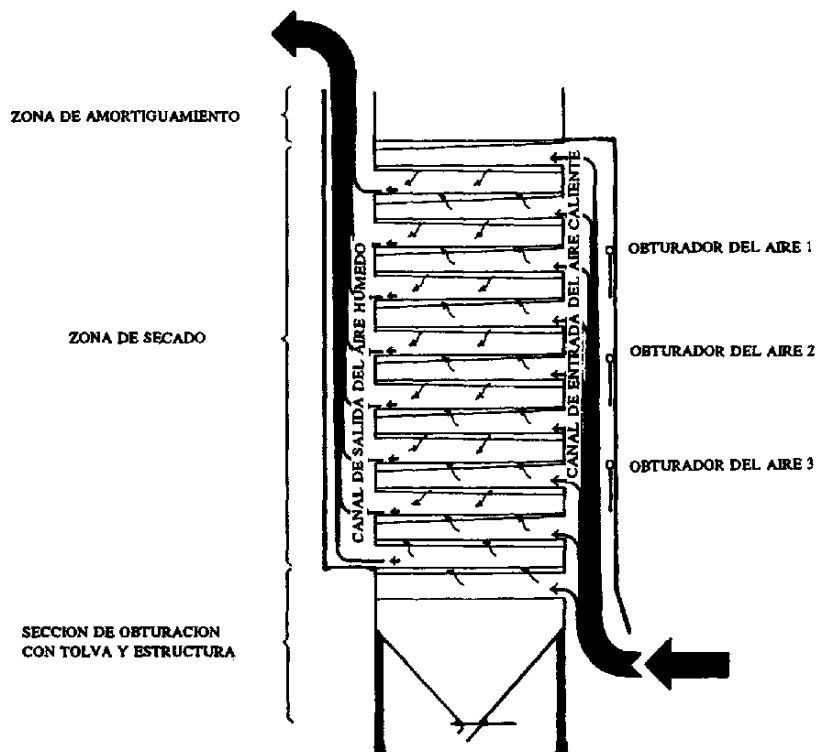
SECADORA TIPO TORRE



FUENTE: <http://www.solostocks.com.co/img/secadora-de-torre-para-granos-sbt-266103z0.jpg>

Las secadoras de flujo mixto, también llamadas de "caballetes", tienen como elemento principal, en las zonas de secado y enfriamiento, un conjunto de conductos en forma de V invertida, por donde circula el aire caliente o frío.

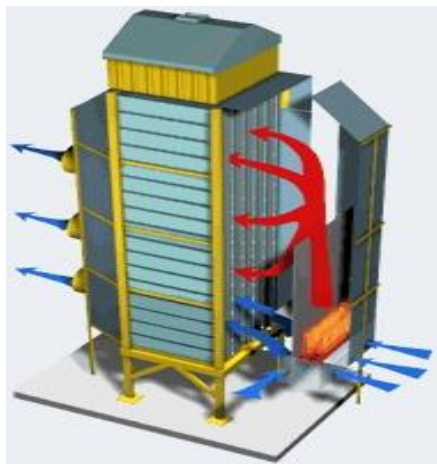
SECADOR TIPO CABALLETE



FUENTE: <http://www.fao.org/docrep/X5028S/X5028S2F.GIF>

Las de flujo cruzado, también llamadas "de columnas" poseen columnas o venas rectas por donde circula por gravedad el grano; las columnas están formadas por paredes de chapas perforadas, las que atraviesa el aire caliente (o frío) en forma cruzada o perpendicular al espesor de la columna. Se conocen también secadoras de columnas de forma circular.

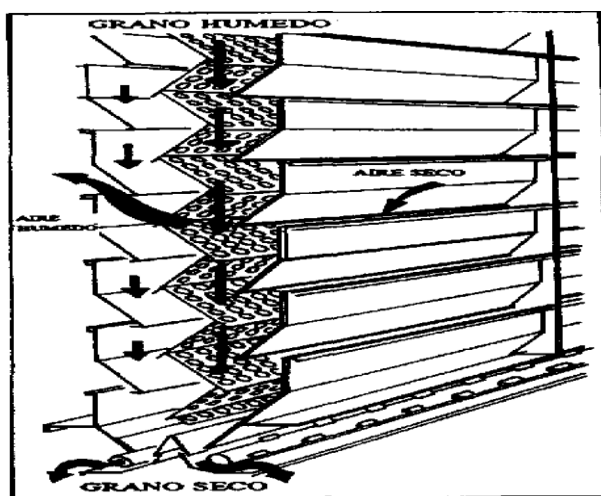
SECADORA TIPO DE COLUMNAS



FUENTE: <http://www.viarural.com.uy/agricultura/secadoras/mega/caracteristicas-01.png>

Las secadoras de persianas tienen su cuerpo principal formado por tres tabiques verticales, siendo los dos exteriores abiertos en las dos caras, y el tabique medio en zigzag con grandes perforaciones. Este sistema permite que el grano situado en el costado por donde ingresa el aire caliente descienda más rápidamente que el grano situado en el costado opuesto, con el fin de asegurar un secado más homogéneo. El espesor de la columna es de alrededor de 40 cm.

SECADORA TIPO PERSIANA



FUENTE: <http://www.fao.org/docrep/X5028S/X5028S1A.GIF>

Las de flujo contracorriente y de flujos concurrentes se conocen como de flujos paralelos (de aire y de grano). Las de flujo contracorriente son aquellas en las que el aire y el grano marchan en la misma dirección, pero en sentido contrario. Las de flujo concurrente son las que el aire y el grano marchan en la misma dirección y en el mismo sentido.

2. Secadoras de flujo contracorriente

En esta secadora el grano fluye hacia abajo y el aire hacia arriba. En forma general este tipo de secadora corresponde al silo secador.

Este tipo de secado es muy eficiente energéticamente, porque el aire sale a través del grano más húmedo, o sea muy saturado, pues recoge una máxima carga de humedad.

El espesor de la capa de grano no suele superar los 3 - 4 m, pero si aumenta el espesor de la masa de granos también hay un incremento en la resistencia al paso del aire, que produce una disminución de la capacidad de secado.

El equipo puede funcionar todo en caliente y efectuar el enfriamiento en un silo separado para hacer el proceso en forma continua, aplicando lo que se conoce como "secado combinado".

3. Secadoras flujo concurrente

En este tipo, el grano y el aire de secado fluyen en la misma dirección y sentido. De esta forma el aire caliente se encuentra con grano frío y húmedo, pero la transferencia de calor y humedad que tiene lugar asegura que la temperatura del grano no alcance la temperatura del aire de entrada y que descienda rápidamente.

Este diseño tiene la ventaja que se pueden emplear muy altas temperaturas del aire, que originan altas velocidades de secado sin sobrecalentar el grano. Este último está sometido a un tiempo de permanencia más corto, por lo cual no es muy afectado. Se ha comprobado también que el consumo específico de energía se encuentra entre 850 y 900 kcal por Kg de agua evaporada, que significa una buena eficiencia térmica.

En la práctica se ha comprobado que la extracción de humedad por cada tratamiento de flujo concurrente no supera los dos puntos de humedad, de manera que las secadoras comerciales existentes tienen dos o tres etapas, separadas cada una por secciones de reposo. Tales máquinas son muy altas, la potencia consumida es elevada y los tiempos de residencia más prolongados, todo lo cual está limitando, hasta ahora, la difusión de modelos de este tipo, así como su mayor costo inicial.

4. Secadoras cascadas

Estas máquinas están formadas por uno o dos planos inclinados, compuestos por persianas (las que atraviesa el aire) por las cuales el grano va descendiendo en forma de una cascada continua.

Este sistema tiene la ventaja de que no se tapan agujeros (porque no existen) con borra o basura, como en otras secadoras que tienen paredes perforadas. También son aptas para secar semillas muy pequeñas, como calza, tréboles y otras similares, reduciendo el caudal de aire.

La corriente de aire que pasa por las persianas, además de su función principal de secar y enfriar, realiza una buena limpieza del grano. Las impurezas arrastradas tampoco caen en el plenum o cámara de aire caliente, con lo cual el riesgo de incendio es reducido a un mínimo.

Como son equipos de poca inclinación ocupan un área superficial mayor que las secadoras tipo torre. Además la potencia absorbida por toneladas es casi el doble que las secadoras mencionadas anteriormente.

Con el fin de aumentar la capacidad de secado se han fabricado secadoras con este mismo principio de cascadas, pero verticales, formadas por módulos de forma romboidal que pueden montarse uno arriba del otro, obteniéndose secadoras de hasta 100 t/hora.

En general, estas secadoras de lecho en cascadas emplean mayores caudales de aire que las secadoras de flujo mixto, pero trabajan a menores temperaturas del aire de secado. Sus fabricantes dicen que por dichas razones son preferidas estas máquinas por las malterías y los elaboradores de arroz.

4. Secadores horizontales

Se ubican en este grupo dos tipos: las secadoras horizontales de columnas hexagonales y las secadoras horizontales planas.

Las primeras son similares en su diseño a las secadoras en tandas, pero se diferencian porque su operación es continua, tienen ciclo de enfriamiento, son más complejas, y suelen ser más largas.

La capacidad de estas máquinas se aumenta haciéndolas de mayor longitud. Algunas marcas están formadas por módulos superpuestos, en los que cada módulo es una secadora individual. Esta última disposición tiene la ventaja de que cada módulo puede tener temperaturas de secado diferentes, mayores en los módulos superiores y menores en los inferiores; al mismo tiempo se detienen o suprimen los ventiladores de aire frío (excepto en el módulo inferior), intercalando de esta forma períodos de reposo que mejoran la calidad y eficiencia del proceso

Las secadoras horizontales planas se caracterizan por tener la sección de secado y enfriamiento en posición horizontal plana. Pueden ser clasificadas en dos modelos: de lecho fijo y de lecho fluido.

Las de lecho fijo tienen una cámara de secado plana de un ancho de unos 3 m y una longitud entre 10 y 15 m.

El grano es removido continuamente por un agitador que avanza y retrocede, y es transportado por un piso movable hacia el extremo de salida. En la última parte de la máquina se lleva a cabo el enfriado del grano.

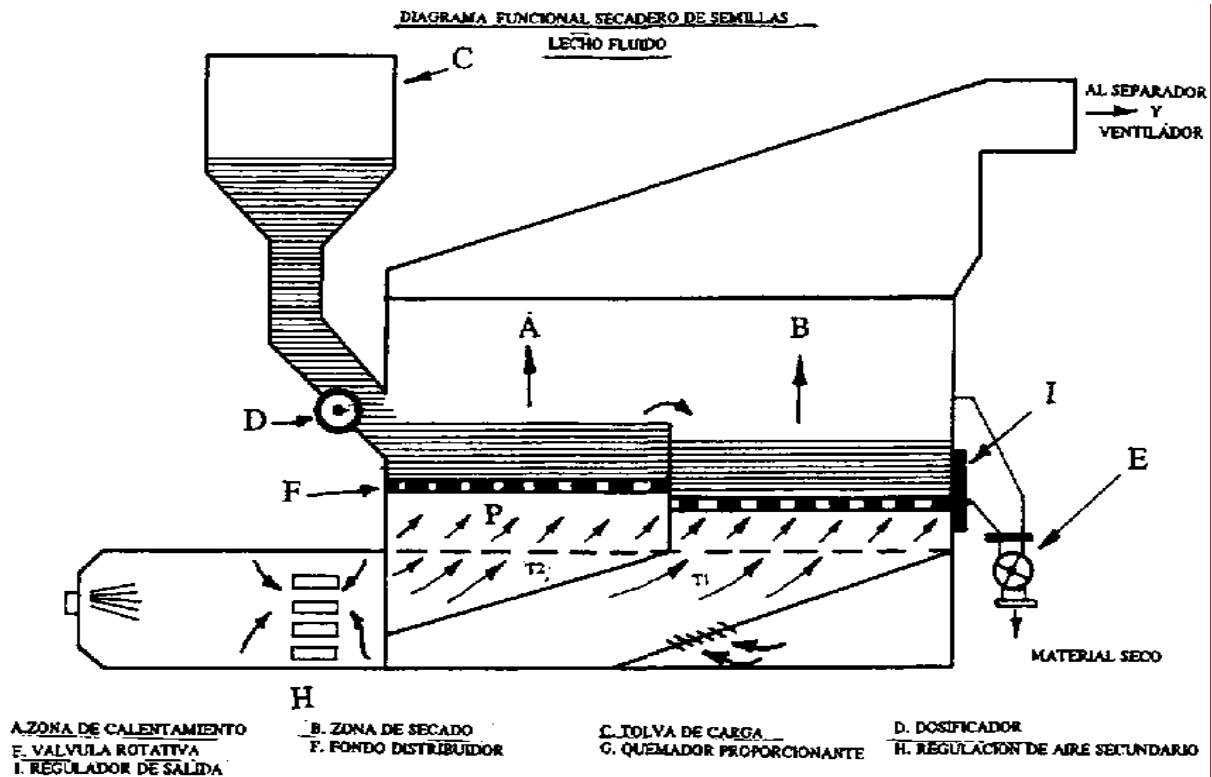
El grano avanza en capas de 30 a 48 cm, removidas regularmente, produciéndose así un buen contacto entre grano y aire. Según sus constructores, estas características les permiten obtener una alta calidad de grano seco.

Muchas de estas secadoras horizontales también pueden ser empleadas para secar forraje, pellets y otros productos y subproductos.

Son secadoras de baja capacidad de secado, de alrededor de 5 -7 t/hora.

Las secadoras de lecho fluido se diferencian porque emplean elevados caudales de aire caliente, con el fin de agitar y poner en suspensión a la capa de granos, y de esta forma conseguir un secado más rápido y uniforme.

SECADORA DE LECHO FLUIDO



FUENTE: <http://www.fao.org/docrep/X5028S/X5028S1J.GIF>

Existe otro tipo de secadora horizontal de lecho fijo, más simple, también llamada "de capa estacionaria", pero que trabaja en tandas.

5. Secadoras en tandas y silos secadores

Secadoras en tandas

Se coloca el grano húmedo en la secadora, se mantiene en ella hasta que es seco, y luego se enfría en la misma. Posteriormente, el grano es extraído, y la secadora se vuelve a llenar con otra tanda.

Estas secadoras se adaptan muy bien para seca-aireación, pues directamente se suprime el tiempo de enfriamiento en la secadora. Para dejar el grano con 16 o 18% de humedad, sólo es necesario acortar el tiempo de calentamiento. No se necesita hacer modificaciones en la secadora. En ellas se puede doblar con facilidad su capacidad de secado.

Las secadoras en tandas son, en general, de baja capacidad y pueden ser empleadas en la propia finca del productor. Siempre tienen que tener una capacidad similar a la de las máquinas cosechadoras, para no interrumpir la cosecha.

De recirculación

Estas secadoras, ya sea de columnas o de caballetes, poseen una cámara de secado convencional, pero el grano es reciclado varias veces en la secadora, con el auxilio de un elevador de cangilones o de una rosca vertical, de manera que existen períodos de descanso, que favorecen un templado parcial del grano. Una vez que el grano está seco, se lo enfría apagando el quemador, y se lo descarga, quedando luego la máquina libre para un nuevo ciclo.

Estas máquinas pueden presentarse en modelo fijo o en modelo transportable, y en versiones más chicas pueden ser accionadas por la toma de fuerza de un tractor.

Silos secadores

Se encuentran diversos tipos de estos silos secadores en el comercio de granos. La mayoría de ellos son silos metálicos cilíndricos, con distintos accesorios, que luego pueden utilizarse para almacenamiento.

Los silos secadores pueden emplear temperaturas del aire entre moderadas y altas, o solamente aire natural.

Una innovación que es común a silos secadores de Estados Unidos son los removedores de granos, que se componen de un árbol dispuesto horizontal y radialmente, colgado del centro del silo por un extremo y apoyado sobre un riel en la circunferencia del silo por el otro extremo, el cual está animado de movimiento circular. Sobre este árbol están montadas dos o tres roscas verticales, que tienen tres movimientos:

- ▶ de rotación sobre su propio eje;
- ▶ horizontal, a lo largo del árbol horizontal;
- ▶ circular, alrededor del silo, y que puede durar varias horas por vuelta.

Uniformidad de secado

Las secadoras de caballetes, al distribuir el grano en diversas capas de menor espesor, permiten un mejor intercambio entre aire y grano; además, por la forma y distribución de los caballetes, los granos son atacados por el aire caliente ya sea por flujo cruzado, por contracorriente y por acción concurrente, de manera que se mejora notablemente el contacto grano-aire. Por esta razón estas secadoras son conocidas también como "de flujo mixto".

Esta mejor distribución entre aire y grano permite reducir las diferencias entre las humedades de granos individuales, es decir, mejorar la uniformidad de secado.

Las secadoras de columnas no alcanzan una uniformidad tan satisfactoria pues en las columnas los granos que están más cercanos en contacto con la pared que recibe el aire caliente, se secan excesivamente, mientras que los que están en contacto con la pared del otro lado, no llegan a secarse adecuadamente. Es posible que granos que ingresan a la máquina con, digamos, 18% de humedad, tengan a la salida una humedad promedio de 14%, pero si se pudiera medir la humedad de granos individuales, muchos tendrían 17% de humedad y otros están sobre secados a 8-9%. Los primeros pueden causar problemas posteriores de conservación, y los segundos habrán perdido gran parte de sus buenas propiedades.

Los mayores deshidratadores suele usarse fuera de la granja, en elevadores, y son de tipo continuo, pudiendo producir hasta 100 toneladas métricas de grano seco por hora. La altura de aire que el grano debe atravesar en los deshidratadores continuos varía desde unos 0,15 m en los de flujo mixto (preferidos en Europa) a unos 0,30 en los de flujo cruzado (preferidos en los Estados Unidos). Donde los tiempos de secado normales oscilan de 1 a 4 h según la cantidad de agua que quiera retirarse, el tipo de grano, la temperatura del aire y la profundidad del grano²⁹.

Existe una gran variedad de maquinaria involucrada en el procesamiento de los cereales, equipos como molinos, zarandas, elevadores de cangilones, clasificadoras, motores eléctricos, ventiladores, maquinaria de empaque, entre otros; más adelante en capítulos posteriores de la UNIDAD 3 PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL se mirara en detalle algunos procesos agroindustriales de subproductos de cereales que involucran dicha maquinaria.

Tener presente: En Colombia el sector de maquinaria agrícola hasta hace unos 10 años vendía alrededor de 1000 tractores por año, ahora están llegando al país alrededor de 3500 tractores por año, lo que demuestra el crecimiento del sector agropecuario y su mecanización.

Ejercicio

Reconozca la importancia.

1. Reconoce la importancia de los procesos de poscosecha de los cereales como alimento para animales y seres humanos.
2. Realice una descripción paso a paso con las características más importantes y la maquinaria especializada de los procesos de cosecha y poscosecha de un cereal: manejo en general del cultivo, cosecha, recolección, almacenamiento, conservación,

²⁹Secado. (s.f.). Recuperado el día 25 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Secado>

características de calidad, importancia y características generales del secado.

4. PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL

asi se hace "aceite vegetal"

marc11ue112

38 videos

Suscribirse



Tomado de: http://youtu.be/cxJneZw8E_A

OBJETIVO GENERAL

Explicar los procesos tecnológicos a los que son sometidos los granos de maíz, trigo, arroz y cebada para la obtención de productos de molinería, maltería y cervecera, deshidratados y de expansión, y algunos productos derivados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características generales de los procesos agroindustriales necesarios para la obtención de subproductos de cereales como harinas, pastas, cerveza, galletas, panes, y productos derivados como aceites, edulcorantes, almidones y dextrinas.
- Describir las características generales de algunos procesos de acondicionamiento de cereales.

Prueba Inicial

- 1) Reconoce los conceptos de bioquímica agroindustrial en el proceso de fermentación aeróbica y anaeróbica.
- 2) Reconoce la importancia de los procesos de poscosecha para un producto de calidad industrial

4.1. Procesos Tecnológicos de Transformación

4.1.1. Obtención de harinas Molinería

Generalmente los granos de cereales que se someten a un proceso de obtención de harinas son los granos de maíz y de trigo, comercialmente se consigue además harina de arroz que es producida que arroces que quedan demasiado fragmentados y no son comercializados para consumo humano, y son aprovechados para la industria cervecera, pero la producción de harina de maíz y de trigo es mucho mayor.

A continuación se describe el proceso de obtención de la harina de trigo, por ser la más completa y donde más maquinaria especializada se encuentra, las harinas de maíz y los demás cereales solo cuentan con una parte de este proceso.

PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA DE TRIGO³⁰.

En virtud de que el trigo es un producto orgánico que proviene del campo y se tiene la certeza de que contiene impurezas (productos ajenos al propio grano), lo primero que se hace es limpiarlo eliminando materia extraña. Esto se hace mediante diversas máquinas cribadoras que separan piedras, clavos, tornillos, metales o productos inorgánicos. Igualmente las cribadoras separan pajas, granos diferentes al trigo o, incluso trigos de calidad distinta a la requerida o dañados.

Cuando el grano está listo para molerse se conduce a los bancos de trituration, que alineados van desde el que rompe el grano por primera vez, hasta el que separa lo más que se puede la fibra del germen (harina). Este proceso se realiza con la ayuda de equipos neumáticos que sustraen y envían los polvos a cernedores que solo dejan pasar la granulometría requerida.

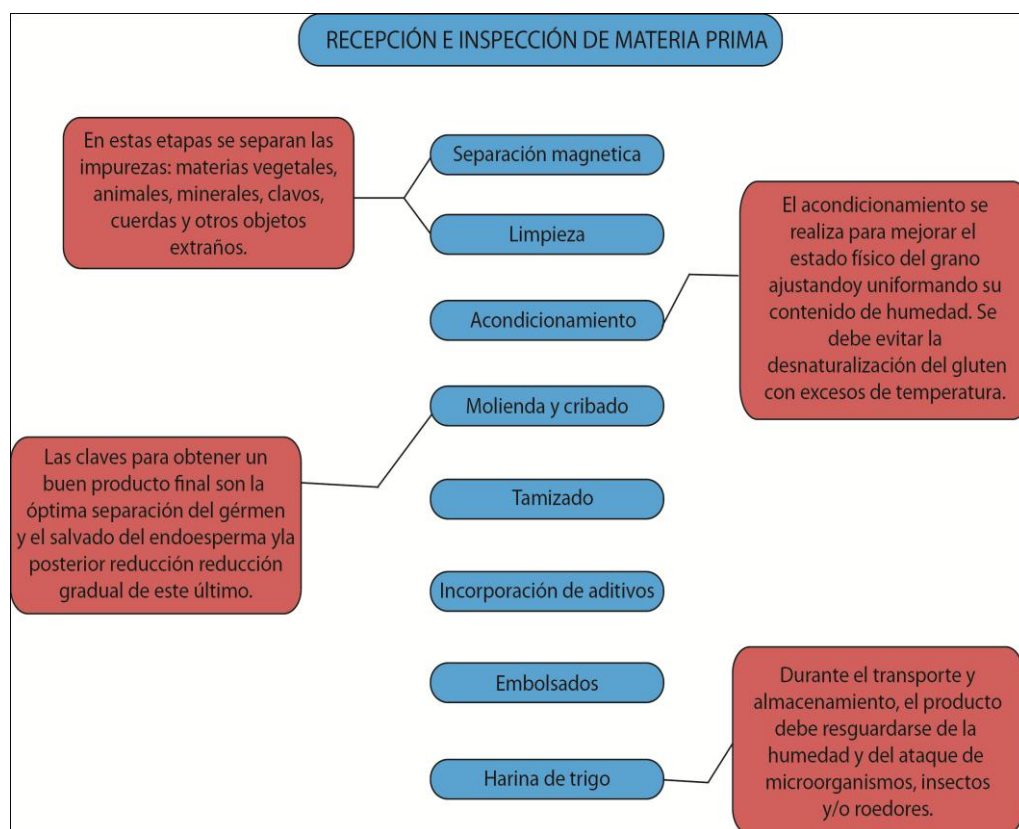
³⁰ GARAVITO, M. V. (2006). Proceso de Producción de la Harina de Trigo. Recuperado el día 26 de julio de 2011, de <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>.

Desde la primera trituración y hasta la última, se separa la harina de salvado, salvadillo, la cema o granillo, y se envía la harina a silos de reposo y después a tolvas para empaque

El proceso para la molienda de trigo inicia desde la selección del grano, dependiendo del destino que se vaya a dar a las sémolas, es decir dependerá de la variedad. En lo general la selección se hace respecto de dos tipos de trigos aunque hay una enorme clasificación y especificación de cada una de ellas.

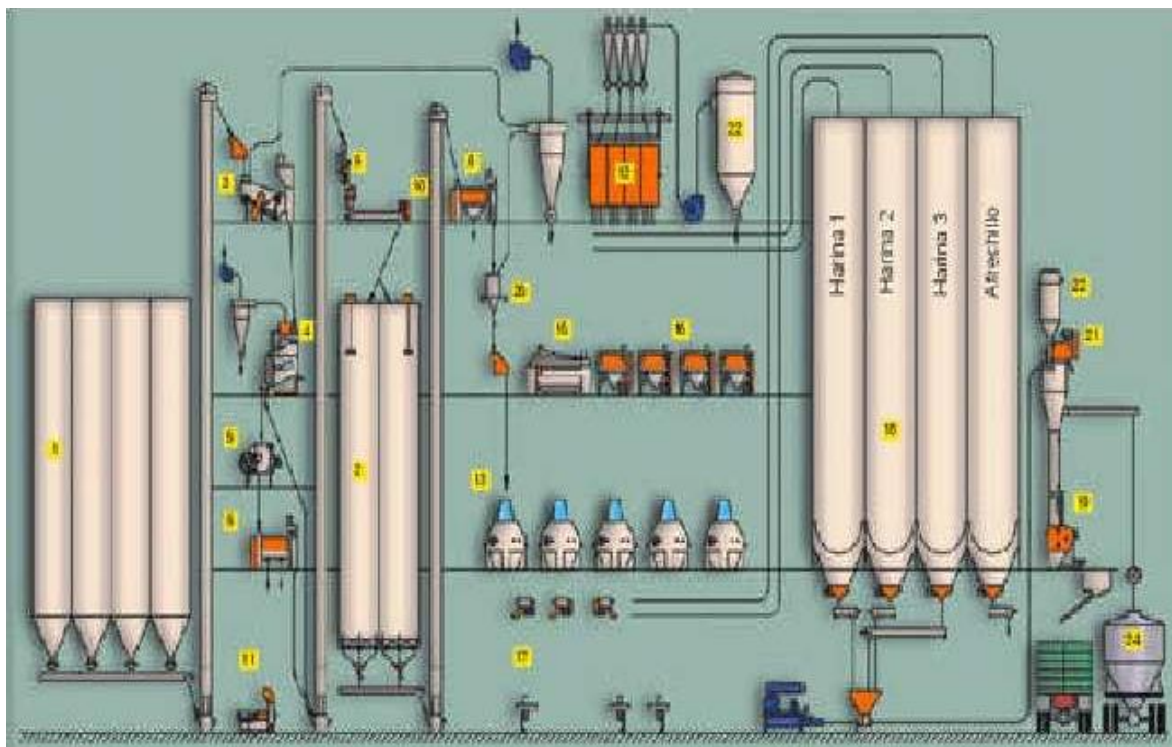
Otros criterios para la selección del trigo que consume la industria molinera, son la calidad y contenido de proteínas, la humedad, el peso específico, el tamaño del grano, su dureza, el bajo contenido de impurezas, la sanidad del grano, baja producción de ceniza, además de cumplir con ciertas especificaciones geológicas como análisis alveógrafo y farinógrafo, que son de gran utilidad para saber de la calidad de sus harinas.

Proceso de producción de la harina de trigo



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

DIAGRAMA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE TRIGO



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

- | | | |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1 Silo de materia prima | 13 Bancos de cilindros | 25 Balanza automática |
| 2 Silos de descanso | 14 Turbotarara | |
| 3 Zaranda | 15 Sasor | |
| 4 Despedradora gravimétrica | 16 Cepilladoras | |
| 5 Separador a discos | 17 Disgregadores | |
| 6 Despuntadora | 18 Silos de almacenaje | |
| 7 Desgerminadoras | 19 Embolsadora | |
| 8 Imán | 20 Mesa densimétrica | |
| 9 Humectador automático | 21 Cernidor cónico | |
| 10 Mojador | 22 Filtro de mangas | |
| 11 Molino a martillos | 23 Camión | |
| 12 Plansichter | 24 Camión tolva | |

ASPIRACIÓN Y FILTRADO DE AIRE

En todas las industrias que manejan productos granulados y en polvo, la aspiración y el filtrado de aire son necesarios no sólo para evitar la emisión de polvos al medio ambiente, sino también para recuperar un alto porcentaje de producto que de otra manera se desecharía.

Para evitar estos problemas, se debe instalar tuberías colectoras de polvo, válvulas de extracción, separadores ciclónicos, turbinas regenerativas y ventiladores centrífugos.

Filtro de mangas



Filtro modular HDT (ideal para silos y tolvas)



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

CEPILLADORA DE AFRECHO Y AFRECHILLO

La cepilladora de afrecho y afrechillo, cumple un importante papel en el rendimiento del molino harinero ya que, por el efecto del batido contra la camisa de chapa perforada, este desprende todo resto de harina adherido a la cáscara del grano y lo devuelve al flujo que está siendo procesado. De esta manera, la harina que estaba siendo destinada al desecho se recupera.

Las cepilladoras de salvado centrifugan el producto contra el tamiz por medio de un rotor compuesto de batidores ajustables. Mediante la regulación de estos últimos se determina el

tiempo de permanencia del producto en el interior y la intensidad del trabajo, optimizando así el rendimiento de la máquina para cepillar.

Cepilladora de afrecho y afrechillo



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

CLASIFICACIÓN Y CERNIDO

La importancia de un cernido eficiente se refleja directamente en la calidad del producto terminado. Para esta tarea, existen cernidores adecuados para cada producto, granulometría y requerimiento.

El cernidor elegido puede utilizarse para una clasificación del producto entrante en varias fracciones de granulometría muy precisa o para un cernido de control (repaso) por seguridad para separar productos extraños como piedras, cemento, etc. Existen cernidores rotativos o centrífugos y vibratorios o planos. Inclusive en el cernidor de línea CL que permite tamizar el producto dentro del sistema de transporte neumático la perforación del tamiz o cedazo se adapta a cada necesidad.

Cernidor plano



Cernidor cónico



Cernidor en línea (para transporte automático)



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

DOSIFICADORES DE PRODUCTOS SECOS

Para lograr una dosificación exacta de producto a la línea de producción, se provee de diversos sistemas de dosificación y alimentación de producto secos que permiten dosificar con precisión los productos a procesar. Los alimentadores de materia prima pueden ser de diversos tipos, según el producto y las cantidades que se requiera.

También existe el dosificador por batch, que generalmente se complementa con una balanza o báscula automática y mezcladores de alta velocidad, capaces de lograr una mezcla homogénea.

Estos son algunos de los productos que se pueden manejar: afrecho o salvado, afrechillo, alimentos balanceados, almidón, aluminio en polvo, arroz, aserrín, avena, azúcar cristal, azúcar impalpable, bentonita, bórax en polvo, cacao, café, cal, caolín, carbón activado, cáscara, cebada, cemento, centeno, cereales varios, corcho, dolomita, especias, fertilizantes, garbanzos, gelatina, germen, girasol, granos varios, harina de hueso, harina de pescado, harina de trigo y maíz, jabón en polvo, leche en polvo, legumbres secas, maíz, maní, y productos similares.

Dosificador micrométrico



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

ELEVADOR A CANGILONES

Los novedosos conceptos tecnológicos en base a los cuales fabrican los elevadores de cangilones, han permitido a empresas como Prillwitz revolucionar los sistemas de elevación de materiales secos, dejando en el pasado a las empresas que siguen fabricando los viejos sistemas para elevar grandes volúmenes con baja capacidad y alto consumo. Hoy en día los materiales de última generación en cangilones y correas, se adaptan a cada producto, y complementan un sistema de seguridad y escasa necesidad de mantenimiento. Se debe de reconocer que no es lo mismo transportar un material en grano que un material en harina.

Elevador a cangilones



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

MÁQUINAS EMBOLSADORAS O ENSACADORAS

Para el envasado de productos secos, se cuenta con el equipamiento apropiado. No sólo se encuentran máquinas embolsadoras pesadoras y conformadores de bolsas, sino que también hay máquinas de última tecnología en sellado ultrasónico de bolsas como los selladores de bolsas valvuladas por ultrasonido.

La elección entre los diversos modelos no sólo depende del tamaño de bolsa a llenar y de las características del producto a embolsar, sino también del tipo de saco que se pretende utilizar.

La maquinaria para embolsar encuentra aplicación en todas aquellas industrias, como la industria molinera y de los alimentos balanceados, cuyos procesos productivos culminan con el llenado de maxi-sacos o bolsas.

Maquina embolsadora neumática



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

LIMPIEZA

El correcto acondicionamiento o limpia del grano es fundamental para su posterior molienda. Su función es fundamentalmente la separación de cuerpos extraños y la humectación del grano.

Teniendo en cuenta que para la limpieza del grano no existe solo una máquina que haga todo el trabajo, es decir que la limpia es una sucesión de intentos diferentes de lograr el objetivo podemos dividir los diferentes tipos de limpieza y clasificación en:

- ▶ Pre-limpieza o pre-limpia: La también llamada limpieza preliminar es el trabajo que se hace previo al despacho del trigo al molino.
- ▶ Primera limpieza o limpia: Es la primera limpieza en el molino y previa al mojado del grano.
- ▶ Segunda limpieza: Es la limpieza que se hace en forma posterior a la humectación y que consta generalmente de una despuntadora o descascarilladora que desprende pequeñas cascarillas aflojadas en los silos de descanso y que mejoran sensiblemente los posibles problemas de contaminación.

MOLTURACIÓN DEL GRANO

La maquinaria necesaria para el proceso de molienda y cernido es fundamentalmente la misma para diferentes granos. En su correcta ubicación y aprovechamiento dentro del diagrama de flujo, está la clave para lograr altos rendimientos y un producto de excelente calidad. Es importante saber que, no es la misma la disposición de máquinas en un molino de trigo blando o semi- duro que en un molino de trigo duro o candeal. Y cambia mucho más con otras semillas como maíz, centeno, etc. Inclusive es muy común que al cambiar la calidad de la misma semilla tengamos que cambiar tejidos en el cernido. En otros casos es necesario cambiar los entelados de los plansichter o separador a vibración debido a que se desea un producto distinto. Esto último es muy común en el molino de maíz donde muchas veces se necesita más gritz en detrimento de la harina de maíz o viceversa

Plansichter o separador a vibración



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

SASOR

El sasor ha demostrado un excelente rendimiento en lo que a limpieza y separación de sémolas se refiere. Su sistema totalmente regulable permite obtener una pureza excelente en las sémolas procesadas.

El purificador de harina está compuesto por dos conjuntos de tamices de tres niveles que son limpiados por cepillos basculantes. Dichas cribas pueden ser regulables en inclinación transversal y longitudinal, permitiendo su perfecta adaptación a los productos

Estos poseen numerosas cámaras de succión independientes, cada una equipada con controles para variar el flujo de aspiración. Todas estas variables permiten regular la máquina para lograr una máxima eficacia en el proceso de purificación.

Sasor o purificador de harinas



FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>

SILOS

El acopio o acumulación de productos puede realizarse en bolsas o en silos o tolvas. Cuando se necesita acopiar materias primas en grandes cantidades, se recomienda la utilización de silos ya que estos poseen las siguientes ventajas: ocupan menos espacio, facilitan la limpieza y requieren menor cantidad de personal. Al combinarlos con sistemas automatizados de extracción y alimentación de producto a la línea de producción, la necesidad de personal se reduce aún más, reduciendo también la probabilidad de que existan errores humanos.

Hoy en día encontramos soluciones a medida para el almacenaje de productos y su alimentación a la línea de producción. Existen diferentes sistemas de descarga, transporte y cernido para productos secos, dependiendo del producto que se desea procesar. También se cuenta con dosificadores, molinos de productos granulados y balanzas de última generación que garantizan un riguroso control de la producción.

Tenga presente: Además de silos también existen los bunker para el almacenamiento de granos, la diferencia radica en que el primero es más alto, y el segundo es más ancho o largo.

TRANSPORTE NEUMÁTICO

Considerado actualmente como uno de los medios más eficaces para el transporte de productos por su seguridad, higiene, precisión y confiabilidad, el transporte neumático es la solución para un sinnúmero de problemas que el movimiento de productos plantea.

Adaptable a cualquier necesidad en cuanto a capacidad y longitud, esta tecnología simplifica notablemente el traslado de productos entre sectores de producción.

Gracias a la vasta experiencia en la implementación de sistemas de transporte neumático y mecánico, las harineras cuentan con el know-how necesario para adaptar las distintas maquinarias al producto particular que se desea transportar, mediante la aplicación de técnicas específicas.

COSEDORA DE SACOS

Máquinas cosedoras de alto rendimiento para cerrar sacos llenos hechos de yute, papel, material sintético (espesor mínimo 0.18 mm) o polipropileno tejido, así como materiales revestidos o material sintético.

Las cosedoras automáticas están equipadas con dispositivos para arranque y paro automático de la máquina cuando el saco está cerrado (cosido) la cosedora para automáticamente; así como cortadores automáticos de la cadeneta o eventual cinta de papel.

► Elaboración de pastas

Se denomina pasta a los alimentos preparados con una masa cuyo ingrediente básico es la harina, mezclada con agua, y a la cual se puede añadir sal, huevo u otros ingredientes, conformando un producto que generalmente se cuece en agua hirviendo. Aunque cualquier harina sirve para este propósito, la mayor parte de las recetas occidentales siguen la tradición italiana y emplean el trigo candeal (*Triticum durum*)³¹.

El trigo durum es un trigo especial, universalmente reconocido como el más noble, por sus excelentes cualidades alimenticias dietéticas y gastronómicas, es muy distinto del trigo blando y se nota incluso a simple vista: tiene tallo fuerte, espiga grande y erguida, con aristas largas y oscuras.

³¹ Pasta. (s.f.). Recuperado el día 26 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pasta>

Los granos son alargados, translucidos, de corte vítreo y color amarillo ámbar.

Para la molienda del trigo durum se emplean cilindros especiales estriados, que reducen el grano a gránulos pequeños, sin dañar su estructura físico química. Del trigo durum se obtiene sémola de color amarillo natural del grano, que conserva las sustancias alimenticias y principios vitales del grano entero, con importantes porcentajes de fibra y germen. La sémola de trigo durum se emplea en la elaboración de las pastas alimenticias de calidad superior, en alimentación infantil, para caldos y postres especiales.

LA PASTA DE SEMOLA DE DURUM

La pasta de trigo durum tiene color amarillo ámbar, uniforme en toda la superficie. Es ligeramente áspera al tacto, es resistente a la rotura y tiene corte vítreo. Requiere más tiempo de cocción y aumenta de volumen hasta tres veces. No se deforma, no se deshace y deja limpia e incolora el agua de cocción. No sufre pérdida de nutrientes. Cocida, tiene color amarillento, olor y sabor agradables. Absorbe fácilmente jugos y salsas.

Al comerlas, se nota su consistencia y se aprecia un sutil sabor avellanado. Por el contrario las pastas corrientes, hechas con harinas, son pálidas, blandas y pegajosas, saben a miga cruda de pan y no ligan con las salsas.

Las pastas de harina tienen menos proteínas, menos fibra, menos sales minerales y vitaminas, además carecen de germen y en el intestino pueden formar un engrudo de difícil digestión.

La pasta es un alimento exquisito y muy rico en hidratos de carbono. Son muchos los platos que se pueden cocinar teniendo como base algo de pasta. Aún siendo uno de los productos que más consumimos, poco sabemos de su auténtica preparación y tipologías.

Normalmente todos los consumidores de pasta optan por comprar pasta seca lista para cocer, pero existe un proceso de elaboración previo al producto final. Es cierto que mayoritariamente la pasta la compramos ya elaborada, pero también la podemos preparar nosotros mismos. Los ingredientes básicos son muy elementales; tan sólo es necesario harina de trigo, sal y agua. La pasta fue uno de los primeros productos en someterse a la industrialización.

Principalmente podemos diferenciar dos tipos de pasta: la seca y la de huevo. La única diferencia entre ambos tipos es que la segunda incluye, además de todos los ingredientes de la primera, cierta cantidad de huevo.

SU ELABORACIÓN

Es cierto que la pasta da mucho juego y es uno de los platos más rápidos de preparar. Se confecciona fácilmente por lo cual no debe almacenarse en gran cantidad, siendo preferible el ir comprando para cubrir el consumo habitual. Hay algunos requisitos que debe cumplir la buena

pasta y que debemos tener en cuenta a la hora de ir al supermercado. En primer lugar debe presentar un color amarillo brillante, que se hace más vivo después de la cocción. También debe ser resistente a la cocción, en la que aumentará de volumen. Y por último, una vez cocida, debe presentar cierta resistencia a la masticación, es decir, debe quedar 'al dente'.

ORIGEN DE LA PASTA³²

El origen de la pasta es muy controvertido. Una de las hipótesis más populares, ahora descartada por los historiadores del buen comer, situaba sus orígenes en China, desde donde llegó hasta Italia en el siglo XIII gracias a los viajes de Marco Polo por las rutas asiáticas.

Seguramente fueron los chinos los primeros en darse cuenta de las ventajas que suponía la buena conservación de la pasta durante algún tiempo antes de cocerla pero, también, otros países asiáticos, como la India, e incluso algunos países árabes incluso algunos, elaboraban desde tiempos remotos una especie de pasta que llevaba el nombre de "sebica" que significa "hebra".

Precisamente la palabra hebra puede hacer alusión a la forma de algunas pastas actuales, como son los espaguetis.

La palabra es el diminutivo plural de la palabra italiana "spago" que significa "cordel". Es muy probable que la pasta fuese introducida en Italia durante la Edad Media por los árabes, posiblemente en el siglo XI, por tanto, antes del nacimiento de Marco Polo, y que rápidamente se extendiera y popularizara su consumo por toda Italia.

En el caso de España, parece indudable que su aparición está ligada a los árabes, al menos no existe ningún dato que indique su consumo antes de la dominación musulmana.

La denominación más antigua empleada en España para designar la pasta, la de "fideos" ha llegado hasta nuestros días y ya aparece por primera vez en un manuscrito árabe del siglo XIII.

Numerosos documentos atestiguan que, durante la Edad Media, su consumo tuvo un gran apogeo en la zona del Levante español. Sin embargo, en nuestro país nunca gozó de la popularidad y el desarrollo que alcanzó en Italia.

Hoy día, la pasta es uno de los alimentos más típicos y apreciados de la dieta mediterránea. Ya sea como entrante, guarnición, plato único, ensalada, sopa o postre, se recomienda su consumo al menos una vez por semana alternando con otros platos de legumbres y arroz.

³² Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

TIPOS DE PASTA



FUENTE: <http://www.italgi.it/s-prod-c1.htm>

La pasta puede ser³³

- ▶ **Extrusada** (espaguetis, fusilli, macarrones, etc.).
- ▶ **Laminada** (tallarines, pappardelle, tagliolini, etc.).
- ▶ **Formada sobre cinta** (trofie, cavatelli, hojas de olivo etc.).

A continuación veremos los procesos para elaborar las anteriores presentaciones de pasta:

1. Preparación empastes

En función de las capacidades productivas, del tipo de empaste y de las necesidades del cliente, el empaste se puede preparar con una empastadora automática continua que en producción no requiere tanta intervención por el operario; o con empastadoras batch semiautomáticas.

En el primer caso los ingredientes están dosificados y son mezclados automáticamente en una centrífuga según recetas preprogramadas.

Con las empastadoras batch semiautomáticas en cambio, los ingredientes se dosifican manualmente; el empasto se prepara en una tina secundaria y se trasfiere a la máquina sucesiva solo cuando está listo.

Ambos los procesos son continuos, pero el segundo requiere una mayor intervención del operario.

³³ ITALGI. Productos para Pastas no Rellenas. (s.f.). Recuperado el día 26 de julio de 2011, de <http://www.italgi.it/s-prod-c1.htm>

Empastadora



FUENTE: <http://www.italgi.it/s-prod-c1.htm>

2. Moldura del producto.

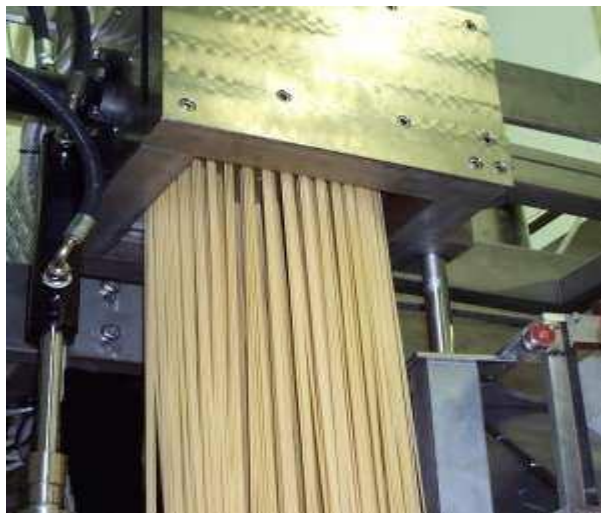
El empasto se puede formar de tres distintas maneras:

Extrusión.

Permite de producir el mayor número de formas de la manera más simple. El empasto se comprime y se empuja a través de los agujeros oportunamente moldurados con un molde de bronce, entonces la pasta extrusada se corta a la longitud deseada.

Este proceso se usa para producir la mayor parte de las formas de pasta seca normalmente presentes sobre los anaqueles de los negocios, como espaguetis, macarrones, fusilli, penne, u otras más complejas como los radiadores.

EXTRUSOR



FUENTE: <http://www.italgi.it/s-prod-c1.htm>

Laminación.

Permite de producir solo formas planas, obtenidas del hojaldre, pero a menudo se considera el proceso más tradicional.

El empaste se lamina con dos rollos de acero para obtener un hojaldre, normalmente del espesor del producto final.

El hojaldre entonces se corta a rayas de la largueza y anchura deseadas, para obtener láminas para lasañas, o linguini, pappardelle, tallarines, espaguetis a la guitarra. Estas formas de pasta se pueden dejar planas o enrollarlas en nidos con una nidadora.

PASTA EN NIDOS



FUENTE: <http://www.italgi.it/s-prod-c1.htm>

Moldeadora sobre cinta.

El proceso permite solo producir formas especiales, tradicionalmente enrolladas o con tiras hechas a mano.

La pasta se moldea sobre una cinta en movimiento con un molde que simula el trabajo de la mano humana, son tipos de pastas como las trofie, cavatelli, hojas de olivo, etc.

Moldeadora



FUENTE: <http://www.italgi.it/s-prod-c1.htm>

3. Tratamiento térmico

Secado.

Este es el proceso térmico más usado para conservar la pasta no rellena. El porcentaje de humedad del producto se reduce de manera significativa en cámaras aislantes según un ciclo térmico que depende del producto. Para obtener un óptimo resultado, el ciclo térmico es fundamental. El ciclo de secado puede ser completamente automático sobre cintas transportadoras para producciones elevadas, o bien semiautomático sobre bandejas y deslizadores para producciones menores.

SECADO DE PASTA



FUENTE: <http://www.italgi.it/s-prod-c1.htm>

Pasteurización.

La pasta laminada o formada sobre cinta a veces se vende fresca. En este caso el producto se pasteuriza para alargar su vida útil.

La pasta se transporta a través de cintas unificadoras en un túnel de pasteurización y luego en un túnel de enfriamiento. Todo el proceso puede ser automático y continuo sin contacto con los operadores.

Pasteurización de pasta



FUENTE: <http://www.italgi.it/s-prod-c1.htm>

4. Empaque y almacenamiento

Al final del proceso térmico, el producto se puede empacar en cajas o sacos (pasta seca) o todavía en bandejas plásticas sigiladas (pasta pasteurizada) y su almacenamiento puede ser a condiciones ambientales sin necesidad de refrigeración.

3.1.3 Malteado y proceso cervecero³⁴

El malteado es un proceso aplicado a los granos de cereal, en el que dichos granos se hacen germinar sumergiéndolos en agua para luego secarlos rápidamente mediante aire caliente.

El término malta, derivado del inglés, malt, se refiere a varios productos del proceso:

A los granos a los que este proceso se aplica; por ejemplo, la cebada malteada.

Al azúcar derivado de los granos con alto contenido en maltosa; por ejemplo, la malta de panadería.

Al producto, basado en leche malteada, similar a un batido malteado.

El whisky o cerveza también pueden llamarse malteadas.

En Latinoamérica, principalmente en Panamá, Ecuador, Venezuela, Colombia y Uruguay, es una bebida elaborada a base de cerveza, pero sin alcohol y endulzada con azúcar caramelizado.

³⁴ Malta (Cereal). (s.f.). Recuperado el día 29 de julio de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Malta_%28cereal%29

La malta se usa para fabricar cerveza, whisky y vinagre de malta. Los granos malteados desarrollan las enzimas que se necesitan para convertir el almidón del grano en azúcar. La cebada es el cereal malteado más común, debido a su alto contenido en enzimas. Se pueden maltear otros granos, aunque la malta resultante puede que no tenga el contenido enzimático suficiente para convertir su propio contenido de almidón completa y eficientemente.

El típico proceso de malteado de la malta Pale, que es la malta que se emplea para producir los mostos de fermentación de cervezas tipo ale, se desarrolla de la siguiente manera:

5. Los granos frescos (sin haberlos sometido a ningún proceso previo) se lavan y empapan hasta que comienza la germinación.
6. Se les proporciona un grado de humedad constante para promover la germinación y el crecimiento del acróspiro; es decir, del pequeño tallo que comienza a crecer del grano.
7. Se deja crecer el acróspiro hasta una longitud similar a la de la semilla, o un poco menos. Este proceso tarda unos 4 o 6 días para la cebada.
8. Tras esto, la malta verde se cuece a una temperatura de 38°C a 49 °C durante 24 horas, y después de 60 °C a 71 °C, hasta que el contenido de humedad sea menor del 6%.
9. Las maltas oscuras para cerveza se cuecen a veces de diferente manera para potenciar diferentes características.

Elaboración de cerveza³⁵

La elaboración de cerveza, así como la de un combustible alcohólico, es la producción de una bebida alcohólica mediante fermentación.

El proceso se divide en grandes rasgos en dos procesos principales: el primero corresponde a la conversión del almidón de un cereal a los azúcares (maltosa), y el segundo, la posterior fermentación de los azúcares para obtener la cerveza. Este método, aunque tiene como principal objetivo la producción de cerveza, es muy similar al empleado en la elaboración de bebidas tales como el sake, y el vino.

³⁵ Elaboración de la cerveza. (s.f.). Recuperado el día 26 de julio de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Elaboraci%C3%B3n_de_cerveza#cite_note-0

La elaboración de la cerveza tiene una muy larga historia, y las evidencias históricas dicen que ya era empleada por los antiguos egipcios. Hoy en día, la industria de cerveza es parte de las actividades de la economía de occidente.

Traer a la memoria: En el año 2005, el Grupo Empresarial Bavaria, llegan a un acuerdo con la firma SAB Miller para la venta de todas las acciones del GEB a este grupo anglo-sudafricano.

ELABORACIÓN INDUSTRIAL DE CERVEZA

Todas las cervezas se elaboran mediante los procesos descritos por una fórmula simple, generalmente la elaboración de la cerveza se divide en tres fases principales:

- ▶ Obtención del mosto de la cerveza
- ▶ Obtención de la cerveza
- ▶ Envase y embotellado

La primera fase de la elaboración de la cerveza es la elaboración de la malta y suele hacerse en unas bodegas especiales y como se describió anteriormente. Esta fase previa en la elaboración de la cerveza es considerada de vital importancia en su producción y en su calidad, para ello se puede emplear cualquier tipo de cereal, aunque en la actualidad está muy difundido en el mundo occidental el uso de la cebada. En la antigüedad por el contrario se empleaba trigo de espelta.

El objetivo es obtener de una forma ingeniosa al mismo tiempo el almidón y las enzimas (la mayoría de tipo α -amilasa y β -amilasa) que permiten convertirlo en azúcares (maltosa). Para lograr esto se hacen germinar los granos y en el momento en el que el brote comienza a consumir el almidón del grano, se interrumpe el proceso.

En las primeras fases antes de comenzar el procedimiento de elaboración, se procede a recoger las materias primas o ingredientes para limpiarlos y esterilizarlos convenientemente. Por ejemplo, la malta suele entrar en la fábrica con tierra y pequeñas piedras, todo ello se pasa por diferentes tamices. El agua que interviene en el proceso tiene que ser normalizada para que sea acorde con las recetas cerveceras (cualquier presencia fuera del calcio, los sulfatos y los cloruros induce siempre a sospechas), y se limpia e higieniza por igual los grits o adjuntos.

La malta y los grits suelen molerse ("molturación de la malta") posteriormente para que se puedan meter por los tamices y eliminar de esta forma todos los restos de cáscaras de los cereales molidos. Todos los ingredientes quedan finalmente en una textura harinosa.

Materias primas en la elaboración de la cerveza:

INGREDIENTES

Los seis ingredientes básicos que por regla general intervienen en la elaboración de la cerveza son:

1. Malta: constituye uno de los elementos iniciales de la elaboración de la cerveza, constituida principalmente por semillas de cebada, que han germinado durante un período limitado, hasta que han brotado a unos dos o tres centímetros y posteriormente son retirados y desecados. La elaboración de la cerveza se puede hacer con cualquier cereal que se "maltea" (es decir cualquier semilla que posea almidón y sea susceptible de germinar); la cebada posee entre un 60%-65% de almidón, por esta razón y su capacidad enzimática es la más utilizada.

2. Agua: otro elemento principal, interviene no sólo en los momentos iniciales de mezclado con la malta, sino que en algunos de los filtrados posteriores, introduce un sabor característico debido a que entre el 85 y 92% de la cerveza es agua.

3. Lúpulo: El humulus lupulus es un ingrediente relativamente moderno en la cerveza, se trata de una planta trepadora de la familia del cannabis que es la encargada de proporcionar un sabor amargo característico, y además llega a estabilizar la espuma. Los lúpulos son responsables de los aromas y los sabores florales de unos tipos de cerveza, especialmente las de los EE.UU. y de Inglaterra. De esta planta se utiliza la flor hembra sin fecundar. Este ingrediente posee muchas propiedades medicinales entre ellas las tranquilizantes.

4. Levadura: se denomina así a los organismos unicelulares (de tamaño 5 a 10 micras) que transforman mediante fermentación los glúcidos y los aminoácidos de los cereales en alcohol etílico y dióxido de carbono (CO₂).

Existen dos tipos de fermentación: la fermentación alta, que corresponden a las levaduras flotantes (*Saccharomyces cerevisiae*), que genera la cerveza Ale y la fermentación baja que corresponde a las levaduras que se van al fondo durante la fermentación (*Saccharomyces carlsbergensis*) que sirve para la elaboración de la cerveza Lager.

La fermentación alta resulta en sabores afrutados y otras características atípicas de las lagers, debido a la producción de ésteres y otros subproductos de fermentación.

5. Grits o adjuntos: son añadidos que hacen más estable la elaboración, generalmente otro tipo de cereales, tales como arroz, trigo, avena, maíz e incluso centeno. Además de la estabilización de espuma, estos cereales añaden distintos sabores a la cerveza y aumentan la percibida 'densidad' de la bebida misma.

6. Azúcar: A veces, el azúcar se añade durante la fase de ebullición para aumentar la cantidad de alcohol en el producto final o incluso para diluirlo.

Obtención del mosto de la cerveza

MACERACIÓN DE LA MALTA

Los ingredientes tamizados (malta y el grit) se introducen en grandes recipientes en los que se adiciona agua y se remueve hasta que se forma una pasta consistente. La proporción entre la malta y el grit dependerá de la receta del maestro cervecero, pero generalmente suele ser aproximadamente de un 1/3 de malta.

A la mezcla acuosa se la hace hervir durante unos minutos para favorecer la acción de las enzimas sobre el almidón.

En paralelo se está calentando otra mezcla ligeramente acuosa de malta hasta aproximadamente 55° C, se detiene la temperatura para activar las enzimas y se sube hasta 90° C para ser mezcladas las dos en un solo recipiente. La mezcla anterior es una serie de operaciones destinadas a activar diversas enzimas que reducen las cadenas largas de azúcares en otras más simples y fermentables.

Principalmente, se trata de hacer pasar la mezcla por diversas etapas más o menos largas de temperatura, cada etapa siendo óptima para enzimas diferentes. De este proceso de maceración de la malta se obtiene, un líquido claro y azucarado que se denomina "mosto". El proceso completo dura unas horas.

Filtración previa

El mosto, que tiene muchas partículas en suspensión, debe ser filtrado convenientemente para que quede un mosto limpio libre de impurezas que molesten a la fermentación, es por esta razón por la que la malta remojada que existe al final del proceso anterior con forma de masa espesa sobrante (denominada "afrecho") se retira y se emplea como subproducto para la elaboración de alimento para los animales. Antiguamente se hacía con unas cubas especiales con perforaciones en el fondo que se denominaban: "cubas de filtración". A esta fase de la filtración se la suele denominar primera filtración, la segunda se hace tras la fermentación.

El mosto filtrado y esterilizado no debe ponerse en contacto con el aire.

Cocción del mosto

Tras el filtrado se introduce el mosto filtrado en una olla y se pone a hervir durante algún tiempo (puede durar casi una hora) con el objeto de esterilizarlo de bacterias que hayan podido aparecer

durante los procesos anteriores, en este momento se añade el lúpulo con un doble objetivo: proporcionar un aroma característico. Y al mismo tiempo frenar los procesos enzimáticos anteriores. El tiempo de cocción tiene dependencias de la receta cervecera, pero suele durar algunas horas. Se suele acabar esta fase con una prueba de contenido de yodo.

En las fases anteriores se ha procurado que el mosto convierta el almidón en azúcares y se ha aromatizado con lúpulo, ahora queda a disposición de la fermentación. El mosto dulce, de color azulado, pasa a cubas específicas para ser fermentado convenientemente, de este proceso se obtiene la cerveza y el CO₂.

Tanques de mosto



FUENTE: http://es.wikipedia.org/wiki/Elaboraci%C3%B3n_de_cerveza

Obtención de la cerveza

Inyección de la levadura

Antes de entrar en las cubas de fermentación se enfría el mosto a una temperatura de 15 °C a 20 °C para que al inyectar la levadura (que son organismos vivos) tenga efecto. Llegados a este punto se introduce una mezcla de aire y de levadura para que comience la fermentación, ésta suele durar varios días (entre cinco y diez, dependiendo de la receta).

Este proceso de fermentación del mosto es exotérmico y libera grandes cantidades de calor que hacen que las cubas deban ser refrigeradas constantemente para que sea posible la estabilización

de la temperatura. La temperatura estabilizada dependerá en gran medida del tipo de fermentado y éste depende del empleo de levaduras de:

Alta fermentación (*Saccharomyces cerevisiae*), esta permanece en actividad por un intervalo de tiempo de 4 a 6 días a temperaturas relativamente altas entre los 18 y 25 °C. Las cervezas en este caso son de tipo Ale.

Baja fermentación (*Saccharomyces carlsbergensis*), que se mantiene en actividad fermentativa durante un periodo de 8 a 10 días a temperaturas comprendidas entre 6 y 10°C. Las cervezas en este caso son de tipo Lager.

Fermentación espontánea, que se trata de una fermentación que se realiza en algunas cervezas belgas elaboradas en las cercanías del río Senne, cerca de Bruselas, no se le añade levadura. La fermentación es como la del vino y suele durar años.

La fase de fermentado suele generar mucho calor y es muy común aprovechar el calor en lugar de dejarlo escapar, por esta razón se suele re-generar en una especie de condensador, o condensador de vapor. Que no es nada más que un intercambiador de calor.

Tras el proceso de fermentación se reserva el CO₂ sobrante en recipientes especiales para la posterior carbonatación de la cerveza.

Fermentaciones secundarias

Esta fase es completamente opcional y depende de la receta de elaboración de la cerveza, en algunos casos se puede necesitar más fermentaciones tras la "fermentación primaria". Algunas cervezas pueden llegar a tener hasta tres fermentaciones.

Envase y embotellado

Tras el envejecimiento, suele filtrarse el líquido y envasarse en unas cubas especiales que se envían a la planta de embotellado y enlatado. Durante esta fase son importantes dos parámetros: la hermeticidad (que no se introduzca aire) y el movimiento de los envases.

4.1.2. Proceso de elaboración de cereales deshidratados, hojuelas y productos de expansión

ELABORACIÓN DE DESHIDRATADOS

La disminución del contenido de agua en los alimentos aumenta su vida útil por lo que se podrán conservar en perfectas condiciones durante un mayor periodo de tiempo.

El agua es el principal componente de la mayoría de los alimentos, en los alimentos procesados se reduce para conseguir, como ya hemos dicho, aumentar la conservabilidad de los mismos.

En el medio acuoso se dan todas las reacciones químicas de deterioro que tienen lugar en los alimentos. El agua, por otra parte, contribuye a la apetencia del alimento por lo que es necesaria su existencia, demostrando la complejidad del contenido de humedad en un alimento versus su vida útil.

MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS

- ▶ Evaporación
- ▶ Crioconcentración
- ▶ Liofilización
- ▶ Deshidratación

Evaporación

La evaporación consiste en la eliminación del agua de un alimento por ebullición. El agua tiene el punto de ebullición en 100°C a presión atmosférica (101.325 Pa) en tanto que los solutos contenidos en ella tienen un punto de ebullición superior por lo que si se somete al alimento a temperaturas por encima del punto de ebullición del agua y por debajo del punto de ebullición de los solutos, se consigue disminuir en contenido de agua del alimento y concentrar en este la cantidad de solutos.

Ventajas

- ▶ Aumento de la vida útil del alimento por reducción A_w (Actividad acuosa)

- Cambio del aroma y color del alimento
- Concentración de los alimentos antes de someterlos a congelación o esterilización, reduciendo su forma y peso con lo que las siguientes operaciones como el transporte serán más baratas.

Funcionamiento

Los evaporadores suelen operar a presiones por debajo de la atmosférica para que no sea necesario elevar la temperatura de la alimentación o del producto hasta 100°C para que evapore el agua y de esta forma se ahorre energía calorífica, aumentando así el rendimiento de la operación, y de esta forma también se conservarán en mayor medida las propiedades organolépticas y nutritivas de la alimentación.

Existen muchos tipos de evaporadores: evaporadores de simple efecto o de múltiple efecto y evaporadores de circulación forzada, de calandria externa, de tubos largos, de placas, de flujo expandido.

La concentración de los alimentos por evaporación suele ser más barata que por otros métodos pero tiene el inconveniente de que al aplicarse alta temperatura, se pierden propiedades nutritivas, y organolépticas (sabores, aromas, colores diferentes al original, etc.).

Crioconcentración

Es la concentración del alimento por congelación. Consiste en la cristalización fraccionada del agua en hielo y eliminación posterior por separación mecánica o lavado en columna.

Por este método se consigue eliminar agua del alimento sin dañar las propiedades nutritivas y organolépticas del alimento pero como contrapartida el costo de la operación es superior a otros métodos y la capacidad de producción inferior.

Liofilización³⁶

La liofilización es un proceso en el que se congela el producto y una vez congelado se introduce en una cámara de vacío para realizar la separación del agua por sublimación. De esta manera se elimina el agua desde el estado sólido al gaseoso del ambiente sin pasar por el estado líquido. Para

³⁶ Liofilización. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Liofilizaci%C3%B3n>

acelerar el proceso se utilizan ciclos de congelación-sublimación con los que se consigue eliminar prácticamente la totalidad del agua libre contenida en el producto original.

Es utilizado principalmente en la industria alimentaria para conservación de los alimentos y medicamentos, aunque también se puede utilizar para fabricar materiales como el aerogel o para hacer más conveniente el transporte de ciertos productos por reducción del peso. Es una técnica bastante costosa y lenta si se la compara con los métodos tradicionales de secado, pero resulta en productos de una mayor calidad, ya que al no emplear calor, evita en gran medida las pérdidas nutricionales y organolépticas.

En general, el café instantáneo o las sopas instantáneas no son liofilizadas, el alto precio de los liofilizadores y su relativamente baja productividad, hacen que esta técnica no sea muy atractiva para tratar grandes cantidades de producto. Sin embargo la liofilización sí es usada en café instantáneo de una mejor calidad, pero a un mayor precio para el consumidor.

Deshidratación

Es la operación mediante la cual se pierde la gran mayoría del agua presente en el alimento. Por este mecanismo se inhiben, por disminución de la actividad de agua y no por la temperatura que se alcanza el alimento, enzimas y microorganismos.

Es un proceso más barato que la liofilización y criocentración y se consiguen mayores rendimientos pero a cambio, se disminuye las propiedades nutritivas del alimento y sus características organolépticas, especialmente la textura.

Existen multitud de sistemas de deshidratación como deshidratadores de aire caliente (de tolva, de bandejas, de lecho fluido, etc.), intercambiadores de calor, o deshidratadores de superficie caliente (de rodillos, o banda sin fin).

Se puede eliminar el agua de los alimentos por otros mecanismos como horneado, membranas o separación mecánica pero hemos expuesto las más utilizadas para disminuir la actividad de agua de un alimento en gran medida con el fin de aumentar la conservabilidad del mismo.

PRODUCCIÓN DE HOJUELAS Y PRODUCTOS DE EXPANSIÓN

Hojuelas de maíz o “Corn Flakes”

La idea surgió por casualidad, cuando el doctor Kellogg y su hermano, Will Keith Kellogg, cuidando de unos pacientes, idearon una dieta para su recuperación basada en alimentos sanos como los cereales cocidos, hicieron ensayos con avena, trigo, arroz y maíz, hasta que una vez por accidente dejaron reposando una porción de trigo cocido, mientras resolvían algunos asuntos del sanatorio

donde trabajaban y estaban a cargo. A su regreso encontraron que el trigo se había alterado, pero como su presupuesto era estricto no se podía desechar así que decidieron seguir con el proceso forzándolo con rodillos y esperando obtener de la masa, hojas delgadas y largas. Para su sorpresa, lo que obtuvieron en cambio fueron pequeñas hojuelas, las cuales tostaron y sirvieron a sus pacientes. Este acontecimiento ocurrió el 8 de agosto de 1894 y registraron una patente para «Cereales en hojuelas y su proceso de preparación» el 31 de mayo de 1895, que fue expedida el 14 de abril de 1896, bajo el nombre de Granose.³⁷

La industria alimentaria que nació entonces, utiliza maíz colorado duro, como materia prima para la elaboración de “corn flakes”. Este tipo de maíz presenta mayor dureza y se fragmenta en trozos de mayor granulometría que el semidentado y el dentado durante la molienda seca, lo que lo hace apto para esta industria.

La industria de la molienda seca es la que provee los “flaking grits” (fracciones gruesas de endospermo córneo) que ingresan al proceso de elaboración de “corn flakes”. Cada “flaking grit” será un “corn flake” (Watson, 1988). La calidad del grano, exigida por la industria, apunta a la obtención de altas proporciones de fracciones gruesas en la molienda, originadas por la dureza y el tamaño del grano.

El almidón se desprende del endospermo del grano, en el proceso de separación por vapor (“tempering”) del pericarpio y germen, reduciendo el rendimiento industrial del proceso. Por ello, la industria prefiere el maíz colorado duro tipo “Plata” por su mayor proporción de endospermo córneo. Esta cualidad está ligada a la dureza del grano; propiedad intrínseca que se expresa en la resistencia a la acción mecánica y está asociada a la composición bioquímica del endospermo.

En el proceso industrial de elaboración de “corn flakes”, los “flaking grits” se cocinan a presión durante 1 a 2 hr. En jarabe de sacarosa, malta y sal para ablandarlos. Una vez secados, se procede al laminado en rodillos de acero inoxidable. Así, se obtienen las hojuelas que a continuación se tuestan en un horno a alta temperatura (300° C durante 50 seg), donde se desecan y ampolan; dando los copos de maíz de color marrón dorado (Fast, 2000) que pueden o no ser saborizados antes del empaque comercial.³⁸

PRODUCTOS DE EXPANSIÓN O GALLETAS.

La galleta (del francés galette) es un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, mantequilla, azúcar y huevos.

³⁷ Corn Flakes de Kellogg's. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Corn_Flakes_de_Kellogg%27s

³⁸ ¿Cómo es el proceso de elaboración de las hojuelas de maíz? (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090524121041AAD6P2C>

Además de los indicados como básicos, las galletas pueden incorporar otros ingredientes que hacen que la variedad sea muy grande. Pueden ser saladas o dulces, simples o rellenas, o con diferentes agregados de cosas (como frutos secos, chocolate, mermelada y otros)³⁹.

La producción de galletas es una industria tradicional en sus recetas, con materias primas de excelente calidad, procesos certificados y en Colombia representada con una gran empresa como Compañía de Galletas Noel S.A.S. que según la revista Industria Alimenticia, en su publicación del 1 de junio de 2009, en un artículo titulado “Compañía de Galletas Noel, Una Empresa que es Sinónimo del Empuje Paisa”, reporta como la empresa paisa en el 2009, en el “Negocio de Galletas, cuenta con seis plantas para diferentes procesos: tres plantas para la producción de galletas: una en Medellín y dos en San José, Costa Rica con una capacidad total cercana a 200.000 toneladas al año.”, donde además expresan como “las ventas totales al finalizar el 2008 fueron de US\$ 437 millones” (Torres, 2009). A nivel Mundial existen numerosas empresas elaboradoras de galletas, en Latinoamérica se destacan Empresa Carozzi S.A. de Chile y Arcor de Argentina.

En el siguiente vínculo se podrá observar de manera general un proceso de elaboración de galletas, <http://youtu.be/RWY5mxoUpXQ>⁴⁰, el tipo de galleta varía con la receta pero algunas de las más tradicionales son las “Crackers” o saladas tipo soda, las galletas tipo “Wafer” y las dulces y cremadas⁴¹

PROCESOS Y EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE GALLETAS⁴²

- ▶ Preparación de materias primas (pesado)
- ▶ Mezclado
- ▶ Amasado y premezclas
- ▶ Laminación
- ▶ Extrusión y deposición
- ▶ Cocción
- ▶ Enfriamiento

³⁹ Galleta. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Galleta>

⁴⁰ Proceso de Galletas. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://youtu.be/RWY5mxoUpXQ>

⁴¹ Como se hacen las Galletas. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://www.noel.com.co/>

⁴² Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

► Empaquetado y almacenamiento

Las siguientes son algunas características generales importantes en el proceso de elaboración de galletas:

AMASADO Y PREMEZCLAS

Primero se realiza la mezcla de los ingredientes para obtener una masa uniforme, luego comienza el desarrollo de gluten en presencia de agua, debido al amasado ocurre un aumento de temperatura por el trabajo y seguido un esponjamiento que disminuye la densidad final del producto facilitando la crocancia de la galleta.

LAMINACIÓN

La maquinaria de formación es muy sensible a los cambios de consistencia, por esto es muy importante la uniformidad y consistencia (estudio del flujo y deformación de la materia) de la masa. Introducir otro material como la grasa entre las capas de masa, produce una estructura de característica escamosa después de la cocción (galletas de hojaldre).

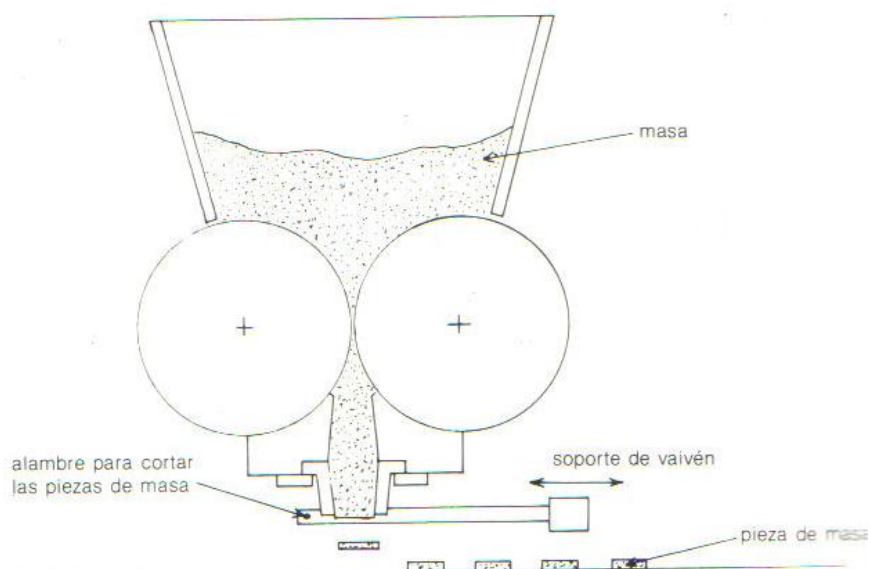
Laminadoras automáticas:

- Vertical con plegador continuo y un laminador
- Vertical con plegador continuo y dos laminadores
- Laminadoras horizontales
- Laminadoras con corte de la lámina

EXTRUSIÓN Y DEPOSICIÓN

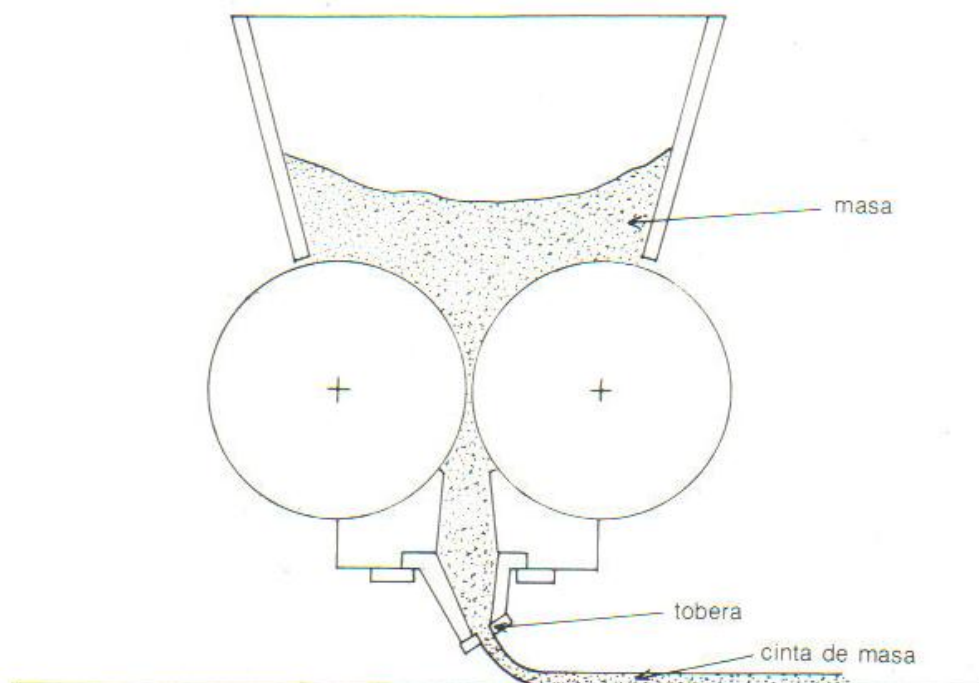
Son los medios para la conformación de una pieza de masa, el dado, molde o tobera del extrusor será la forma que la masa tendrá.

Extrusor con corte



FUENTE: Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

Extrusor continuo



FUENTE: Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

COCCIÓN

En este proceso se producen tres variaciones:

- ▶ Disminución de la densidad del producto, desarrollo de una textura abierta y porosa
- ▶ Reducción del nivel de humedad (1-4%)
- ▶ Cambio en la coloración de la superficie

DESARROLLO DE LA ESTRUCTURA

El calentamiento del almidón y proteínas hasta niveles de hinchamiento, gelificación y desnaturalización, libera gases de los compuestos químicos esponjantes y hace que se presente la ruptura y coalescencia de algunas burbujas.

Durante el proceso, la pérdida de vapor de agua de la superficie del producto, seguida por emigración de humedad hacia la superficie y escape a la atmósfera del horno, eleva la temperatura del producto por el aumento de la concentración de azúcar en disolución, que a su vez, reduce la viscosidad de la disolución de azúcar y de la grasa, por el aumento de la temperatura.

ENFRIAMIENTO

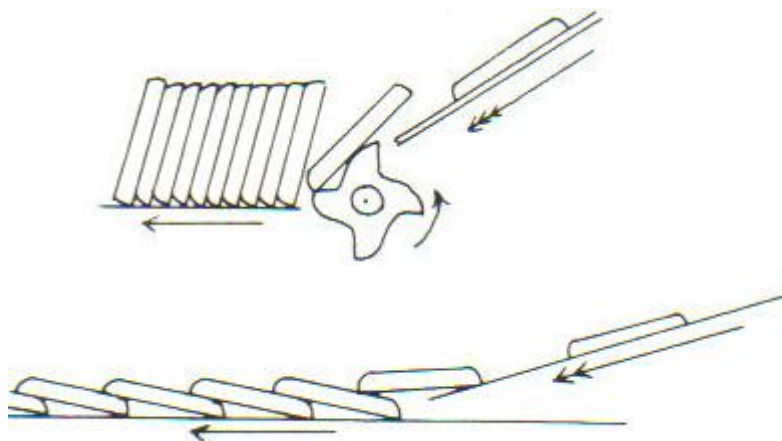
El enfriamiento de galletas normalmente se hace a temperatura ambiente en bandas transportadoras, solo algunas galletas con cubiertas especiales por ejemplo de chocolate, se enfrían en túneles de enfriamiento con aire acondicionado y bajo condiciones controladas de humedad, tiempo y temperatura.

EMPAQUETADO Y ALMACENAMIENTO

Es la última operación en el proceso. Las galletas que salen del horno, deben ser de forma y aspecto correcto y, una vez frías, en óptimas condiciones para ser consumidas

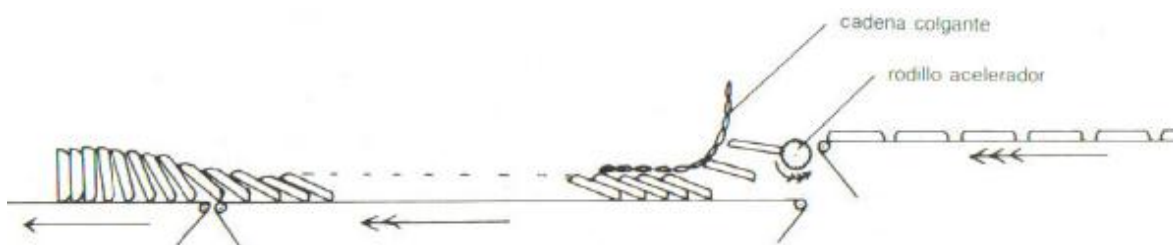
El objetivo del empaquetado consiste en reunir las galletas en grupos de tamaño adecuado para la venta y protegerlas de forma que se conserven, durante el periodo más largo posible, su sabor y aspecto

Apilador de rueda en estrella y apilador en moneda



FUENTE: Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

Apliador por aceleración y apilamiento vertical



FUENTE: Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

3.1.5 Proceso de Panificación⁴³

El pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional en Europa, Oriente Medio, India y América. Se suele preparar mediante el horneado de una masa elaborada fundamentalmente con harina de cereales, sal y agua. La mezcla en algunas ocasiones suele contener levaduras para que fermente la masa y sea más esponjosa y tierna. El cereal más utilizado para la elaboración del pan es la harina de trigo, también se utiliza el centeno, la cebada, el maíz, el arroz. Existen muchos tipos de pan que pueden contener otros ingredientes, como grasas de diferentes tipos (tocino de cerdo o de vaca, mantequilla, aceite de oliva), huevos, azúcar, especias, frutas, frutas secas (como por ejemplo pasas), verduras (como cebollas), frutos secos o semillas diversas.

La adición de la levadura provoca la fermentación de la masa antes del horneado, y como consecuencia le proporciona un volumen y una esponjosidad debido a la producción de pequeñas burbujas de dióxido de carbono (CO₂) que se quedan inmersas entre la masa húmeda de la harina.

⁴³ Pan. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pan>

Al pan elaborado sin el empleo de levadura se le llama ácimo, y que por ello carece de la esponjosidad típica de los panes "hinchados" o "levados". Es muy posible que las elaboraciones más primitivas de pan no llevaran levadura, y la harina consistiese en granos toscamente molidos mezclados con agua que se dejaban secar al sol o que acababan entre las cenizas de un fuego. Los panes planos, muy populares en algunas culturas, es muy posible que sean los más antiguos.

Una variante del pan con denominación propia son las galletas y los pasteles que poseen diferentes masas azucaradas, es muy posible que surgieran del conocimiento panadero como una necesidad de hacer panes más nutritivos. A la masa se le puede dar diferentes formas debido al empleo de diversos moldes y técnicas de amasado: de esta forma existen las barras, las trenzas, los aros, etc.

En la actualidad se trata de un alimento básico que puede encontrarse en casi cualquier tienda de alimentación y grandes superficies, su valor hace que se puedan calcular índices económicos de referencia como el IPC (Índice de Precios al Consumo), empleado para determinar la evolución del costo de vida en las naciones.

El pan fue el alimento básico de la Humanidad desde la prehistoria. Algunos autores se imaginan como los inicios del pan podrían haber sido una masa de granos semi-molidos y ligeramente humedecidos que podría haberse cocido al sol sobre una piedra caliente, o simplemente haberse dejado abandonada junto a un fuego, o fuente de calor diversa.

La evolución histórica del pan se fundamenta en tres vías posibles: por un lado la mejora y evolución en los elementos mecánicos que pulverizan los granos (los molinos, entre otros), por otro la mejora en los microorganismos que pueblan la levadura y finalmente la evolución de los hornos y los elementos que proporcionan focos de calor.

El pan fue sufriendo mejoras en su molienda, su horneado y poco a poco fue de un producto elaborado artesanalmente a un producto industrial al que se le añaden diversos aditivos. En la actualidad la maquinaria facilita en gran medida el trabajo haciendo más fácil su producción; se emplean amasadoras, hornos automáticos, transportadoras, enfriadoras, cortadoras y hasta máquinas para envolver. A finales del siglo XX se popularizan los panes integrales o negros

Ingredientes del pan

Los ingredientes básicos, y necesarios para la elaboración del pan son sólo dos: harina y agua. La sal es un componente opcional que se emplea para dar sabor y fortalecer la masa. En algunos lugares no se emplea ni siquiera en la elaboración del pan (los famosos por estas características son los panes elaborados en la Toscana, Italia). Según el tipo de pan que se trate se puede incluir como cuarto ingrediente la levadura.

Las culturas, las tradiciones, y las características culinarias de las regiones inducen diversas variantes respecto a los ingredientes; casi siempre en la elaboración del pan de una forma determinada y proporcionan un carácter propio y característico a una región, o a una gastronomía.

Harina

La harina es el principal ingrediente del pan, consta básicamente de un cereal (o una mezcla de ellos) que ha sido molido finamente hasta llegar a una textura en forma de polvo (por regla general es sólo el endospermo del cereal). Dependiendo del uso final que se quiera dar a la harina: pastas, panadería, repostería, se suele moler con mayor o menor intensidad hasta lograr un polvo de una fineza extrema. Se suele comercializar en paquetes que rondan el kilogramo, el embalaje se suele presentar en papel o cartón. Las harinas comercializadas en la actualidad suelen llevar una mezcla de diversos tipos de cereal molidos, y por regla general suelen estar enriquecidas.

Para comprender el proceso de panificación conviene entender la harina como un conjunto de dos sustancias:

1. Gluten: Corresponde al conjunto de proteínas insolubles en agua procedentes de los cereales molidos, son las responsables de proporcionar a la masa un aspecto compacto similar al del chicle. El gluten es también el responsable de atrapar el dióxido de carbono liberado durante la fermentación y provocar el 'hinchamiento' de la masa. Cuando estas proteínas se encuentran en un medio seco son inertes, pero en medios acuosos las cadenas de aminoácidos empiezan a alinearse formando redes de proteínas que son las que dan la textura final a la masa. El gluten se compone principalmente de glutenina (proporciona resistencia y fortaleza) y la gliadina (es la que proporciona la cualidad pegajosa a la masa). El gluten por sí mismo no aporta aroma al pan. El contenido de gluten en una harina, por sí solo, no es definidor de la cualidad de una harina, dos harinas con el mismo contenido de gluten se comportan de formas muy diferentes.

2. Almidón - El almidón representa aproximadamente el 70% de peso de la harina y posee como funcionalidad la energía que necesitará la futura planta para poder crecer. El almidón se presenta en forma de gránulos que poseen dos moléculas de almidón distintas: la amilosa y la amilopectina. Estas dos moléculas se organizan en los gránulos con una estructura cuasi-cristalina que absorbe poca agua. Los almidones cumplen la misión de repartir la humedad de forma homogénea durante el amasado y de proporcionar una estructura semi-sólida a la masa. La harina junto con los lípidos existentes en los granos son los que proporcionan los olores característicos del pan.

El porcentaje de gluten define a veces los tipos de harina: por ejemplo las harinas de fuerza son aquellas que poseen un alto contenido de gluten (puede superar el 11% de peso total), es por esta razón que un alto contenido de gluten hace que el amasado requiera más fuerza ya que la masa de estas harinas es más resistente al estirado manual. Al contrario, las harinas débiles son aquellas con un contenido bajo en gluten que proporcionan masas más fáciles de manipular. Algunas variedades de cereales contienen más gluten que otras, por ejemplo: la harina de trigo es rica en

gluten y por ello importante para crear una textura esponjosa, por el contrario las harinas de cebada o de avena poseen menos gluten y menos capacidad de retener el CO₂ (resultando masas menos esponjosas).

Es corriente también encontrar mezclas de harinas de trigo con otros cereales pobres de gluten, incluso es habitual que se mezclen harinas de trigo de diferentes procedencias, y riqueza en gluten, para obtener harinas muy ricas destinadas a panes específicos.

La harina posee también otras sustancias (en un porcentaje en peso inferior al 1%), como puede ser una proporción diminuta de lípidos, su misión es la favorecer las uniones de las proteínas del gluten (gliadina y glutenina), contiene otros hidratos de carbono (aparte del almidón) y algunas enzimas: las amilasas, proteasas (actúan sobre las proteínas del gluten, transformándolas en cadenas más cortas, la sal inhibe la acción de esta enzima) y las lipasas.

Agua

El agua es uno de los ingredientes indispensables en la elaboración del pan, su misión: activar los mecanismos de formación de la masa.

El agua tiene como misión activar las proteínas de la harina para que la masa adquiriera textura blanda y moldeable. Posee además la capacidad disolvente acuoso de las sustancias añadidas a la masa, siendo además necesaria para la marcha de la fermentación. La composición química del agua empleada afecta a las cualidades del pan. Es muy importante la ausencia de cloro en el agua que se utiliza en la producción de masas panarias, un exceso de cloro contrariaría la actividad de la levadura y, en tal caso, desnaturizaría el sabor del pan (Calaveras, 1996).⁴⁴

La proporción de agua empleada en la elaboración de la masa influencia la consistencia final. Suele aplicarse agua de tal forma que suponga un 43% del volumen total de la masa (o lo que es lo mismo un 66.6% del peso de la harina, o la harina es 1 ½ veces el peso de agua). Si se pone un contenido acuoso inferior al 43% la masa es menos extensible y más densa. No obstante la cantidad de agua que puede absorber una harina depende del tipo de cereal empleado en su elaboración y de la composición de proteínas (por ejemplo las harinas de alto contenido proteico absorben más agua).

No obstante el tipo de pan puede influenciar también la proporción final de agua en la masa y puede acabar siendo un tema de preferencia del propio panadero que elabora el pan. Los panaderos usan un sistema de porcentajes denominado tasa de hidratación, también conocido

⁴⁴ BPF. Descripción de los procesos de fabricación. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de http://www.tecnoalbura.net/material/Manual_desglosado/3.Descripción_de_los_procesos_de_fabricación.pdf.

como "porcentaje de panadero"; en la que el peso de la harina representa un porcentaje de 100, el resto de los ingredientes se miden como porcentajes sobre la harina. El agua puede representar desde un cincuenta por ciento en panes ligeros, hasta un setenta por ciento en panes más artesanos. Algunos panaderos pueden llegar al ochenta por ciento de agua.

La calidad y composición de las aguas influyen en la formación de la masa, por ejemplo se sabe que las aguas con un carácter ácido endurecen la red de gluten, mientras que las alcalinas suavizan la masa. Esta es la razón por la que a veces se emplean aguas minerales o filtradas en la elaboración de la masa para evitar que estas variables afecten negativamente a la masa final; matando, o inhibiendo, por ejemplo las levaduras. Las aguas fluoradas pueden llegar a detener la fermentación. El medio líquido de la mezcla puede también contener otras sustancias líquidas con una función similar a la del agua, como puede ser la leche, el suero de mantequilla, bebidas alcohólicas como puede ser el vino o la cerveza o whisky de malta e incluso mezclas avinagradas diversas.

Algunas investigaciones muestran que el proceso de hidratación de la masa tras su mezcla con el agua puede llevar entre 10-20 minutos, tiempo que es necesario para reposar la masa y dejar que se 'impregne' por completo. Conviene retrasar la adicción de levadura hasta que la masa se haya hidratado bien, tras este periodo de 'reposo'. La dureza del agua puede influir en la elaboración del pan debido a que poseen sales minerales que favorecen la fermentación con las levaduras, por regla general las aguas de dureza media son preferibles para la elaboración del pan. Si es el agua dura la masa tendrá dificultad para llegar a su punto de resistencia.

Sal

La sal es un ingrediente opcional en algunos panes, la misión de la sal es por una parte la de reforzar los sabores y aromas del propio pan, y por otra parte afectar a la textura final de la masa (pueden alcanzar hasta un 2% del peso total de la harina). Los panes tradicionales no suelen llevar sal, sin embargo algunas masas como los croissant, o los brioche, poseen grandes cantidades (por encima del 3%) con el objeto de reforzar y balancear el sabor de la mantequilla. Se suelen emplear en la elaboración de panes sales marinas a ser posible con poco grado de refinamiento y que se mezclan en las primeras fases de amasamiento de la harina. Sea como sea, la mayoría de las recetas que añaden la sal hablan del empleo de sales no-refinadas, como pueden ser la sal negra, la sal ahumada, etcétera.

La sal contribuye de una forma indirecta a la formación del color marrón de la corteza del pan, debido a que retarda la fermentación y esto genera un "exceso" de azúcares que favorecen durante el horneado la formación de estos colores dorados de la corteza. La sal tiene además un ligero efecto fungicida, su presencia en el pan permite alargar su vida comestible.

Levadura

La levadura es un conjunto de microorganismos unicelulares que tienen por objeto alimentarse del almidón y de los azúcares existentes en la harina. Las levaduras forman parte de la familia de los hongos. Este proceso metabólico da lugar a la fermentación alcohólica cuyo resultado es etanol (cuya fórmula química es: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$), dióxido de carbono (CO_2) en forma de gas. El gas liberado hace que la masa del pan se hinche, aumentando de volumen. El alcohol etílico se evapora durante el horneado del pan, debido a las temperaturas alcanzadas en su interior.

A pesar de haber empleado las levaduras en la fermentación del pan desde hace ya casi más de 6000 años, fueron tan solo comprendidas hasta el advenimiento de las investigaciones realizadas por Louis Pasteur que dieron luz a la explicación científica de la fermentación como un proceso biológico. La clave del empleo de las levaduras es la generación gaseosa que hincha la masa mezcla de harina y agua. Se sabe que el proceso de fermentación es altamente dependiente de la temperatura y que se produce a su máxima velocidad a los 35 °C.

Las levaduras se incorporan durante las primeras etapas de mezcla entre la harina y el agua.

Hoy en día se conocen casi más de 100 especies diferentes denominadas como levaduras; algunas de ellas son responsables de causar infecciones, otras levaduras contribuyen a la degeneración y putrefacción de los alimentos. De todas ellas, una especie en particular es la responsable de causar la fermentación del pan, se trata de la *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura es igualmente la causante de la fermentación del vino y de la cerveza. El metabolismo de la levadura puede expresarse en forma de reacción química sencilla de la siguiente forma:



Lo que significa: una molécula de glucosa (que puede ser el almidón de la harina) mediante la acción del metabolismo de las levaduras acaba en dos moléculas de etanol y dos de dióxido de carbono (gas). El gas queda atrapado en la red de la gluteína y aumenta el volumen de la masa disminuyendo su densidad.

Bajo la denominación de levaduras podemos encontrarnos tres tipos (siempre del tipo *s. cerevisiae*) en los establecimientos:

- **Levadura seca:** se obtiene de los tanques de fermentación y posteriormente se desecan para detener los procesos metabólicos de las levaduras. Las levaduras secas se reactivan cuando son introducidas en un medio acuoso templado (25 °C-30 °C) de nuevo antes de ser mezcladas en la masa, en este caso se denominan levaduras activas. Existen levaduras denominadas como instantáneas que no necesitan ser prehidratadas y que se mezclan con

la harina y el agua al mismo tiempo, por regla general proporciona dióxido de carbono de forma más vigorosa que las levaduras activas.

Los panaderos profesionales emplean cada vez más este tipo de levaduras secas instantáneas debido a la conveniencia en la rapidez de su trabajo así como su larga vida media.

- ▶ **Levadura fresca:** obtenida inmediatamente de una fermentación y posteriormente refrigerada en forma de cubos (de 50 g aproximadamente) con textura de pasta comprimida que poseen una vida útil de escasas semanas. Los elaboradores de pan suelen preferir este tipo de levadura, el problema es que posee una vida media inferior a otras levaduras. La levadura fresca es similar a la levadura seca, la única consideración es que debe emplearse el doble.
- ▶ **Levadura química:** se trata de compuestos químicos capaces de generar gases (generalmente dióxido de carbono), tal y como lo haría una levadura. En algunos casos el componente alcalino denominado bicarbonato de sodio (NaHCO_3 , denominado en inglés como: baking soda) mezclado con un medio ácido como puede ser zumo de limón, o de frutas, chocolate, etcétera.
- ▶ **Levaduras naturales:** son aquellas presentes en el propio cereal, en la atmósfera, etcétera. Estas levaduras se caracterizan por un lento proceso de fermentación (proporcionan menos dióxido de carbono), pero proporcionan un 'sabor clásico' al pan realizado con ellas.

La cantidad de levadura que emplea el panadero puede variar dependiendo del tipo de masa que se quiera elaborar y puede oscilar entre el 0,5 - 4% del peso de la harina (en el caso de levaduras secas se divide entre dos la cantidad total empleada). A veces se suele incluir prefermentadores (en inglés se denomina poolish) a la harina con el objeto de mejorar los efectos de las levaduras en la harinas y para ello se emplean diversos métodos como puede ser el fermento de masa ácida que se trata de un cultivo de las levaduras existentes en el aire para que se cultiven en la harina y acaben formando un fermento (denominado a veces también como masa madre), la formación de este fermento genera dióxido de carbono (CO_2) y ácido láctico ($\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$). Las especies de levaduras empleadas en este tipo de levaduras madre es el *Lactobacillus plantarum*, *L. delbrueckii*, *L. sanfrancisco*. Tradicionalmente las levaduras se incorporaban a la masa utilizando los restos de la masa del pan elaborado durante el día anterior, en lo que se denominaba masa madre. Otras prefermentaciones populares en el área mediterránea suelen ser la biga italiana.

Otros ingredientes

Se suelen añadir otros ingredientes a los anteriormente mencionados, bien con el objeto de mejorar la fermentación: como puede ser el caso del azúcar, o bien con el objeto de mejorar el sabor, para eso se añaden en algunos lugares especias diversas (pan especiado). Es frecuente que se le añadan otros elementos como grasas (mantequilla, tocino de cerdo), semillas diversas (pipas de girasol, sésamo, etc.), frutas (banana, cebollas), leche en polvo, etcétera. También se suele añadir huevo, bien sea la yema o la clara. En algunos casos resulta interesante que se le añadan los granos del cereal ligeramente molidos e incluso malteados (añade enzimas que favorecen el fermentado de la masa).

Los panes de elaboración industrial poseen cantidades apreciables de leche (o incluso la adición de leche en polvo) con el objetivo de incrementar el contenido de lisina en el pan. En algunos casos el pan es considerado desde la industria como un alimento funcional y se le añaden vitaminas suele denominarse a este tipo como "pan enriquecido".

Algunos ingredientes de la panadería industrial suelen ser enzimas diversos como la amilasa, que se añade para favorecer la fermentación y que el pan se haga de forma más homogénea.

Una de las aplicaciones más frecuentes de la industria bioquímica en el uso de enzimas es la panadería. Algunos encimas como la fitasa fúngica se añaden al pan con el objetivo de reducir el contenido de ácido fítico, el cual se considera una sustancia antinutritiva por disminuir la biodisponibilidad de minerales tales como calcio, zinc, magnesio, hierro y fósforo. Se suele incluir en las harinas la α -amilasa ya que cambia las propiedades químicas (degrada los azúcares complejos del pan en azúcares más sencillos en la fermentación) y físicas (en la miga, la hace más suave). Se emplea la proteasa, lipoxidasas.

El empleo de diversos productos que se mezclan con la harina y que mejoran los rendimientos de producción del pan se denominan mejoradores para pan y se llevan empleando en la industria panadera desde los 1950s. Otros de los aditivos empleados son los antioxidantes con el objeto de mantener las propiedades del pan lo más estables posibles, uno de los más polémicos empleados son el hidroxibutilanisol (BHA) y el hidroxibutiltolueno (BHT).

Se suele añadir a la masa ácido ascórbico (vitamina C) con el objeto de reforzar las propiedades físicas del pan (útil en especial en grandes piezas) al mismo tiempo que acelerar su maduración, el ácido ascórbico se elimina por completo durante el horneado. La lecitina suele añadirse por ser un emulsificante. El propionato cálcico como fungicida evitando la aparición de hongos.

Proceso de elaboración del pan⁴⁵

La elaboración del pan es un conjunto de varios procesos en cadena. Comienza con los ingredientes en sus proporciones justas y las herramientas para su elaboración dispuestas para realizar las operaciones, y acaba con el pan listo para ser servido. Dependiendo de los panaderos se añaden más o menos procesos a la elaboración, aunque básicamente hay cuatro:

1. Mezcla de la harina con el agua (así como otros ingredientes), proceso de trabajar la masa.
2. Reposo para hacer 'levar' la masa (sólo si se incluyó levadura). A este proceso se le denomina a veces como leudado.
3. Horneado en el que simplemente se somete durante un período la masa a una fuente de calor para que se cocine.
4. Enfriado. Tras el horneado se deja reposar el pan hasta que alcance la temperatura ambiente.

Cada paso del proceso permite tomar decisiones acerca de la textura y sabor final que se quiera dar al pan. Otro paso industrial es el denominado: proceso de esponja masa muy empleado en la elaboración industrial de los panes de molde.

Formación de la masa

Mezcla mediante una batidora de la harina con agua y mantequilla (masa pastelera).

La formación de la masa se compone de dos subprocesos: la mezcla y el trabajado (amasado). La masa comienza a formarse justo en el instante cuando se produce mezcla de la harina con el agua.

Fermentación y reposo

La fermentación del pan ocurre en diversas etapas. La denominada 'fermentación primaria' empieza a ocurrir justamente tras el amasado y se suele dejar la masa en forma de bola metida en un recipiente para que 'repose' a una temperatura adecuada. Durante esta espera la masa suele adquirir mayor tamaño debido a que la levadura (si se ha incluido) libera dióxido de carbono (CO₂) durante su etapa de metabolismo: se dice en este caso que la masa fermenta. La masa parece que se va 'inflando' a medida que avanza el tiempo de 'reposo'. La temperatura de la masa durante esta fase del proceso es muy importante debido a que la actividad metabólica de las levaduras es máxima a los 35 °C.

⁴⁵ Pan. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pan>

El final de la fermentación primaria lo indica el volumen de la masa 'hinchada' (se menciona a veces que debe doblar el volumen).

Tras el reposo se produce una segunda fermentación; antes de que ésta ocurra se le suele dar a la masa su forma definitiva: barra, trenza, etcétera. Esta segunda fermentación es previa al horneado. A veces se introducen cortes con un cuchillo en la superficie de la masa para que queden formas agradables a la vista al mismo tiempo que sea más fácil partir tras el horneado.

Horneado

En esta fase del proceso de elaboración del pan se suele emplear una fuente de calor que en la mayoría de los casos se trata de un horno, tradicionalmente solía ser de leña y que hoy en día son de electricidad o gas.

La cocción estándar se realiza a temperaturas comprendidas entre 190º y 250 °C, dependiendo del tamaño del pan y el tipo de horno. La duración del horneado puede oscilar entre los 12 y 16 minutos para los panes pequeños, alcanzando más de una hora para las piezas más grandes.

Sea como sea el horneado, con su elevada temperatura "mata" las levaduras (si se hizo el pan con levadura), pero la 'aireación' que hinchó la masa tras la fermentación permanece. Desde el punto de vista reológico el horneado convierte una masa viscoelástica en un pan elástico. La masa es un gel que en el caso de los panes fermentados retiene dióxido de carbono en su interior, mientras que el pan horneado es una esponja que resulta permeable al gas.

En el horneado la temperatura crece progresivamente desde el exterior al interior. El color de la corteza oscuro se debe a la reacción de Maillard, a veces se modula este color con aditivos.

Enfriamiento

Tras la cocción en el horno sobreviene directamente el enfriamiento del pan debido a que se extrae de la fuente primaria de calor y poco a poco va enfriándose, debe decirse que en este proceso la capa de la corteza suele tener muy poca humedad y muy alta temperatura (la corteza tiene una humedad relativa del 15% mientras que la miga un 40%). Durante el enfriamiento la humedad interior de la miga sale al exterior a través de la corteza, la velocidad de pérdida de humedad dependerá en gran parte de la forma que posea el pan. El desecado interior va dando firmeza al almidón. No suele aconsejarse ingerir el pan cuando está recién salido del horno, el proceso de enfriamiento es igualmente un proceso de 'maduración', este proceso es más necesario incluso para aquellos panes que han necesitado de masas ácidas en su elaboración.

Almacenamiento

El almacenamiento del pan es un tema de interés para la industria panadera debido a que se trata de un producto relativamente perecedero al que se le añaden a veces ciertas sustancias químicas para que posea una vida media superior. La aceptación cada vez menor de los consumidores a este tipo de actividades ha hecho que se abra en ciertas ocasiones una polémica. El almacenamiento evita los cambios físicos y químicos en el pan debido a las actividades microbianas principalmente. El resultado de esos cambios resulta en un cambio de las propiedades organolépticas (aroma y textura) que induce al consumidor a deducir que el pan no es fresco.

Se puede decir que el proceso de envejecimiento del pan se debe principalmente a la aparición de dos sub-procesos que aparecen de forma separada: la rigidez causada por la transferencia de humedad desde la miga a la corteza y la rigidez intrínseca de las paredes celulares asociada a la recristalización durante el almacenamiento.

Si se va a consumir el pan en más de dos días se aconseja meterlo en una bolsa de plástico y congelarlo por completo. Almacenar en la nevera tan sólo si se va a recalentar antes de ser ingerido (como por ejemplo las tostadas).

Comparado con otros alimentos, el pan contiene poca agua, y esto significa que puede ser contaminado por hongos si no es adecuadamente almacenado. Las especies de hongos azules que suelen atacar el pan son: *aspergillus* y *penicillium* así como las especies de *monilia sitophila*.

En los panes de origen industrial se suelen añadir tras el fermentado algunos antifúngicos con el objeto de evitar la degradación por hongos y poder almacenar durante más tiempo el pan. Uno de los más empleados es el propionato cálcico (E-282 de fórmula $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2$) al 0,2 %. Algunos de los microorganismos fúngicos más frecuentes en el pan durante esta fase son el *Rhizopus nigricans*, el *Penicillium expansum*, *P. stoloniferum* y el *Aspergillus niger*. Entre los microorganismos no-fúngicos contenidos en el pan se encuentra el *Bacillus subtilis*.

- Obtención de productos derivados: aceite, edulcorante, almidón, dextrina

Aceites⁴⁶

FUENTES DE ACEITE

Las más comunes girasol, maíz, soja, algodón, ajonjolí, lino (industrialmente para pinturas porque es secante), oliva, maní, uva, coco, colza tubérculo semejante a la papa.

En Colombia según la revista virtual La Nota en un artículo titulado “Ranking 2010 empresas aceites y grasas vegetales de Colombia” en su publicación del 18 de mayo de 2011 cuentan como “El grupo compuesto por Grasco y Gracetales desplazo a Acegrasas del liderazgo, C.I. Yumbo y Grasas perdieron impulso, mientras que Aceites Manuelita y C.I. Tequendama sobresalieron por su dinamismo.”⁴⁷, más adelante también comentan como “En 2010, las ventas de Grasco ascendieron a \$220.262 millones (aproximadamente US\$116 millones) y crecieron 2,4% frente al año anterior, en tanto que las de su subordinada Gracetales totalizaron \$191.172 millones (aproximadamente US\$101 millones) y se incrementaron 2011”⁴⁸ Lo que demuestra la importancia económica de esta Agroindustria.

Morfología de una semilla oleaginosa

- ▶ Cáscara (fibra alta concentración de lípido)
- ▶ Vacuolas alta concentración de lípido
- ▶ Pared celular (hemicelulosa y proteínas)
- ▶ Germen

Dentro de la célula, el aceite está en las vacuolas y generalmente emulsionada con agua debido a que en el interior de la vacuola la membrana está constituido fundamentalmente por fosfolípidos y proteínas que le otorgan ciertas propiedades funcionales.

⁴⁶ GIMENEZ, J. M. Obtención de aceite comestible. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos35/obtencion-aceite/obtencion-aceite.shtml>

⁴⁷ Ranking 2010 empresas aceites y grasas vegetales de Colombia. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de <http://lanota.com/index.php/CONFIDENCIAS/Ranking-2010-empresas-aceites-y-grasas-vegetales-de-Colombia.html> .

⁴⁸ Ibid,

PROCESO

Partimos de una oleaginosa traído del acopio o de una industria, como la soja. Al llegar a la planta lo almacenamos adecuadamente. Como el producto viene con impurezas lo primero que hacemos es colocarlo en un silo y limpiarlo, ya sea por aspiración, por zarandeo, mesa densimétrica o depiedradora, imanes, etc.

Cuando se encuentra en el silo lo primero que hay que hacer es bajarle la humedad, en las oleaginosas entre un 8- 10%.

El secado es importante para evitar el enranciamiento y la hidrólisis que generarían los ácidos grasos libres y deteriorarían tanto la materia prima como el producto.

No se debe olvidar que la respiración del grano genera calor al igual que un posterior desarrollo microbiológico y esto en aquellos que tienen un contenido alto de aceite como el girasol puede conducir a que se libere energía y empiecen a producirse reacciones oxidativas, además el mismo aceite cuando entra en auto oxidación genera una alta concentración de calor que puede llegar a una autoignición de la masa cosa que no ocurre en los cereales.

Según el método de extracción empleado nos quedará como residuo:

- ▶ Torta, residuo de una extracción por solvente
- ▶ Expeler residuo de extracción por prensado.

En cualquiera de los 2 queda algo de aceite además de aquello que no es aceite, proteína, hidrato de carbono.

El objetivo económico es tratar de sacar la mayor cantidad de aceite posible, pero la extracción absoluta no se puede lograr. Es por eso que normalmente la industria aceitera en el mundo apuntaba a un límite de aceite residual en torta del 1 %.

Existen además algunos granos de cereales o de oleaginosas donde es necesario pelar el grano para retirarle su cascara debido a que no aporta contenidos de aceite, por ejemplo para soja conviene pelar, es muy poco lo que puede tener de aceite en la cascara.

El aceite que queda en torta se aprovecha ya que es una fuente de proteínas e hidratos de carbono por ejemplo para la alimentación animal. En caso de utilizarse para alimentación animal, la torta se vende a exportación, esto equilibra el balance económico de la empresa, ya que el

aceite y la torta hacen un balance cíclico, es decir aumenta precio de la soja - baja precio de la torta.

La venta de la torta deja bastante dinero, normalmente se paga por el PRO- FAT (proteína - grasa) para lo cual se analiza el contenido en proteína y en grasa y la suma de ambos en los mercados de exportación normalmente debe ser 44%, si se tiene menos baja el precio del PRO- FAT.

Tenga presente: En Colombia, las empresas que compran torta de soja en los mercados internacionales lo hacen solo por contenido de proteína y su valor normalmente es cercano al 48%.

ELECCIÓN DEL TIPO DE EXTRACCIÓN

El extractor permite llevar a un contenido final de aceite residual menor al 1 %.

En la prensa, mediante acción mecánica con presión va sacando el aceite de una partícula, esto genera fricción, calor y desgaste del equipo, el aceite sale por unos orificios de la camisa de la prensa y se desliza contra las superficies metálicas de la prensa. Con una presión importante, el control de la temperatura es crítico debido a que resecaría la pasta y dañaría las camisas de la prensa. En general el principio es simple; cuanto más aceite quiero, sacar más presión debo hacer.

Las prensas hidráulica y de tornillo se utilizan para la extracción de aceites. La primera es utilizada en procesos discontinuos, y la segunda prensa tornillo conocida en la industria aceitera como expulsor o rodillo, permite un proceso continuo. Además existen otros modelos como la prensa hidráulica de platos o prensa de jaula.

El extractor al extraer por solvente disuelve el aceite en el mismo y forma una micela. La micela más concentrada que se trabaja en las empresas esta aproximadamente 30 - 32 % de aceite en el solvente, la idea es trabajar productos de la misma polaridad que del aceite y de bajo punto de ebullición, normalmente alcoholes para facilitar su extracción, este lo separo evaporando el solvente y consumiendo por lo tanto energía térmica. Uno de los solventes más utilizado es el hexano.

Cómo nos conviene procesar... por prensado o por solvente?

Actualmente la tendencia es usar un proceso mixto, o sea usar los 2 procesos porque se manejan grandes volúmenes. Según la materia prima. Por ejemplo si tengo alto contenido en aceite primero premo suave, hasta bajar el contenido aprox. 18 % (que es lo que tiene la soja) en el expeler y luego a este se lo mando al extractor por solvente.

Este método no tiene casi pérdida de aceite, puedo llegar a extraerlo casi todo en etapas tan grandes como quiera, pero si observamos la cantidad de solvente que uso y la poquísima cantidad de aceite que saco. Se vuelve muy poco económico para la producción.

EQUIPOS DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTE⁴⁹

Sistema lineal.

El tiempo de residencia del producto depende del diseño del equipo. 4 a 20 horas de residencia. Se obtiene una altura de la torta de aproximadamente 2 - 2.5 m.

La micela obtenida queda con 30 - 32 % aceite, se la inyecta a una columna de destilación donde se extrae la mayor parte del solvente. El aceite todavía con algo de solvente se lo vuelve a inyectar a una segunda columna de destilación de donde sale aceite puro 100% por la parte inferior y por la parte superior solvente con un poco de aceite que pasa al condensador y retorno a la primer columna.

El solvente recuperado en todas las etapa pasa a un tanque de decantación y sé recircula el proceso.

ROTOCELL

Es como una canasta grande, con compartimentos (como si fuera tajadas de una torta). En uno de dichos compartimentos tiro la semilla.

La semilla hace un recorrido en el sentido de las agujas del reloj desde que entre hasta que sale. En sentido contrario a las agujas del reloj coloco el solvente puro por bombeo.

Todo el conjunto gira sobre una guía que tiene unas ruedas, pero hay un punto donde falta la guía, en ese lugar el fondo cae (descarga del producto tratado), porque la bisagra que sostiene el piso no encuentra guía, luego sola la bisagra se vuelve a levantar porque encuentra guía y cierra otro sector para permitir la carga.

DEPURACIÓN DE LOS ACEITES

Lo primero que se hace al aceite puro es una centrifugación, la cual debe ser rápida para evitar la hidrólisis de los triglicéridos que aumentaría la acidez libre. El aceite crudo trae consigo impurezas

⁴⁹ GIMENEZ, J. M. Obtención de aceite comestible. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos35/obtencion-aceite/obtencion-aceite.shtml>

como partículas en suspensión, agua, mucilagos, coloides, etc., que deben ser extraídos para mejorar la calidad del producto, esto se conoce como depuración de los aceites.

La extracción por prensado deja en el aceite mayor cantidad de partículas en suspensión y menos partículas solubles que la extracción por solvente.

- ▶ Separación de colores: los mismos mecanismos de depuración van haciendo que el color desaparezca ya que este se absorbe en los elementos que se van separando. En caso de que el color persista se lo elimina en el proceso de decoloración en la etapa de refinación.
- ▶ Desmucilagínación o desgomado: es la separación de sustancias proteicas, coloides o partículas pequeñas en emulsión, fosfolípidos, ceras mucilaginosas, gomas, sustancias resinoides, entre otros que con el tiempo pueden polimerizar y precipitar. Consiste en aplicar pequeñas cantidades de ácido sulfúrico a temperatura baja o moderada. Una forma de eliminar estas gomas es con ácido sulfúrico o fosfórico como en el caso de la soja. El ácido hace que carbonice y precipiten las proteínas, gomas, pigmentos, sin embargo también pueden atacar a los glicéridos y producir una ligera sulfatación de los mismo, esto debe evitarse pues esto significa la aparición a menudo de un color rojizo que ya no puede eliminarse. Otra manera de realizar el desgomado es por hidratación y posterior decantación.

REFINACIÓN DE ACEITES

NEUTRALIZACIÓN

Se elimina la acidez libre, provocada por los ácidos grasos libres, mediante el agregado de una solución de álcali que puede ser hidróxido de sodio, o carbonato de sodio. La proporción y concentración de álcali a utilizar depende de la acidez que presente el aceite.

También se van partes de las sustancias colorantes y odoríferas, adsorbidas en los jabones.

Aceite +acidez libre + hidróxido de sodio = aceite neutro + jabón

DECOLORACIÓN.

Se realiza luego de la neutralización, en caso que el aceite quede con un color verdoso o anaranjado.

Se trata de arcillas, carbón activo, tierras activadas que poseen un alto nivel de porosidad, al ponerlos en contacto con el aceite y agitar los pigmentos contenidos en este son adsorbidos por estas tierras.

DESODORIZACIÓN

Elimina olores extraños provocados por aldehídos, cetonas, los olores tienen una presión de vapor alta (son volátiles) y por eso lo podemos oler.

Se mejora su tendencia a volatilizarse calentándolos y haciendo vacío, aumento la temperatura descendiendo la presión. Se trabaja a temperaturas de 150 160°C con esta temperatura nos están asegurando que todas las sustancias al ser volátiles alcanzan su punto de ebullición, es decir nos aseguramos que estén en forma de vapor.

Como el vapor es recalentado no se condensa en el aceite por eso se obtiene un aceite desodorizado y seco (sin agua).

HIBERNACIÓN O DESMARGARIZACIÓN - WINTERIZACIÓN

Los aceites con un índice de yodo (IY) de aprox. 105 contienen glicéridos de puntos de fusión lo suficientemente altos como para depositarse en forma de cristales sólidos cuando se mantienen a temperaturas moderadamente bajas. Esto perjudica las propiedades del aceite. El aceite de mesa debe mantenerse claro y brillante sin enturbiarse o solidificarse a temperaturas de refrigeración.

Por esto, conviene que durante el proceso se formen cristales grandes para extraerlos, bajando lentamente la temperatura. Algunos aceites contienen una cantidad considerable de sustancias cristalizables.

Las grasas de punto de fusión alto retiradas pueden utilizarse en la elaboración de otros productos como las margarinas y mantecas.

PROCESO OPCIONAL - DESTILACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS.

El proceso de destilación de ácidos grasos libres reemplaza a la neutralización, también cumple la función de desodorización, método caro por el gran consumo de vapor, este reduce el contenido de ácidos grasos libres, aldehídos, alcoholes, hidrocarburos, pigmentos colorantes y destruye los peróxidos. Se realiza por destilación de vapor a altas temperaturas (270°C) y altos vacíos.

Edulcorantes, Almidón y Dextrina⁵⁰.

⁵⁰ GIMENEZ, J. M. Molienda de Maíz. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos35/molienda-maiz/molienda-maiz.shtml>

De la molienda húmeda de maíz se obtiene aceite de maíz, gluten feed, gluten meal, almidón; fructosa, glucosa, dextrosa y otros productos edulcorantes.

El producto principal que se obtiene de la molienda húmeda es el almidón de maíz, libre de proteínas, para ello al grano se le hace un tratamiento previo (químico) llamado maceración que apunta a disgregar (desnaturalizar) las proteínas que forman la matriz proteica que mantienen encerrado al grano de almidón.

- ▶ El Gluten Feed: También llamado Pienso de Gluten es un producto derivado de la molienda húmeda del grano de maíz, Su presentación húmeda posee color amarillento claro, con sabor dulzón a cereales tostados y ligero olor a maíz fermentado
- ▶ Almidón: Es un polisacárido de glucosa, insoluble en agua fría, pero aumentando la temperatura experimenta un ligero hinchamiento de sus granos. El almidón está constituido por dos tipos de cadena:

Amilosa: polímero de cadena lineal.

Amilopectina polímero de cadena ramificada.

El almidón se usa como adhesivo, para ligar proteínas y como materia prima para hacer jarabes.

Dextrinas: Se representa por los gr. de azúcar reductora / 100 gr. de almidón, son productos de degradación del almidón

- ▶ Jarabes: son productos de degradación del almidón, que a su vez puede ser de distintas conversiones. Edulcorantes usados en diferentes industrias
- ▶ Jarabe de glucosa: se lo obtiene de una lechada de almidón de 35% - 40% sólidos, a la lechada se la somete a un proceso de hidrólisis ácida a pH 2 neutralizo con hidróxido de sodio y lo separo centrifugando, se produce la sacarificación debido al ataque de la enzima (alfa o beta amilasa o glucoamilasa), y la dextrina se transforma en azúcares propiamente dicho, luego inactivo la enzima con calor, luego decoloración y filtración, a la solución obtenida se la concentra y se obtiene el jarabe de glucosa que se usa en flanes (gelifica) y mermeladas.
- ▶ Jarabe de alta fructosa: De la evaporación, más la conversión enzimática (enzima glucosa isomerasa), se obtiene el refinado jarabe de maíz de alta fructosa 42%. La fructosa es más dulce, y si a este, el jarabe de maíz de alta fructosa 42%, le hago un intercambio iónico mediante cromatografía de afinidad se obtiene jarabes de aprox 90% de fructosa

4.1.3. El mijo perlado y la cebada, procesos generales del maíz y arroz

El mijo perla (*Pennisetum glaucum*) es una especie botánica de gramínea del más ampliamente cultivado tipo de mijo. Crece desde épocas prehistóricas en la India y en el África, aceptándose generalmente que se originó en África y luego fue introducido en la India

Se adapta bien a sistemas de producción caracterizados por bajas lluvias, baja fertilidad de suelo, y alta temperatura. Crece bien en suelos muy salinos. Debido a estas tolerancias de difíciles condiciones de crecimiento, puede prosperar en áreas donde otros cereales de cosecha, como trigo o maíz, no prosperan. Se cultiva en más de 260.000 km², cubriendo aproximadamente el 50% de la producción total mundial de mijo, debido a que existen numerosas variedades.

El grano se consume como pan levado o sin levadura, sopas, alimentos hervidos o tostados, y bebidas alcohólicas, debido a su relativo alto contenido proteico y rápida tasa de fermentación, promete ser una fuente económica de producir etanol para vehículos. Es completamente compatible con los sistemas de fermentación de maíz y de sorgo.

MOLTURACIÓN DEL ARROZ⁵¹

Comprende la limpieza, descasado y molturación, el salvado y germen se elimina total o parcialmente, antes del descascarado se clasifican los granos según longitud, luego se somete a aspiración neumática, los granos sin cascara son llamados arroz moreno u oscuro

Las operaciones normales de predescascarado son:

1. Sancochado, es un proceso que consiste en remojar el arroz cáscara, tratarlo con vapor y secarlo. El sancochado mejora la calidad nutricional del arroz, facilita la operación de descascarado, y permite obtener una mayor proporción de arroz blanco de grano entero. El arroz elaborado a partir de arroz cáscara sancochado se conserva mejor El sancochado es una operación costosa, pero los beneficios generalmente compensan con creces el costo.

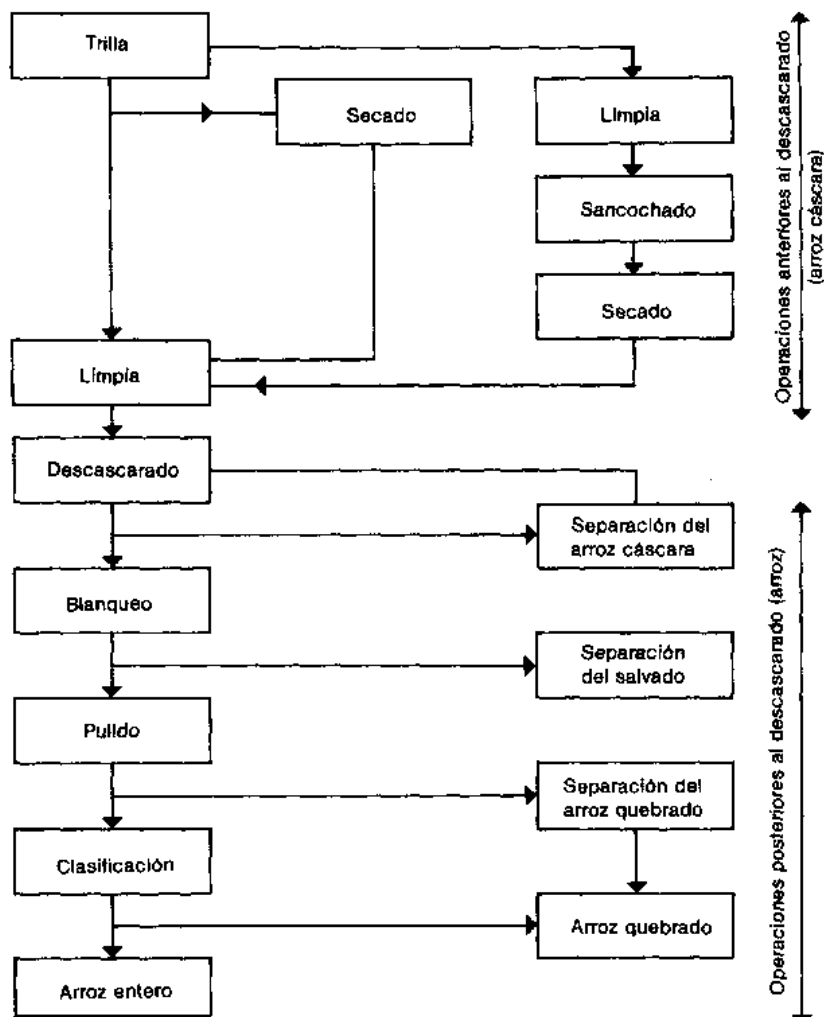
Operaciones posteriores al descascarado.

El blanqueo consiste en la eliminación de los estratos de salvado como operación posterior al descascarado. Son estratos que están íntimamente adheridos al endosperma y que deben

⁵¹ FUENTE: Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

eliminarse frotando contra una superficie abrasiva y contra otros granos. El pulido es la fase final, más suave, es la limpieza de las partículas de salvado y polvo de arroz blanco y de alisamiento de su superficie para darle mejor aspecto.

Procesamiento del arroz entero



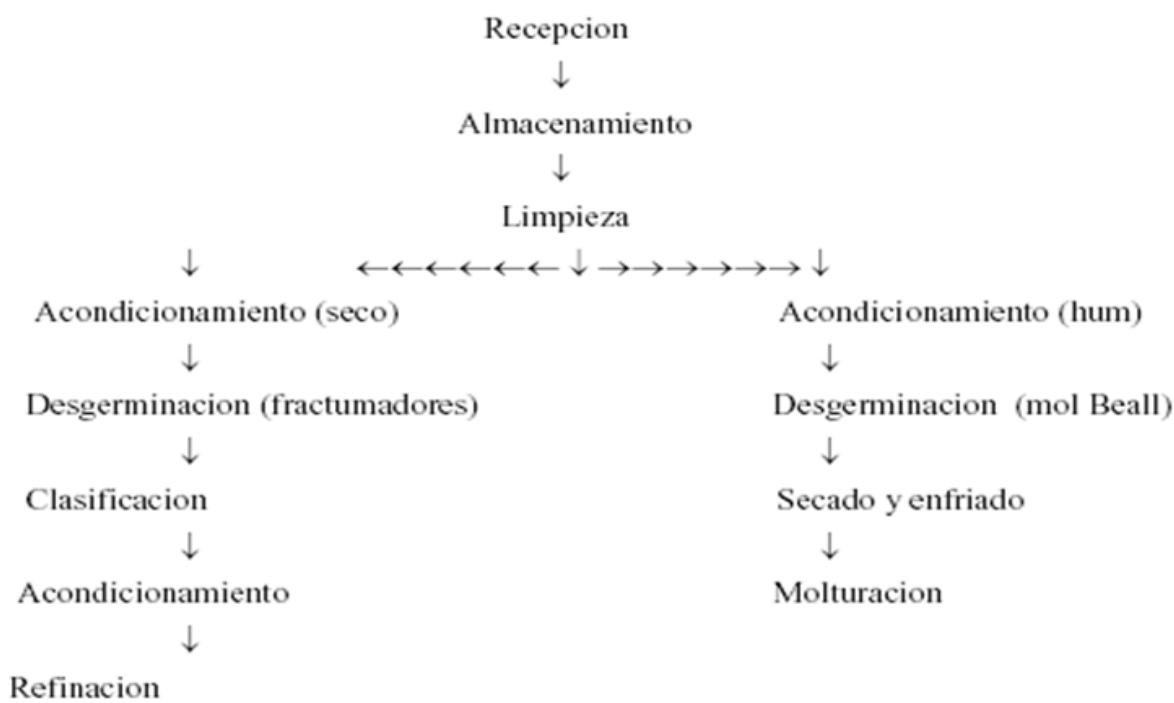
FUENTE: Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

MOLTURACIÓN DEL MAIZ

Separación del germen del resto del grano, se realiza en proceso seco y húmedo:

- ▶ En la molturación seca se emplean molinos de cilindros y cernedores.
- ▶ En molturación húmeda etapa de maceración y desintegración completa del endospermo para recoger por separado el almidón de la proteína

Molturación de Maíz



FUENTE: Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

Molturación seca: Implica la eliminación de lo que el molinero llama salvado, es decir; el pericarpio, las cubiertas de la semilla, epidermis nuclear y la capa de aleurona. Se debe recoger endospermo en forma de harina gruesa con mínima cantidad de harina fina, se realiza mediante fractumadores.

Molturación húmeda: Los productos primarios son; almidón, proteína, aceite y fibra en lugar de salvado, germen, endospermo y alimentos para ganado. Se realiza mediante un molino Beall el cual realiza una maceración de la pasta húmeda de maíz.

Ejercicio

interés creado

1. ¿Cuál de los procesos agroindustriales anteriores le llamo más la atención, y por qué?
2. A grandes rasgos ¿es capaz de describir las características o los pasos más importantes del proceso?

4.2. Fortificación de Cereales

4.2.1. Harina de trigo fortificada

La fortificación de las harinas se hace mediante la mezcla física de algunos componentes que mejoren de alguna forma su calidad nutricional sin poner en riesgo la integridad de los consumidores

Fortificación de la Harina de trigo en Colombia⁵²

En Colombia, a través del Decreto 1944 de 1996, se reglamentó la fortificación de la Harina de Trigo. Este reglamento se aplica a la harina de trigo que se comercializa en el territorio nacional para la venta directa al consumidor, como para la fabricación de productos de panadería, pastelería, galletería, pastas alimenticias, y otros.

La harina de trigo que se comercializa en el territorio nacional deberá estar fortificada con vitamina B1, vitamina B2, niacina, ácido fólico y hierro. Además, deberá estar adicionada o añadida con las siguientes cantidades mínimas de micronutrientes por cada kilogramo de harina:

Fortificación de harina de trigo en Colombia:

Micronutrientes	Cantidad mínima Mg/Kg
Vitamina B1 o Tiamina	6 mg
Vitamina B2 o Riboflavina	4 mg
Niacina	55 mg
Ácido Fólico o Folato	1.54 mg
Hierro	44 mg
Calcio (Opcional)	1.280 mg

FUENTE: <http://www.colombianutrinet.org/>

► Arroz enriquecido⁵³

⁵² Fortificación de trigo en Colombia. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de http://www.colombianutrinet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=222:fortificacion-de-la-harina-de-trigo-en-colombia&catid=81&Itemid=191

⁵³ El arroz: Importante alimento. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/arroz.htm>

El arroz contiene tiamina, niacina y hierro, sin embargo durante el proceso de molido las cantidades de estos nutrientes son reducidos. Para compensar esta pérdida, el arroz es enriquecido con tiamina, niacina y hierro. Todo arroz enriquecido es adicionalmente fortificado con ácido fólico. En países como Estados Unidos, cerca del 70% del arroz consumido es enriquecido, el proceso de enriquecimiento se convirtió en ley en Enero de 1998. En Colombia “el Ministerio de la Protección Social contempla adicionar estos nutrientes a un producto de consumo masivo como el arroz”⁵⁴ (Linarez, 2010), además comenta que hoy en día existe una norma para la fortificación harina de trigo como se vio anteriormente, pero que los niveles de Ácido Fólico igual a 1,54 mg/Kg “pero la dosis contemplada no alcanza a tener un impacto” comenta el genetista Ignacio Zarante, profesor asociado del Instituto de Genética Humana de la Universidad Javeriana, en el mismo artículo.

Ácido Fólico: El ácido fólico es una vitamina B recomendada para las mujeres durante su etapa de vida reproductiva como una alternativa para reducir defectos neuronales. El ácido fólico ha demostrado contribuir con la maduración de las células rojas y en la síntesis de ADN y ARN. El FDA recomienda el consumo de 400 miligramos de ácido fólico al día provenientes de una dieta variada. En las comidas que contienen ácido fólico se incluyen los granos secos, vegetales verdes, frutas y jugos de fruta. Media taza de arroz blanco fortificado contiene 8% del consumo diario requerido.

Tiamina: La tiamina (vitamina B-1) funciona como parte de una coenzima que contribuye con el rompimiento de la glucosa para generar energía. El funcionamiento adecuado de la tiamina mantiene el cerebro y las células nerviosas sanas, el corazón en buen estado, el apetito normal y una adecuada agilidad mental. Como la tiamina no puede ser almacenada por el cuerpo, es importante incluir en la dieta diaria alimentos que contengan este nutriente. Incluir granos enteros, pan enriquecido y cereal en la dieta es la mejor forma de conseguir tiamina. Media taza de arroz moreno cocido proporciona 6% del consumo diario requerido. Y media taza de arroz blanco cocido proporciona 7% del consumo diario requerido.

Niacina: La niacina también es requerida en el rompimiento de glucosa para la producción de energía. La niacina es esencial para la salud de la piel y el sistema nervioso. Media taza de arroz moreno cocido proporciona 8% del consumo diario requerido. Y media taza de arroz blanco cocido proporciona 6% del consumo diario requerido.

Hierro: La mayor cantidad del hierro en el cuerpo humano está presente en la hemoglobina, una proteína que consiste de un compuesto metálico y que está atada a una proteína llamada globina. La hemoglobina transporta el oxígeno necesario a los tejidos para que se lleve a cabo el proceso

⁵⁴ Linares, G. A. (2010, 27 de Enero). Arroz fortificado para bebés sanos. El Tiempo. Sección ABC del bebé. Recuperado el día 1 de agosto de 2011, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-3811349>

de oxidación en las células. El hierro es un elemento importante de muchas enzimas que son requeridas para el rompimiento de la glucosa y los ácidos grasos en energía. Media taza de arroz moreno cocido proporciona 8% del consumo diario requerido. Y media taza de arroz blanco cocido proporciona 7% del consumo diario requerido.

Cereales en hojuelas enriquecidos con vitaminas

Normalmente son vitaminas hidrosolubles como las del complejo B, Zinc y Hierro, adicionadas en los últimos procesos después de los tratamientos térmicos de cocción de las hojuelas debido a la sensibilidad de las vitaminas a las altas temperaturas, El cereal extruido con diversas formas, esponjado o en hojuelas se tuesta en un horno y debe secarse con el fin de adquirir su sabor tostado y su textura crujiente y quebradiza característica. En muchos casos, esto exige que el cereal sea desecado hasta una humedad del 3 a 5% en su forma final, lista para su consumo.

Pan enriquecido con alto contenido de fibra y pan enriquecido con hierro

Pan con alto contenido de fibra o pan integral, es un producto pensado en mejorar la inclusión de fibra en la dieta de las personas, con grandes ventajas para la digestión de los alimentos y con beneficios para la salud del consumidor. Estos panes se muestran hoy en día como algunas de las alternativas en la presentación y formulación de panes industriales, normalmente tienen cereales altos en fibra en su preparación, y algunas veces son incluidos no solo en formas de harinas sino de granos enteros como en el caso de la avena. Estas formulaciones altas en fibra también se encuentran en forma de galletas y tostadas.

En comparación con el llamado pan blanco, el pan integral da valores caloríficos ligeramente superiores, y los tipos de hidratos de carbono y grasas muy similares. Las principales diferencias se refieren a los niveles de proteínas, de vitaminas, especialmente las del complejo B, minerales como magnesio y fibra⁵⁵.

El enriquecimiento de panes y de cereales en general con hierro está encaminada en disminuir la anemia en la población más vulnerable. El pan por ser un alimento base en la nutrición y en la canasta familiar de la mayoría de las personas, es un método directo mediante su enriquecimiento y fortificación de minerales para disminuir el porcentaje de desnutrición de los países. Hoy en día por la alta demanda del consumidor a los alimentos sanos y balanceados, la fortificación de alimentos es una tendencia comercial de muchas empresas, es así como encontramos pastas, leche, yogures, huevos, cereales, zumos y bebidas; enriquecidas con minerales y vitaminas, omega 3, 6 y 9, entre otros.

⁵⁵ Biojoias, M. Pan integral: el valor de la fibra. (s.f.). Recuperado el día 1 de agosto de 2011, de <http://www.callegranvia.com/comida/info/pan-integral-el-valor-de-la-fibra/>

Harinas compuestas

Una de las formas de fortificar harinas es mediante la mezcla de calidades superiores en cantidades suficientes para aumentar el valor nutricional inicial. Este método de fortificación busca aumentar principalmente niveles de proteína, fibra, o de mejorar las cualidades para un trabajo específico, mediante la mezcla física de dos o más harinas. En harinas de trigo específicamente se vio como la mezcla de harinas para su fortificación es manejada y como de dicha composición depende la calidad nutricional y organoléptica de los productos finales.

Un ejemplo esta fortificación de harinas, se vio en la década de los 50 cuando la OMS en algunas zonas del planeta adición harina de pescado en las harinas de alimentación local para mejorar su contenido proteínico y el valor nutricional de esta⁵⁶.

Pre mezclas de cereales enriquecidas con proteínas

Dentro de la fortificación de alimentos, la mezcla física de algunos de ellos ya mejora por sí misma la calidad nutricional de estos por separado, es así como harina y leche soja, son adicionadas a formulaciones de cereales hojuelados, embutidos, bebidas, y se encuentran por ejemplo productos energéticos y proteínicos a base de cereales, miel y frutos secos, conocidos como granolas y barras energéticas; otras presentaciones se ven en forma de galletas.

Ejercicio

Investigación de mercados

1. Realice una lista de los alimentos fortificados que usted conoce o que se comercializan en su entorno o región, especifique además sus cualidades, ingredientes o procesos en esta fortificación, mercado objetivo, precio en comparación como otros productos similares sin fortificar, u observaciones generales que usted realice y comente con sus compañeros de clase.

⁵⁶ Alimentos enriquecidos. (s.f.). Recuperado el día 1 de agosto de 2011, de <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/alienriquecidos.htm>

4.3. Pistas de Aprendizaje

Tener presente: El precio de la mayoría de los productos fertilizantes, insecticidas y plaguicidas, dependen del precio del petróleo; además este influye en costos de transporte y distribución lo que encarece el valor de los alimentos y dificulta su accesibilidad.

Tenga en cuenta: Las BPA ó Buenas Prácticas Agrícolas al momento del establecimiento y manejo de cultivos; estas nos indican aspectos importantes en temas críticos como el manejo de plagas y enfermedades, entre otros.

Tenga en cuenta: En Colombia la clasificación del arroz es un tema que apenas se está conociendo y aplicando, el problema surge en la gran variedad de granos de diferentes cultivos que llegan a los centros de acopio.

Traer a la memoria: Los conceptos termodinámicos de transferencia de calor y de masa.

Tener presente: En Colombia el sector de maquinaria agrícola hasta hace unos 10 años vendía alrededor de 1000 tractores por año, ahora están llegando al país alrededor de 3500 tractores por año, lo que demuestra el crecimiento del sector agropecuario y su mecanización.

Tenga presente: Además de silos también existen los bunker para el almacenamiento de granos, la diferencia radica en que el primero es más alto, y el segundo es más ancho o largo.

Traer a la memoria: En el año 2005, el Grupo Empresarial Bavaria, llegan a un acuerdo con la firma SAB – Miller para la venta de todas las acciones del GEB a este grupo anglo-sudafricano.

Tenga presente: En Colombia, las empresas que compran torta de soja en los mercados internacionales lo hacen solo por contenido de proteína y su valor normalmente es cercano al 48%.

4.4. Glosario

Desarrollo económico: Es la capacidad de países o regiones para crear riqueza a fin de promover y mantener la prosperidad o bienestar económico y social de sus habitantes. Se conoce el estudio del desarrollo económico como la economía del desarrollo. Desarrollo económico. (s.f.).

Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de

http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_econ%C3%B3mico

Bolsa de Chicago: Chicago Mercantile Exchange (CME). El grupo CME es el mercado mundial líder en derivados. About CME Group. (s.f.). Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de

<http://www.cmegroup.com/>

Comodities: La mercancía (en inglés, commodity) en economía es cualquier producto destinado a uso comercial. Al hablar de mercancía, generalmente se hace énfasis en productos genéricos, básicos y sin mayor diferenciación entre sus variedades. El significado tradicional de bienes de consumo se refiere originalmente a materias primas a granel. (Mercancía. (Economía)). (s.f.).

Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de

http://es.wikipedia.org/wiki/Mercanc%C3%ADa_%28econom%C3%ADa%29

Poscosecha: Se entiende por poscosecha el período comprendido entre la cosecha de la fruta u hortaliza y el momento en que esta es consumida. Introducción a poscosecha. (s.f.). Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de <http://poscosecha.tripod.com/presentacion.htm>

Siega: Corte y recolección del cereal o de la hierba maduros. *Siega*. (s.f.). Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de <http://www.wordreference.com/definicion/siega>

Trilla: Se denomina trilla a la operación que se hace con los cereales, tras la siega o cosecha, para separar el grano de la paja. Trilla. (s.f.). Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Trilla>

Codex alimentarius: El Codex Alimentarius (palabra latín: "código de los alimentos") es una colección reconocida internacionalmente de estándares, códigos de prácticas, guías y otras recomendaciones relativas a los alimentos, su producción y seguridad alimentaria bajo el objetivo de la protección del consumidor. Oficialmente este código es mantenido al día por la Comisión del Codex Alimentarius, un cuerpo conjunto con la Food and Agriculture Organization (FAO) organismo perteneciente a las Naciones Unidas y a la Organización Mundial de la Salud (WHO). Codex Alimentarius. (s.f.). Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de

http://es.wikipedia.org/wiki/Codex_Alimentarius

Termosondas: véase termómetro. El termómetro (del griego termo el cuál significa "caliente" y metro, "medir"), es un instrumento de medición de temperatura. Desde su invención ha evolucionado mucho, principalmente a partir del desarrollo de los termómetros electrónicos digitales. Termómetro. (s.f.). Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Term%C3%B3metro>

Know-how: El Know-How (del inglés saber-cómo) o Conocimiento Fundamental es una forma de transferencia de tecnología. Es una expresión anglosajona utilizada en los últimos tiempos en el comercio internacional para denominar los conocimientos preexistentes no siempre académicos, que incluyen: técnicas, información secreta, teorías e incluso datos privados (como clientes o proveedores). Know how. (s.f.). Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Know_how

Louis Pasteur: Louis Pasteur (27 de diciembre de 1822 - 28 de septiembre de 1895) fue un químico francés cuyos descubrimientos tuvieron enorme importancia en diversos campos de las ciencias naturales, sobre todo en la química y microbiología. A él se debe la técnica conocida como pasteurización. Louis Pasteur. (s.f.). Recuperado el día 2 de agosto de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur

4.5. Bibliografía

Agricultura Historia El Neolítico^{1ª} Parte. (s.f). Recuperado el día 12 de julio de 2011, de http://www.natureduca.com/agro_hist_neolitico1.php

Panorama Mundial del Maíz Amarillo. (s.f). Recuperado el día 12 de julio de 2011, de http://www.magap.gob.ec/sigagro/charts/maiz_panoramamundial.htm

FAO. (2011). El Estado Mundial de La Agricultura y la Alimentación (SOFA). Recuperado el día 14 de julio de 2011, de <http://www.fao.org/>

OMS, (2011). Informe sobre la salud en el mundo. Recuperado el día 14 de julio de 2011, de <http://www.who.int/es/>

Peña, C.M (2006). Memorias de curso Tecnología de cereales. Medellín, Colombia

Biología de cultivos anuales, cereales, semilla de trigo. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/semillas.htm

Biología de cultivos anuales, cereales, semilla de arroz. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/arroz/semillas.htm

Biología de cultivos anuales, cereales, semilla de trigo. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/semillas.htm

Biología de cultivos anuales, cereales, semilla de cebada. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/semillas.htm

Garza, A. G. El Trigo. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>

Stenvert, N. L., Kingswood, K. (1977). Factors influencing the rate of moisture penetration into wheat during tempering. Cereal Chem. 54:627. Recuperado el día 21 de julio de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>

El Trigo. (s.f.). Recuperado el día 22 de julio de 2011, de <http://www.harinerapardo.com/sitio/productos/prodtrigo.htm>

Arroz, Clasificación de arroz según su forma. (s.f.). Recuperado el día 21 de julio de 2011, de <http://www.made-in-argentina.com/alimentos/granos%20y%20oleaginosas/temas%20relacionados/clasificacion%20del%20arroz%20segun%20su%20forma.htm>

Norma del Codex para el Arroz. (s.f.). Recuperado el día 23 de julio de 2011, de www.codexalimentarius.net/download/standards/61/CXS_198s.pdf

Cosechadoras de cereales. (s.f.). Recuperado el día 22 de julio de 2011, de <http://www.infoagro.com/maquinaria/cosechadoras.htm>

Cultivos herbáceos. (s.f.). Recuperado el día 22 de julio de 2011, de <http://www.infoagro.com/herbaceos/herbaceos.htm>

LAFARGA, A. A. (s.f.). Cereales, La conservación de granos almacenados. *Navarra Agraria*. (n. 180). 19 – 26. Recuperado el día 22 de julio de 2011, de <http://www.navarraagraria.com/n180/aralmace.pdf>

Livore, A. (2004). Calidad Industrial y Culinaria del Arroz. Revista IDIA XXI, (6), 190 – 194. Recuperado el día 23 de julio de 2011, de <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/arroz02.pdf>, base de datos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. Concepción del Uruguay, Entre Ríos

Norma del Codex para el Arroz. (s.f.). Recuperado el día 23 de julio de 2011, de www.codexalimentarius.net/download/standards/61/CXS_198s.pdf

Brooker, D.B.; Bakker-Arkema, F. B.; Hall, C. W. (1992). Drying and storage of grains and oilseeds. Nueva York: Van Nostrand Reinhold. Recuperado el día 23 de julio de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Secado#Secado_de_cereales

Departamento de Agricultura, Deposito de documentos de la FAO. (s.f.). Secado de granos: natural, solar y a bajas temperaturas. Recuperado el día 25 de julio de 2011, de <http://www.fao.org/docrep/x5058s/x5058S02.htm#Necesidad%20de%20secado>

Universidad Nacional de Colombia. (2004). Lección 7.5 Cálculos de Secado. Recuperado el día 25 de julio de 2011, de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4070035/lecciones/cap7/leccion7_5.htm

Secado. (s.f.). Recuperado el día 25 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Secado>

GARAVITO, M. V. (2006). Proceso de Producción de la Harina de Trigo. Recuperado el día 26 de julio de 2011, de <http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>.

Pasta. (s.f.). Recuperado el día 26 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pasta>

ITALGI. Productos para Pastas no Rellenas. (s.f.). Recuperado el día 26 de julio de 2011, de <http://www.italgi.it/s-prod-c1.htm>

Malta (Cereal). (s.f.). Recuperado el día 29 de julio de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Malta_%28cereal%29

Elaboración de la cerveza. (s.f.). Recuperado el día 26 de julio de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Elaboraci%C3%B3n_de_cerveza#cite_note-0

Liofilización. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Liofilizaci%C3%B3n>

Corn Flakes de Kellogg's. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Corn_Flakes_de_Kellogg%27s

¿Cómo es el proceso de elaboración de las hojuelas de maíz? (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090524121041AAD6P2C>

Galleta. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Galleta>

Proceso de Galletas. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://youtu.be/RWY5mxoUpXQ>

Como se hacen las Galletas. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://www.noel.com.co/>

Pan. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pan>

BPF. Descripción de los procesos de fabricación. (s.f.). Recuperado el día 30 de julio de 2011, de http://www.tecnoalbura.net/material/Manual_desglosado/3.Descripcion_de_los_procesos_de_fabricacion.pdf

GIMENEZ, J. M. Obtención de aceite comestible. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos35/obtencion-aceite/obtencion-aceite.shtml>

Ranking 2010 empresas aceites y grasas vegetales de Colombia. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de <http://lanota.com/index.php/CONFIDENCIAS/Ranking-2010-empresas-aceites-y-grasas-vegetales-de-Colombia.html>

GIMENEZ, J. M. Molienda de Maíz. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos35/molienda-maiz/molienda-maiz.shtml>

Fortificación de trigo en Colombia. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de http://www.colombianutrinet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=222:fortificacion-de-la-harina-de-trigo-en-colombia&catid=81&Itemid=191

El arroz: Importante alimento. (s.f.). Recuperado el día 31 de julio de 2011, de <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/arroz.htm>

Linarez, G. A. (2010, 27 de Enero). Arroz fortificado para bebés sanos. El Tiempo. Sección ABC del bebé. Recuperado el día 1 de agosto de 2011, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-3811349>

Biojoias, M. Pan integral: el valor de la fibra. (s.f.). Recuperado el día 1 de agosto de 2011, de <http://www.callegranvia.com/comida/info/pan-integral-el-valor-de-la-fibra/>

Alimentos enriquecidos. (s.f.). Recuperado el día 1 de agosto de 2011, de <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/alienriquecidos.htm>