

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ELABORACION, ANALISIS Y PRINCIPALES USOS
DE LAS HARINAS DE TRIGO

SEMINARIO (OPCION III-A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA EL PASANTE

RIGOBERTO GOMEZ ESQUIVEL

040.664

FAL

1989

0.5

MARIN,N.L.

MARZO 1989

C. 1

G. 6

IX

1717

1717



1080061271

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



**ELABORACION, ANALISIS Y PRINCIPALES USOS
DE LAS HARINAS DE TRIGO**

SEMINARIO (OPCION III-A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA EL PASANTE

RIGOBERTO GOMEZ ESQUIVEL

MARIN,N.L.

MARZO 1989

59944
699

T
TX558
•WS
G6

040.664

FA1

1989

C.5



Biblioteca Central
Magna Secundaria

Atas



BUREAU Rangsi Files
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

DEDICATORIA

A mis Padres :

RIGOBERTO GOMEZ MARTINEZ Y
ROSA ESQUIVEL DE GOMEZ

de quienes siempre he recibido todo el apoyo para salir adelante

A mis Abuelos :

DOMINGO GOMEZ MARTINEZ (Q.E.P.D.)
CARMEN MARTINEZ DE GOMEZ

RAUL ESQUIVEL LOZANO Y
PETRITA CASTILLO DE ESQUIVEL

A mis hermanos :

PATY
ROSY Y
SERGIO

Y a alguien muy especial :

GLADYS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo, a mis maestros y a mis compañeros (en especial a los JUMPERS).

Gracias a todos

La batalla de la vida no siempre la gana el hombre más fuerte o el más ligero; porque tarde o temprano, el hombre que gana, es aquel que cree poder hacerlo.

**ELABORACION, ANALISIS Y PRINCIPALES USOS
DE LAS HARINAS DE TRIGO**

	Pag.
INTRODUCCION	1
TRIGO	3
I.- Composición del trigo	3
1.- Salvado	3
2.- Germen	4
4.- Endospermo	5
II.- Composición química del trigo	7
III.- Variedades de Trigo	10
<u>Clasificación Americana</u>	10
1.- Trigo Rojo duro de Primavera	10
2.- Trigo Rojo duro de Invierno	10
3.- Trigo Rojo Suave de Invierno	10
4.- Trigo Blanco	10
5.- Trigo Durum	11
<u>Clasificación según INIA</u>	11
1.- Grupo No. 1-F, Trigos Fuertes	11
2.- Grupo No. 2-M, Medios Fuertes	11
3.- Grupo No. 3-S, Suaves	11
4.- Grupo No. 4-T, Tenaces	13
5.- Grupo No. 5-C, Cristalinos	13
MOLIENDA DEL TRIGO	14
I.- Recepción y almacenaje del Trigo	15
II.- Limpieza del grano	16
III.- Acondicionamiento	17
IV.- Obtención de Harina y subproductos.	17
V.- Tratamiento de la harina con aditivos	20
VI.- Empaque y almacenamiento	21

HARINA	23
I.- Grados de Harina	23
1.- Extracción	23
2.- Separación	24
3.- Grados comunes de separación	25
II.- Constituyentes de la Harina	27
1.- Contenido Mineral de la harina	27
2.- Contenido de Proteína	29
3.- Contenido de Grasas y Aceites	32
4.- Contenido de Carbohidratos	33
5.- Contenido de Vitaminas	35
6.- Enzimas	37
7.- Miscelaneos	40
III.- Análisis de la Harina	41
1.- Análisis Químico	41
a.- Humedad	41
b.- Ceniza	42
c.- Proteína	43
d.- Producción de Gas y Maltosa	44
2.- Métodos Físicos	46
a.- Amilógrafo	46
b.- Farinógrafo	48
c.- Extensógrafo	51
d.- Viscosímetro Mac Michel	53
e.- pH ó Acidez	53
f.- Fermentógrafo	54
3.- Análisis Físicos	55
a.- Análisis de Color	55
b.- Materia extraña	55

4.- Prueba de Horneado	58
IV.- Respiración de la Harina	59
V.- Elección de la harina para panificación	61
1.- Color	61
2.- Fuerza	61
3.- Tolerancia	62
4.- Alta Absorción	62
5.- Uniformidad	62
VI.- Tipos de Harina y sus diferentes aplicaciones	63
1.- Harinas de Trigos Duros	63
2.- Harinas de Trigos Suaves	64
3.- Harinas de Trigos Durum	67
BIBLIOGRAFIA	69

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	Pag.
Fig. 1 Grano de Trigo	6
Fig. 2 Proceso de Molienda	22
Fig. 3 Relación de los grados de harina	26
Fig. 4 Amilogramas	47
Fig. 5 Farinógrafo	50
Fig. 6 Extensogramas	52
Tabla 1 Composición Promedio del Trigo	7
Tabla 2 Distribución de la Grasa en el Trigo	8
Tabla 3 Clasificación de Trigos (INIA)	12
Tabla 4 Contenido Mineral de la Harina	28
Tabla 5 Análisis de la Porción de Proteína del Gluten	31
Tabla 6 Análisis Típico del Gluten Humedo.	31
Tabla 7 Análisis Típico del Gluten Seco	31
Tabla 8 Contenido de Vitaminas en Trigo y Productos de la molienda.	36
Tabla 9 Principales aplicaciones de los diferentes tipos de harina.	65

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

La harina es la materia prima básica usada en panificación. Forma los cimientos principales del pan, pasteles y pastelillos y se obtiene al moler cereales como trigo, centeno o maíz.

La harina de trigo puede dar características de apariencia y textura únicas a muchos de los productos en los cuales es utilizada, mientras que harinas de otros cereales como centeno, avena, maíz, sorgo y soya pueden también ser usadas para contribuir en características especiales de textura, sabor, apariencia, nutricionales y económicas a los productos de panadería.

La harina de trigo es única entre los productos de cereales por el hecho de que puede formar masas cohesivas y elásticas cuando es mezclada con agua bajo condiciones apropiadas. Debido a sus características físicas estas masas retendrán gases leudantes a través de los diferentes procedimientos de manejo necesarios para hacer diferentes tipos de panes, los cuales representan productos terminados de baja densidad con una estructura celular fina y uniforme y de una resaltante respuesta suave al ser masticados. Las harinas hechas a partir de centeno, cebada, avena y sorgo dan masas mucho menos elásticas y extensibles, éstas no retienen bien los gases leudantes y además tienden a dar productos terminados más burdos y densos.

La calidad inherente del trigo y las condiciones de molienda a las cuales está sujeto, lo llevan a obtener diferencias según el uso de la harina para un propósito dado, puesto que los diferentes productos de la panifica-

ción pueden requerir diferentes características, un trigo que sea enteramente satisfactorio para la fabricación de harina para pan, puede ser totalmente inconveniente para la fabricación de harina para pastelería. Los límites dentro de los cuales la calidad de la molienda del trigo puede variar, son genéticamente determinados, mientras que el nivel alcanzado por cualquier muestra particular de trigo es afectado por las condiciones de crecimiento, prácticas de cultivo y el tratamiento del trigo durante y después de la cosecha.

T R I G O

TRIGO

I.- COMPOSICION DEL TRIGO

La cabeza del trigo sostiene al grano en la parte superior del tallo. A pesar de tener solamente una longitud de tres a seis milímetros, el grano es un órgano complejo que está dividido en tres partes : Germen, Salvado y Endospermo.

El germen es la parte donde comienza el crecimiento después de sembrarse la semilla.

El salvado o cascarilla, está compuesto por seis capas que protegen al grano delicado.

La mayor parte del grano de trigo consiste de endospermo, que se convierte en harina. El secreto de la superioridad del trigo sobre otros granos para elaborar pan, reside en el endospermo junto con las proteínas formadoras de gluten.

1.- SALVADO

Debido a que el salvado es importante en el proceso de molienda, se dará una descripción más detallada de esta capa protectora. Al observar bajo el microscopio, el salvado revela diferentes capas celulares que se han llamado como sigue :

A) PERICARPIO : Porción exterior del Salvado

El pericarpio está formado por :

- Epidermis: cutícula o recubrimiento más externo
- Epicarpio: se encuentra inmediatamente debajo de la epidermis.

- Endocarpio: tercera capa interior.

B) TESTA: Recubrimiento de la semilla que contiene la materia colorante del salvado.

C) CAPA NUCLEAR: Recubrimiento separador

D) CAPA ALEURONA CELULAR: Grandes células que contienen algo de proteína.

Químicamente la capa de salvado contiene porcentajes relativamente altos de cenizas, fibra cruda, pentosanas y proteínas; debido a que grandes cantidades de estos materiales son indeseables en las harinas blancas de alta calidad, se remueve la mayor parte de la capa de salvado durante el proceso de molienda.

2.- GERMEN

Comprende alrededor de 2.5 % del grano entero de trigo y se localiza en el extremo inferior del lado dorsal del fruto. Es la porción viva del grano, la que bajo condiciones apropiadas, germina o crece formando una nueva planta de trigo.

Tiene cantidades relativamente altas de grasas, minerales, proteínas, y dextrinas, pero poco o nada de almidón al germinar. Al germinar secreta un número de enzimas diastásicas y proteolíticas. Estas enzimas convierten al almidón y proteínas en productos que se pueden usar en seguida por la planta en crecimiento. Son estas enzimas las que causan la debilidad característica de las harinas "verdes" y producen la descomposición de la harina de trigo entero que se ha almacenado por períodos de tiempo excesivos.

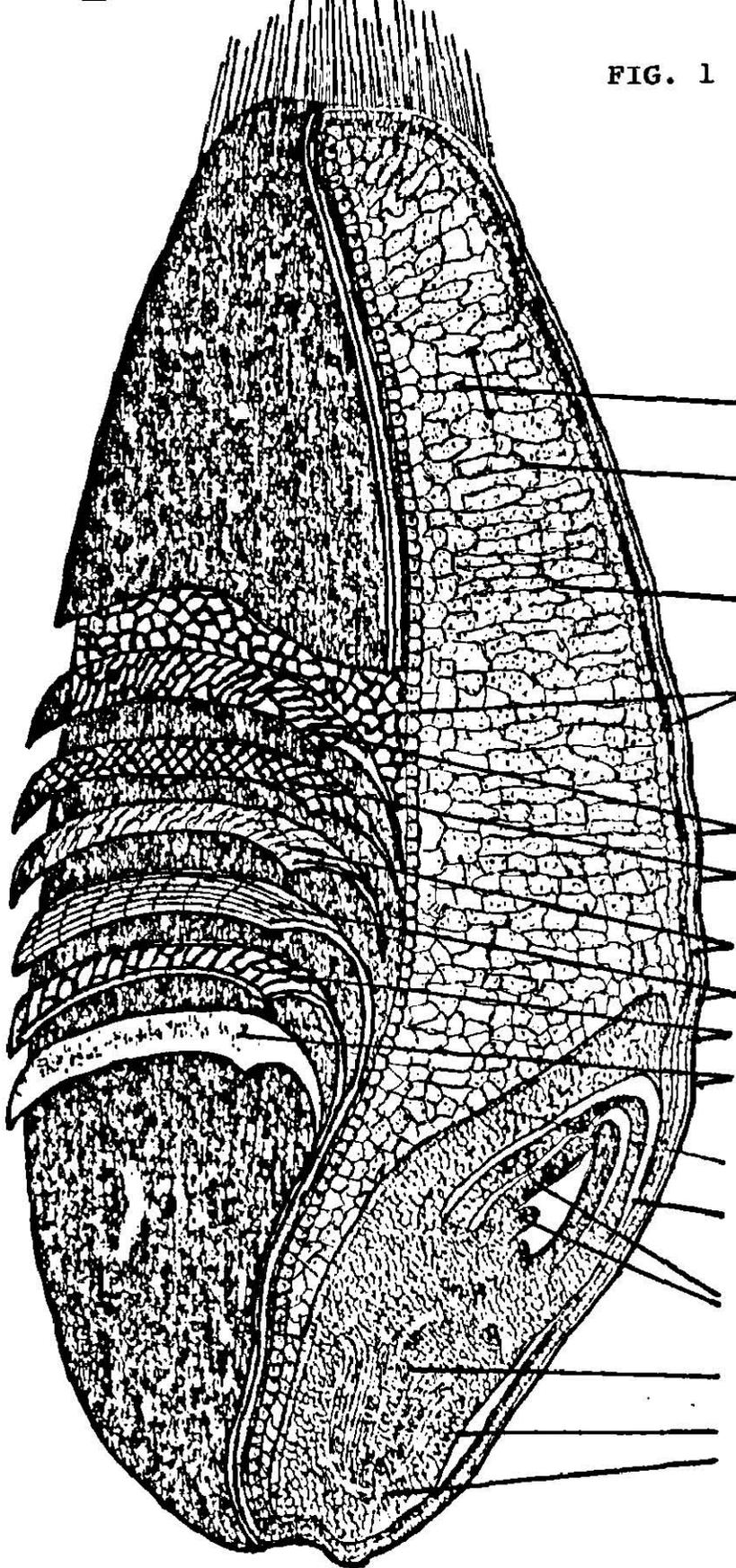
3.- ENDOSPERMO

Es el centro almidonoso de la baya de trigo. Forma alrededor del 83% del grano. Su propósito principal es suministrar energía alimenticia a la nueva planta - que emerge del embrión en germinación. El endospermo - consiste esencialmente de celdas de almidón embebidas en una matriz de proteínas, con excepción de algunas substancias parecidas al azúcar, que además se encuentran - en esta porción.

Como se mencionó anteriormente, es la parte del grano de trigo que juega el papel más importante en la producción de harina blanca.

FIG. 1

* GRANO DE TRIGO *



- ENDOSPERMO
- PAQUETES DE GRANULOS DE ALMIDON
- PARED DE CELULOSA
- CAPA DE CELULAS ALEURONAS
- TEJIDO NUCLEAR
- TESTA
- CELDAS TUBO
- CELDAS TRANSVERSALES
- HIPODERMIS
- EPIDERMIS
- ESCUTELUM
- CAPA DE BROTE
- BROTE RUDIMENTARIO
- RAIZ PRIMARIA RUDIMENTARIA
- HOJA DE RAIZ
- CAPA DE RAIZ

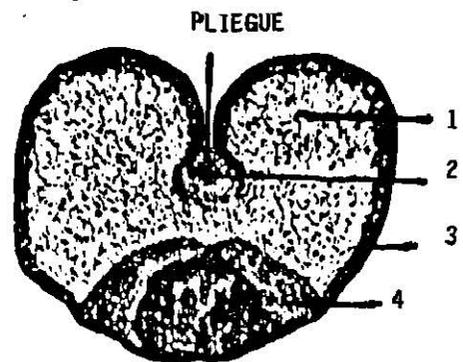
ENDOSPERMO (83% del Grano)
 ALMIDON 71% PROTEINA 9.6%
 GRASA 1.4% AZUCARES 1.1%
 CARBOHIDRATOS TOTALES 74.1%

SALVADO (14.5% del Grano)
 FIBRA 26%; PROTEINA 14.4%
 GRASA 4.7%; ALMIDON 8.6%
 CARBOHIDRATOS TOTALES 60%
 AZUCARES 4.6%

GERMEN (2.5% DEL GRANO)
 PROTEINA 28.5%; GRASA 10.4 %
 ALMIDON 14%; AZUCARES 16.2 %
 CARBOHIDRATOS TOTALES 44.5 %

SECCION LONGITUDINAL DEL GRANO DE TRIGO
 (AMPLIFICADO APROXIMADAMENTE 35 VECES)

1.- ENDOSPERMO; 2.- LINEA DE PIGMENTO; 3.- SALVADO; 4.- GERMEN



SECCION TRANSVERSAL

II.- COMPOSICION QUIMICA DEL TRIGO

Debido a que el trigo se cultiva bajo todo tipo de condiciones climatológicas y de suelos, no posee una composición química uniforme. Por consiguiente, no es poco común encontrar grandes diferencias en composición en muestras diferentes de trigo. Los siguientes son valores promedio para la composición de los trigos.:

	%
HUMEDAD	11.0
CARBOHIDRATOS	70.2
PROTEINA	12.6
FIBRA CRUDA	2.3
GRASA CRUDA	2.1
MINERALES O CENIZAS	1.8

Tabla 1. Composición Promedio del Trigo

El contenido excesivo de humedad, a parte de afectar en forma adversa la calidad del trigo durante períodos prologados de almacenamiento, simplemente representa material no productivo comprado al mismo precio que el material productivo sólido.

A pesar de que una vez se dijo lo mismo para la fibra cruda y también las cenizas, se reconoce ahora, que la fibra es una parte importante de cualquier dieta. Estas tres substancias forman parte del grano de trigo en su estado natural y no se pueden evitar enteramente. -- Cuando se presentan en cantidades excesivas en el trigo o en la harina, el producto de panificación resultante será de menor calidad, y por esta razón muchos molinos de harina y plantas panificadoras poseen laboratorios químicos.

Considerando los porcentajes en el grano de trigo, los carbohidratos comprenden la mayor porción, principalmente en forma de almidón y en cantidades menores como dextrinas y azúcar. Las proteínas que se encuentran en el endospermo constituyen alrededor del 70 al 75 por ciento del contenido total de proteínas del grano y consisten de aproximadamente iguales proporciones de glutenina y gliadina. El resto del contenido proteico esta presente en el salvado (19%) y el germen (8.0 %). Al combinarse las proteínas con agua y mezclarse forman gluten, que forma la estructura básica en las masas leudadas con levadura. La fibra cruda es el material fibroso leñoso (celulosa) que existe principalmente en las cáscaras y capas de salvado del trigo y se utiliza en muchas variedades de los panes de " tipo fibra " que existen en el mercado hoy en día. La grasa cruda son substancias grasas del trigo distribuídas a lo largo de las fracciones de molienda del grano de trigo. La siguiente tabla refleja la distribución de la grasa.

	% DE GRASA (EN BASE A 13.5 % DE HUMEDAD
TRIGO	3.0
SALVADO	6.5
SALVADILLO	7.5
GERMEN	15.5

Tabla 2. Distribución de la grasa en el Trigo

La grasa cruda está sujeta a la rancidez por oxidación e hidrólisis enzimática que, a su vez, se ven acelerados por temperaturas y humedades altas. La harina almacenada bajo estas condiciones se deteriorará y perderá su buena calidad de panificación. Las masas hechas a par

tir de tales harinas carecen de extensibilidad, se rasgan fácilmente, exhiben poca retención de gas, poco sabor y comestibilidad en el producto horneado.

Las cenizas consisten de sales y elementos inorgánicos que forman los componentes minerales del grano de trigo. La determinación del contenido mineral del trigo y harina se realiza quemando toda la materia orgánica, dejando solamente un residuo blanco (cenizas). Las cenizas se distribuyen a lo largo de todo el grano de trigo, encontrándose una mayor concentración de cenizas en la porción de salvado del grano.

III.- VARIEDADES DE TRIGO

La única especie de trigo de importancia para la molienda y obtención de harina es Triticum vulgare.

Para propósitos comerciales, el trigo utilizado para la molienda se divide en los siguientes tipos según la Clasificación Americana de trigo.

1.- Trigo Rojo Duro de Primavera(Hard Red Spring)

Sus harinas generalmente son altas en proteínas y tienen un gluten fuerte. Son especialmente convenientes para pan, roles y panes especiales. Estos trigos pueden ser mezclados con trigos más débiles para mejorar la calidad de horneado de la harina.

2.- Trigo Rojo Duro de Invierno: (Hard Red Winter)

Las harinas son intermedias en el porcentaje de proteína y fuerza. La mayoría de los panes blancos se hacen con estas harinas y tienen utilidad general en panificación.

3.- Trigo Rojo Suave de Invierno: (Soft Red Winter)

Las harinas hechas con estos trigos son usadas principalmente en pasteles y galletas puesto que su contenido de proteína es bajo y el gluten es relativamente débil.

4.- Trigo Blanco: (White)

Este grano es aún más bajo en contenido proteínico que el trigo rojo suave de invierno y produce harina útil en la elaboración de pasteles, pays, galletas y otros productos de pastelería.

5.- Trigo Durum:

Los trigos durum varían ampliamente en sus características, las cuales dependen de la variedad y de el medio ambiente en que crecen. Debido a que son de otra especie de trigo (Triticum durum) presentan características que los distingue en general de los otros trigos, (T. vulgare). La mayoría son de color ambar, presentan un endosperma muy duro (son los trigos más duros que se conocen). Tienen alto contenido de proteína. Las características de las masas producidas por estos trigos varían de medias a fuertes. Tienen alto contenido de pigmentos carotenoides. Son utilizados para fabricar macarrones y tallarines.

En nuestro país existe otra clasificación desarrollada por el Laboratorio Central de Farinología del INIA.

En ésta se agrupan las diferentes variedades comerciales de trigo, clasificadas en función de la calidad del gluten. Según los requerimientos de la industria harinera y de panificación en México. (Ver tabla 3).

1.- Grupo No. 1-F, Trigos Fuertes:

Trigos con gluten fuerte y elástico, apto para la industria mecanizada de la panificación. Son mejoradores de trigos débiles en molinos.

2.- Grupo No. 2-M, Medios Fuertes:

Trigos con gluten medio fuerte, apto para la industria del pan hecho a mano. Son mejoradores de trigos débiles.

3.- Grupo No. 3-S, Suaves:

Trigos con gluten débil, suave y extensible, apto para la industria galletera. Son mejoradores de trigos tenaces.

VARIETADES COMERCIALES DE TRIGO EN MEXICO

GRUPO No. 1-F	GRUPO No. 2-M	GRUPO No. 3-S	GRUPO No. 4-T	GRUPO No. 5-C
FUERTES	MEDIO FUERTES	SUAVES	TENACES	CRISTALINOS
India	Norteño	Pitic	Pénjamo	Oviachi
Noroeste	<u>Bajío</u>	Lerma Rojo	<u>Siete Cerros</u>	Jori
Tobari	Nacozari	Ahome	Zacatecas	Cocoria
Jaral	<u>Glennson</u>	Potam	Ciano	<u>Mexicali</u>
Ciano	<u>Apache</u>	Vicam	Imuria	<u>Yavaros</u>
Azteca	Huasteca	<u>Delicias</u>	Ures	Altar
Nori	Víctoria	Cleopatra	Genaro	
Yecora	Seri	Salamanca		
Saric	México	Zaragoza		
Cajeme	Opata	Tezopaco		
Tanorio		<u>Pima</u>		
Toluca		Abasolo		
Roque		<u>Tonichi</u>		
Mochis		Mixteco		
Jupateco				
<u>Torim</u>				

Tabla 3 Clasificación de Trigos (INIA)

4.- Grupo No. 4-T, Tenaces:

Trigos con gluten corto y tenaz, apto para la industria pastelera y galletera.

5.- Grupo No. 5-C, Cristalinos:

Trigos con gluten corto y tenaz, apto para la industria de las pastas y macarrones.

Las corrientes de trigo utilizadas en la molienda pueden incluir combinaciones de diversas variedades, mezcladas de tal manera que se pueda obtener una harina de cualidades predecibles. Los ajustes en la molienda son hechos para optimizar la calidad de la harina obtenida a partir de las corrientes de trigo utilizadas.

MOLIENDA DEL TRIGO

MOLIENDA DEL TRIGO

Los objetivos de la molienda del trigo son separar - el germen y el salvado del endospermo por medios mecánicos tan completamente como sea posible y reducir el endospermo resultante para formar una harina fina y uniforme. No se puede lograr una completa separación del salvado y endospermo; es por esto que nunca se obtiene el rendimiento teórico del 83 % de harina.

EL principal objetivo del molinero de harina es mantener mezclas uniformes de trigo, ya que hay diferencias pronunciadas en calidad dentro de las variedades, debido al suelo y clima. Para lograr esta meta, el molinero debe seleccionar y mezclar cuidadosamente varios tipos de trigo para que la harina resultante tenga las características deseadas.

La mezcla del trigo no es solamente la aplicación de cálculos matemáticos simples, sino requiere de considerable experiencia y visión por parte del molinero. Por ejemplo, es relativamente fácil calcular la cantidad de proteínas que poseerá una mezcla de molienda; pero es un trabajo bastante diferente el predecir el efecto que una proteína tendrá sobre otra al mezclarlas.

El proceso moderno de molienda y extracción de harina de trigo puede ser dividido en seis etapas principales:

- I.- Recepción y almacenaje del Trigo
- II.- Limpieza del grano
- III.- Acondicionamiento

- IV.- Obtención de harina y subproductos
- V.- Tratamiento de la harina con aditivos
- VI.- Empaque y almacenamiento

I.- RECEPCION Y ALMACENAJE DEL TRIGO :

La forma más común de almacenaje de trigo es en silos verticales cilíndricos a los cuales pasa después de un proceso de cribado en donde no se pretende limpiarlo por completo, sino solamente eliminar las impurezas de mayor tamaño como piedras, paja y otras semillas.

El trigo permanece aquí hasta antes de pasar al proceso de limpia. Es importante considerar la rotación que se debe dar al trigo ya que hay un tiempo límite (6 semanas sin infestación) para que éste permanezca parado. De igual manera es importante considerar la fumigación periódica de estos silos para evitar el crecimiento de insectos como el gorgojo, el cual afecta grandemente la calidad del trigo.

Las condiciones óptimas de almacenamiento de trigo en los silos son: Temperatura Ambiente de 25°C, Humedad Relativa de 65 y Humedad del Grano de 13% máximo. Menor Temperatura, Menor H.R. y Menor Humedad del grano nos aumentan el tiempo de almacenamiento del grano sin que corra riesgo de deterioro.

II.- LIMPIEZA DEL GRANO :

El trigo cosechado contiene impurezas tales como paja, suciedad, piedras y semillas de malezas, maíz y avena. Este material se remueve en el molino mediante separadores formados por tamices y sopladores de aire; el peso de estas impurezas se nombra " Deducción " y debe restarse del " Peso Bruto " para obtener el " Peso Neto " del grano. Estas impurezas se separan ya que de ir junto al trigo causan un daño considerable al equipo o a la calidad de la harina.

La secuencia de separación de impurezas es la siguiente :

- 1.- Metales.
- 2.- Paja grande, cabezuela, polvo.
- 3.- Polvo, semilla pequeña.
- 4.- Piedras, vidrios.
- 5.- Trigo quebrado, semillas de tamaño similar al trigo.
- 6.- Cascarilla o polvo adherido al trigo.

El equipo utilizado para la limpieza está formado por imanes, cribas, despedregadoras, separadoras de discos (separa del trigo granos quebrados, semillas de tamaño ligeramente más pequeño que el trigo, etc.)

Como parte final de la limpieza del trigo, pasa al pulidor donde se eliminan el polvo y los pelos del cepillo - del grano mediante una serie de rodillos revolventes.

III.- ACONDICIONAMIENTO :

El acondicionamiento es una parte vital del proceso de molienda. Es la etapa donde mediante adición de agua y tiempo de reposo, el trigo sufre una serie de cambios físicos y químicos necesarios en el grano antes de poder ser pasado a la molienda. Esta adición de agua se lleva a cabo en las nodrizas de acondicionamiento de cada uno de los molinos. El objetivo principal es acentuar las diferencias físicas entre el endospermo, salvado y germen para poderlos separar fácilmente en el proceso de molienda. La adición de agua endurece la capa de salvado y permite su fácil separación del endospermo. El agua se agrega al trigo mediante unos rociadores de alta velocidad.

El trigo acondicionado tiene un contenido de humedad de 15.0 a 16.5 %, si las partículas de salvado están demasiado secas, se romperán en partículas tan finas durante el proceso de molienda que será imposible su eliminación, causando que la harina este manchada y con alto color.

IV.- OBTENCION DE HARINA Y SUBPRODUCTOS :

El trigo después de haber sido pasado por la sección de limpia y acondicionamiento es enviado al área de molienda propiamente dicha.

Actualmente se elabora la mayor parte de la harina -- con el proceso de rodillos. Este método reduce gradualmente al grano limpio hasta obtener la harina, moliendo y tamizando varias veces. El proceso de molienda actual consiste de tres etapas :

- 1.- Trituración y reducción de tamaño.
- 2.- Clasificación de acuerdo al tamaño de la partícula y densidad.
- 3.- Purificación / Clasificación final.

En los bancos se lleva a cabo la trituración y reducción del grano y la sémola de trigo. Cada uno de estos bancos consta de dos pares de cilindros, que pueden ser estirados (Trituración) o lisos (Reducción) según su función.

Un cilindro de cada par, gira a mayor velocidad (RPM) que el otro, con el fin de incrementar la eficiencia de la molienda. La distancia entre los cilindros se ajusta moviendo uno de ellos y dependerá del tamaño de partícula que se desee.

La molienda es un proceso de reducción gradual en el que cada etapa de trituración produce partículas más finas que la anterior. Después de cada etapa de trituración, se tamiza el producto, se remueve la harina y se mandan las partículas más gruesas de endospermo al purificador o a otro molino de rodillo. Los purificadores concentran y se paran las sémolas finas limpias y otras partículas que se envían hacia los rodillos lisos de reducción, mientras que los materiales más gruesos que contienen salvado se mandan a un rodillo de rompimiento fino para una molienda posterior que elimine el endospermo adherido.

Cada etapa de trituración produce harina que es separada en los cernedores.

Los equipos de cernido son la parte del sistema donde se lleva a cabo la separación de los productos según su tamaño y densidad. Aunque existen muy diversos tipos y tama

ños de cernedores, con diferente sistema de transmisión y diferente tipo de bastidores el principio de operación es el mismo.

Los equipos de cernido son del tipo de oscilación libre operando mediante un motor, una flecha vertical y un sistema excéntrico de contrapesos; cada oscilación forma un círculo de aprox. 6-8 cm. de diámetro cuando se opera normalmente el equipo.

Los cernedores están divididos en secciones cada una con diferente tipo de malla para recibir distintos tipos y cantidades de productos. Cuando el producto entra a alguna sección cae directamente sobre la tela. Las partículas más pesadas tienden a irse al fondo y pasan por las aberturas de la tela mientras que las más grandes y/o más ligeras quedan sobre la malla y salen por la descarga de la sección; el movimiento giratorio mantiene la carga en movimiento pasándola subsecuentemente por todas las telas de la sección. La tela de cernido está montada sobre un portabastidor de madera, el cual recibe el producto que atraviesa la tela y lo separa enviándolo a la sección correspondiente según sus características.

Cada harina producida es ligeramente diferente en términos de cenizas, proteínas y color.

Las corrientes con alto contenido de cenizas y proteína provienen de la parte final del molino y del último rodillo de rompimiento. Dependiendo del tamaño del molino, puede haber 30 o más corrientes diferentes de harina producidas en cada operación de molienda. Varias de estas corrientes de harina se mezclan entre sí para producir los diferentes grados comerciales de harina.

El salvado, el germen y la parte del endospermo que está muy contaminada con salvado como para ser mandado a la corriente de harina forman el alimento molido que suele venderse como alimento para ganado. El rendimiento teórico de la harina como ya se mencionó es de 83% aprox., pero solo un 70-72 % es alcanzado en la práctica.

La cantidad de harina extraída, o la extracción, es un determinante de la fuerza de la harina. La manera en que los diferentes constituyentes de la harina están agregados en el producto final también afecta la calidad de la harina.

V.- TRATAMIENTO CON ADITIVOS :

Es muy común que la harina sea tratada con aditivos. Estos pueden ser blanqueadores tales como el peróxido de benzoilo, agentes madurantes como el dióxido de cloro, fuentes de enzimas como la harina de trigo maltada y enriquecedores como vitaminas y minerales.

1.- Blanqueo y maduración de harina

La harina recientemente molida tiene un color crema natural que varía en intensidad con el tipo de trigo usado y las condiciones de cultivo del trigo. El color se debe principalmente a la presencia de la xantofila, un carotenoide que es esencialmente el mismo pigmento que da a las hojas sus colores de otoño. Durante el almacenamiento ocurren cambios químicos dentro de la harina, siendo el más notorio la desaparición del color amarillo simultáneamente tienen lugar otros cambios químicos dentro de las moléculas de proteínas, que mejoran las características de mezclado de la harina y sus propiedades de manejo de masa. En el pasado se incluían todos estos cambios químicos bajo el término de " blanqueo ", debido a la obvia blancura de la

harina. En la actualidad se identifican estos cambios como dos distintos procesos: Blanqueo y Maduración. Con la moderna adición de productos químicos, estos cambios tienen lugar en un período de tiempo menor.

A pesar de que hay aditivos que puedan provocar tanto el blanqueo como la maduración (bióxido de cloro gaseoso) la práctica actual consiste en usar un aditivo especial - para cada uno de los efectos deseados. El peróxido de benzóilo, que no tiene efectos madurantes visibles, es el material para blanqueo de uso más común. Para madurar, el producto más usado es la azodicarbonomida (ADA) que no tiene efecto blanqueador; estos aditivos son materiales sólidos usados en harinas de trigo duro y son añadidos cuidadosamente en pequeñas cantidades a la harina en el molino. Para harinas de trigo suave se usa el gas cloro. El gas actúa rápidamente sobre la harina, debilitando sus proteínas y bajando su pH. El cloro también es un agente madurante pero no se usa comunmente en harinas panaderas con este propósito. En harinas de trigo suave, la acción madurante no interesa, ya que no afecta la calidad panificable de las harinas pasteleras.

VI.- ALMACENAMIENTO Y EMPAQUE :

La harina pasa finalmente a almacenarse en silos de los cuales es vaciada a pipas para transportarse a los lugares en los que se va a utilizar.

Otra opción es empacarla en bultos o en envases especiales para su venta directa al público.

AQUI EMPIEZA...

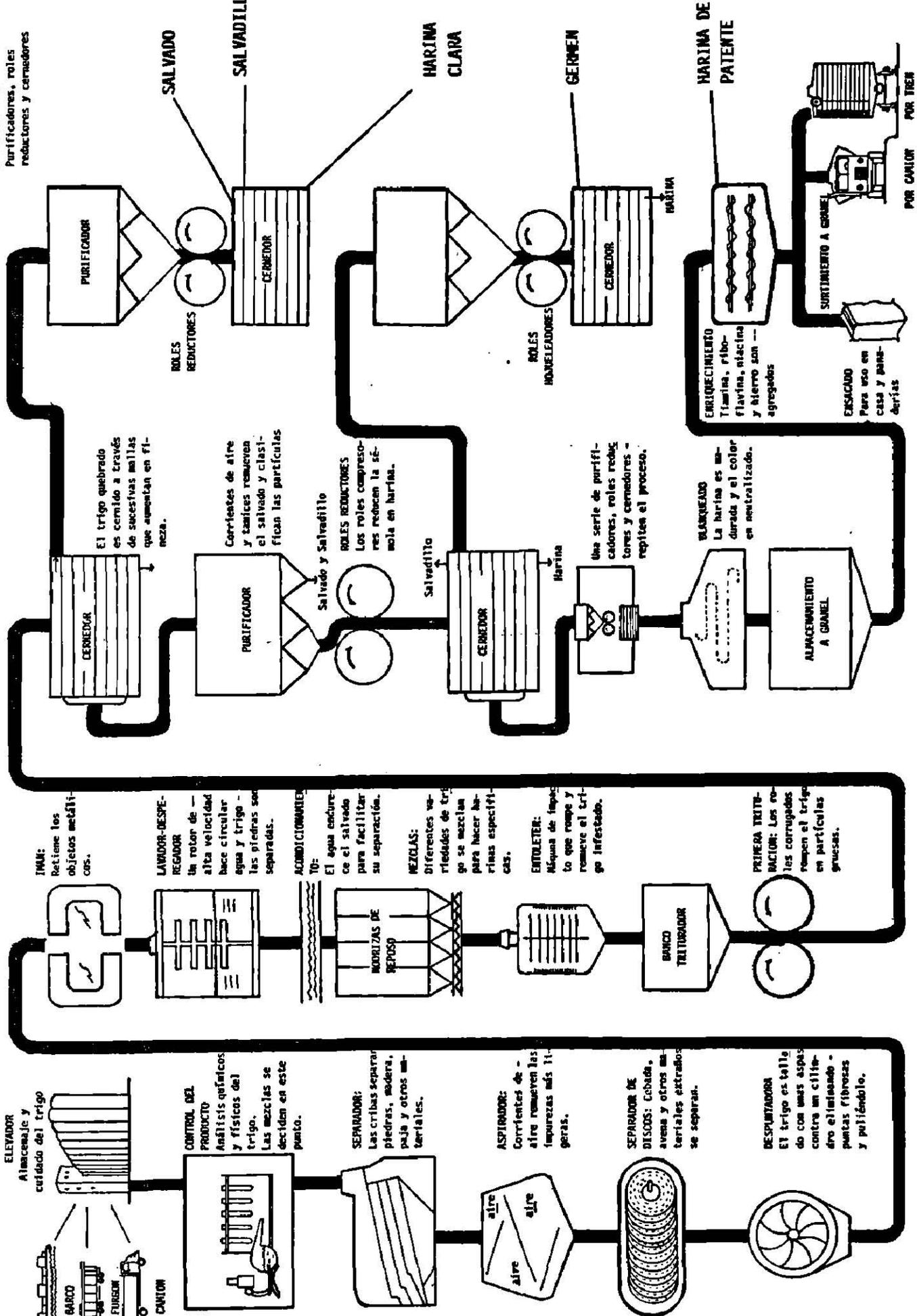


Fig. 2 PROCESO DE MOLIENDA

H A R I N A

H A R I N A

I.- GRADOS DE HARINA

Es muy importante entender la nomenclatura especializada aplicada a los grados comerciales de harina.

En el proceso de molienda de rodillos, se remueve alrededor del 26% de la baya en forma de salvado (Forraje de molino) dando así 72% del peso total del grano en forma de harina. Si todas las corrientes de molienda que representan el 72% se juntan para hacer una harina de un solo grado el producto será una harina de grado directo o 100%. El 28% que se elimina durante la molienda consiste de germen, salvado, salvadillo y colas.

Si solamente se colectan aquellas corrientes de harina que consisten esencialmente de endospermo puro de los rodillos de rompimiento y reducción, excluyéndose las corrientes restantes altas en cenizas, se tiene como resultado a la harina Patente que puede contener del 65 al 95% de la harina total. La harina con mayor contenido de cenizas y proteínas separada de las corrientes al producir harina Patente se llama harina de segunda. Este grado puede contener de 5 a 38% de la harina total.

1.- Extracción ;

En base al porcentaje del grano de trigo incluido en cualquier grado de harina o la porción del grano que es convertida en harina, tenemos la siguiente nomenclatura.

- a.- Graham o Harina Entera de Trigo - 100% de extracción
- b.- Extracción Normal - 72 % de extracción
- c.- War Flour - 80 % de extracción

2.- Separación :

De la división en grados de la harina molida a partir de una mezcla de trigos se obtiene :

a.- Harina de Grado Directo - la cantidad de la harina que puede ser molida de una mezcla de trigo. Todas las corrientes de trigo combinadas; o la suma de las corrientes patente y clara.

b.- Harina de Patente: (Harina Refinada). Harina hecha de endospermo purificado (sin salvado).

c.- Harina Clara - Porción de la harina de grado directo que queda después de remover las corrientes de patente.

d.- Harina de Grado Directa Stuffed: Es una harina de grado directo a la cual ha sido agregado algo de harina clara.

e.- Harina de Grado Directo Cut: Una harina de grado directo de la cual solo las partes de salvado han sido removidas.

f.- Harina Entera de Trigo: 100% de extracción y 100% de separación.

Tanto para las harinas de grado patente como para las directas, entre MENOR sea su porcentaje de extracción, más alto será su grado como harina.

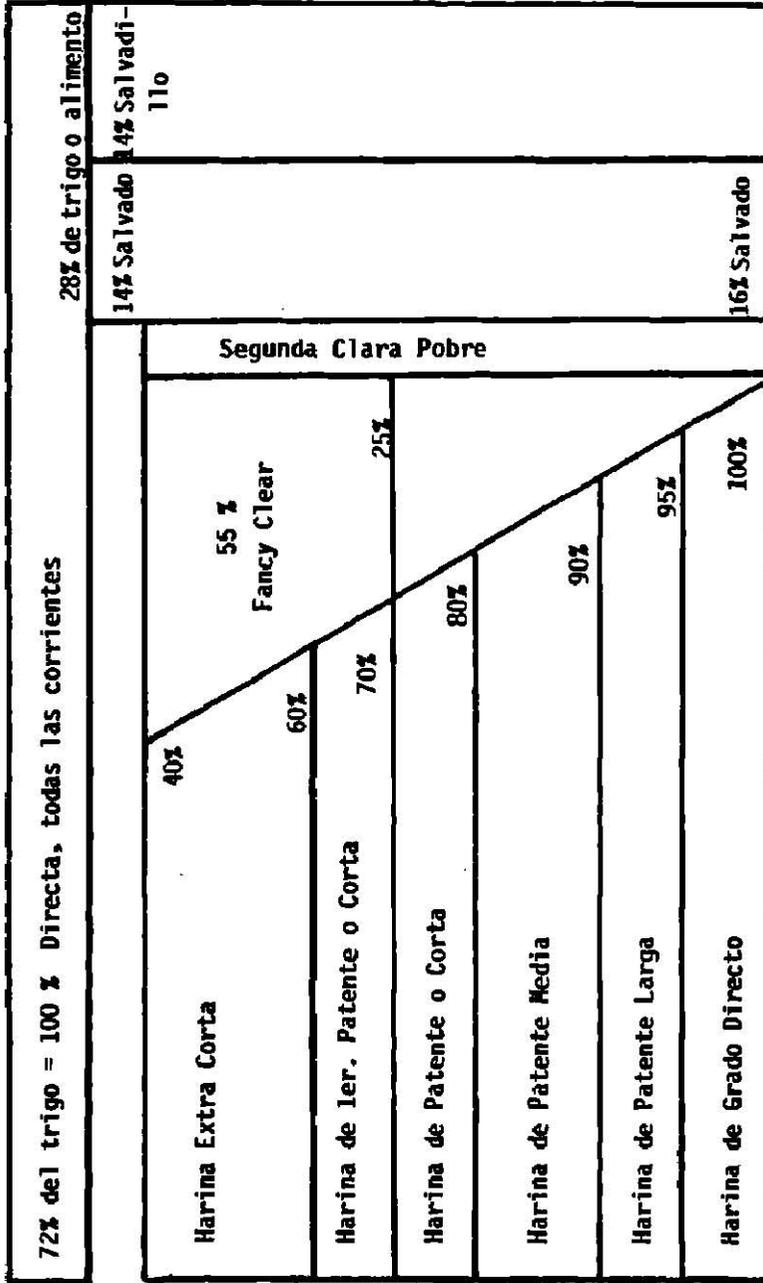


Fig. 3 Relación de los grados de harina.

II.- CONSTITUYENTES DE LA HARINA :

La composición química de la harina depende de las - propiedades del grano del cual se elaboró y del proceso de molienda. Sin embargo, los variados porcentajes de sustancias elementales contenidas en los diferentes grados de harina son relativamente constantes.

Generalmente la composición química es como sigue:

- Agua o Contenido de Humedad
- Materia Mineral (cenizas) formada principalmente de sales de fosfato de potasio y magnesio, provenientes de la tierra.
- Compuestos que contienen Nitrógeno tales como la gliadina y glutenina que forman gluten y otras proteínas.
- Grasas y Aceites.
- Carbohidratos que consisten de fibra cruda (celulosa), - almidón, dextrinas y otros carbohidratos.
- Vitaminas
- Enzimas
- Miscelaneos

1.- Contenido Mineral :

El conocimiento del contenido mineral de una harina - nos proporciona la siguiente información :

- a.- Un índice del grado de refinamiento debido a que la mayoría de la materia mineral del trigo está contenida - en el salvado y en las células aleuronas. Los grados patentes promedian de 1/5 a 1/4 parte del contenido de ceniza del trigo.

<u>CENIZAS</u>		%
Acido Fosfórico	(P_2O_5)	49
Potasio	(K_2O)	35
Magnesio	(MgC)	10
Calcio	(CaO)	4
Sodio	(Na_2O)	0.5
Hierro y Aluminio	(Fe_2O_3, Al_2O_3)	0.5
Trióxido de Azufre	(SO_3)	0.3
Cloro	(Cl)	0.2
Silice	(SiO_2)	Trazas

Tabla 4. Contenido Mineral de la Harina.

b.- Una prueba para ver si las muestras presentadas por el molino son iguales que la harina enviada.

c.- No es una guía para determinar la calidad de horneado.

Las variedades de trigo varían en el contenido de cenizas, de aquí que harinas de la misma extracción y separación de dos diferentes trigos variarán en su contenido de cenizas.

2.- Contenido de Proteína :

El contenido total de proteína de las muestras de trigo, puede variar de un 7% como mínimo, a un 18% como máximo. Estos valores extremos se aplican a solo un pequeño porcentaje de todos los trigos, siendo el rango usual de un 8 - 10 % para los trigos suaves rojos o blancos y de un 12 -14 % para los trigos duros. Aproximadamente el 85% de esta proteína constituye el GLUTEN, complejo proteínico in soluble en agua el cual hace posible el esqueleto estructural de productos horneados de baja densidad; está localizado exclusivamente en el endospermo, por lo que la mayor parte de él es recobrado en la harina.

Cuando el guten es extraído de la harina mediante lavado, puede ser separado en fracciones - glutenina (soluble en ácido o álcalis diluídos), gliadina (soluble en etanol al 70%), mesonina (soluble en ácido acético diluido) y albúmina y globulina (solubles en agua) (ver tabla 5).

Como se puede ver en la tabla 6, el gluten absorbe cerca de tres veces su peso seco en agua y en una gran medida es responsable de las propiedades absorsivas de la harina.

La Gliadina, la glutenina y la mesonina son insolubles, pero cuando el agua es agregada a la harina, la glutenina se hincha y durante este proceso absorbe la gliadina, mesonina y una porción de las proteínas solubles, creando una sustancia enteramente nueva llamada gluten.

De los aminoácidos que forman el gluten la mayor cantidad es de ácido glutámico (40% del total) y el aminoácido más deficiente es la lisina. Debido a su deficiencia de lisina (aminoácido esencial) el gluten es considerado como una proteína incompleta, la cual no apoyará el crecimiento y el desarrollo. La inclusión de la leche en el pan aumenta grandemente su valor nutricional debido a que las proteínas de la leche contienen relativamente altas cantidades de lisina.

El contenido de gluten en la harina depende de la variedad de trigo del cual proviene, del promedio de lluvias durante su cultivo, de la fertilidad del terreno y del área geográfica en la cual se sembrará el trigo.

La proteína de la harina es importante debido a que el gluten se desarrolla a partir de ésta, respondiendo por las características de mezclado, manejo de masa y la formación del " esqueleto " del producto horneado. El valor del trigo sobre otros cereales se apoya en las propiedades formadoras del gluten. Las harinas de grado directo son generalmente más fuertes (más alta absorción, más largo tiempo de mezclado y produce panes de mayor volumen) que las harinas de patentes de la misma mezcla.

Se cree que las proteínas contenidas en las partes externas del grano de trigo (Aleurona) son más fuertes y más duras que las contenidas en las partes más internas

	(%)
Gliadina	36.0
Glutenina	20.0
Mesonina	17.0
Globulina	7.0

Tabla 5. Análisis de la Porción de Proteína del Gluten

	(%)
Agua	67.0
Proteína	26.4
Almidón	3.3
Lípidos	2.0
Cenizas	1.0
Fibra	0.3

Tabla 6. Análisis típico del Gluten Húmedo

	(%)
Proteína	80.0
Almidón	10.0
Lípidos	2.0
Cenizas	3.0
Fibra	1.0

Tabla 7. Análisis típico del Gluten Seco

(endospermo). En las harinas de una mezcla particular - existe una relación entre el contenido de proteína y la ca lidad de horneado. Sin embargo, la calidad de la proteína puede variar dependiendo de las variedades de los trigos utilizados en la molienda y las condiciones bajo las - cuales se cultivaron. " La calidad de la proteína, es un factor más importante en la determinación de las propiedades de horneado que la cantidad de ésta

Por ejemplo :

Nos podemos encontrar con variedades de trigo de muy alto rendimiento (Kg/ha) y alto contenido de proteína, - factores que nos indican que son trigos buenos para propósitos de molienda. Sin embargo la harina obtenida de algunas de estas variedades son tan débiles que resultan totalmente insatisfactorias para su uso en panificación.

Debido a estas variaciones en la calidad de la proteína, la cantidad de proteína no es un índice confiable - en la calidad de horneado.

3.- Contenido de Grasas y Aceites :

Los lípidos del trigo están localizados principalmente en el germen y son aceites grasos, fosfolípidos como - la lecitina y material insaponificable como el sitosterol. La fracción insaponificable del germen de trigo es particularmente alta en tocoferoles. Los aceites grasos consisten principalmente de glicéridos de ácidos oleico y linoleicos.

Representan del 1.5 al 2% del peso de la harina, siendo en esta principalmente fosfolípidos (debido a la eliminación del germen).

Generalmente se admite que los lípidos del trigo tienen un efecto definido en la calidad de horneado de la harina.

El mecanismo exacto por el cual esta influencia es ejecutada no es conocido pero se piensa que las reacciones y efectos surfactantes con las proteínas están involucradas.

4.- Contenido de Carbohidratos :

Los carbohidratos que encontramos en la harina son los siguientes :

a.- Celulosa

La encontramos en cascarilla y paredes celulares.

b.- Gomas

Aproximadamente del 3.5 al 4.0 % y consiste principalmente de pentosanos, de arabinosa y xilosa.

Se hinchan en agua, más no son completamente solubles, pueden influir en algunas de las características del manejo de masa pero su papel en el horneado no ha sido establecido.

c.- Carbohidratos Solubles

La harina contiene de 1.0 a 1.5 % de sucrosa y cantidades pequeñas de maltosa, dextrosa, levulosa y dextrina soluble. Durante el proceso de molienda un pequeño número de granulos de almidón son rotos y el almidón se vuelve soluble (o fácilmente convertido en productos solubles a través de acción enzimática).

La harina que contiene un alto número de gránulos rotos - está sobremolida por lo cual resulta ser una harina de calidad inferior. Estos carbohidratos solubles son princi-
- mente consumidos por la levadura durante el período de -
- fermentación.

d.- Almidón

El almidón comprende cerca del 70% del peso de - la harina. La harina de trigo puede ser identificada por las características de sus gránulos de almidón los cuales pueden ser de dos tamaños: pequeños granos esféricos de - 5 a 15 micrones de diámetro y largos discos que pueden - variar de 20 a 35 micrones de diámetro. La temperatura - de gelatinización depende de la concentración, pH y otros factores pero generalmente ocurre de los 56-60°C de tem-
- peratura.

El almidón de trigo consiste de 19-26% de amilosa - (cadena recta) y 74-81% de amilopectina (cadena ramifi-
- cada).

A pesar de que representa cerca del 70% del peso de la harina, el almidón no es considerado usualmente como - factor importante en la determinación de la calidad de la harina. Sin embargo, se dice que puede influenciar en el tiempo de mezclado y en algunas de las características - del amasado.

Excepto por la hidrólisis del almidón soluble y de - los gránulos rotos de almidón por la acción de las enzi-
- mas presentes en la harina, el almidón no experimenta cambios apreciables durante la etapa de fermentación. Se - considera que las potencialidades de la masa son determi-
- nadas por la cantidad y calidad de gluten y que esas po-
- tencialidades son determinadas en la masa por el almidón

durante el proceso de horneado. El acondicionamiento -- apropiado del gluten es responsable de las características de amasado, y el acondicionamiento apropiado del almidón contribuye a las características finales del pan. El colapso de algunos panes es debido a que hay almidón in suficiente para mantener la estructura interna del pan -- después del proceso de horneado. Algunos suplementos de enzimas en la harina tienen el propósito de modificar el almidón para darle características de migajón apropiado.

5.- Contenido de Vitaminas

Las vitaminas tiamina, riboflovina y niacina están contenidas principalmente en la porción del grano de trigo y son removidas durante el proceso de molienda.

Debido a su valor nutritivo, son agregadas en forma de vitaminas sintéticas a las corrientes de harina o a las masas de pan en forma de tabletas enriquecedoras.

El germen de trigo contiene apreciables cantidades de vitamina E; en sí es altamente nutritivo pero contiene materiales reductores, los cuales ablandan el gluten produciendo masas suaves y pegajosas.

Procesado puede ser incorporado en las masas sin dificultad y es usado como potenciador nutritivo y de sabor (tratamiento térmico).

Cabe mencionar que el trigo contiene carotenoides que consisten enteramente de xantofila la cual no puede actuar como precursor de vitamina A.

VITAMINAS	TRIGO	SALVADO	SALVADILLO	GERMEN	HARINA DE BAJO GRADO	1a. HARINA CLARA	HARINA PATENTE
TIAMINA	0.393	0.629	1.34	1.35	1.08	0.245	0.076
RIBOFLAVINA	0.107	0.334	0.347	0.487	0.124	0.048	0.032
NIACINA	5.45	26.6	16.0	4.53	3.86	2.09	1.01
ACIDO PANTOTENICO	1.09	3.91	2.66	1.04	0.915	0.675	0.483
ACIDO FOLICO	0.050	0.088	0.135	0.205	0.042	0.018	0.011
BIOTINA	0.0114	0.0440	0.0350	0.0174	0.0108	0.0042	0.0014
ACIDO P-AMINOBENZOICO	0.383	1.48	1.26	0.370	0.295	0.126	0.033
INOSITOL	315.0	134.0	1080.0	852.0	341.0	113.0	0.33

Tabla 8. Contenido de vitaminas en Trigo y Productos de la Molienda.

* En miligramos por 100 gr. de un producto con 14% de humedad

Se ha estimado que el endospermo contiene 24% del total de tiamina, el germen 15% y la cascarilla el 61%. La Riboflovina está distribuída similarmente pero una proporción un poco más alta del total es encontrada en el endospermo.

6.- Enzimas

La harina contiene 2 enzimas que resultan esenciales en la producción de harina. La β -amilasa convierte las dextrinas y una porción de almidón soluble a maltosa. El mantenimiento de un adecuado nivel de maltosa es esencial para la fermentación activa por parte de la levadura. La β -amilasa es fácilmente inactivada con calor y por lo tanto su actividad principalmente es durante la fermentación. Debido a que los granulos de almidón intactos no son objetivo de ataque, su acción esta confinada a dextrinas solubles, almidón soluble y gránulos de almidón rotos.

La α -amilasa es una enzima que convierte el almidón soluble en dextrinas durante la fermentación, su actividad está confinada al almidón soluble y gránulos rotos. En contraste con la β -amilasa, esta es estable al calor y puede sobrevivir a temperaturas tan altas como 75°C. Como esta temperatura sobrepasa la temperatura de gelatinización del almidón de trigo (56-60°C) y la gelatinización cambia al almidón sujeto al ataque enzimático, una considerable degradación del almidón por la hidrólisis -- realizada por la α -amilasa ocurre durante la fase inicial del horneado. Algunos tecnólogos consideran a esta etapa de degradación como el aspecto más importante del malteado propio de la harina.

Las enzimas se desarrollan en el grano de trigo durante las etapas iniciales de germinación. Cuando el trigo fue almacenado en la hacina anterior a la trilla, algunas germinaciones ocurrieron y las harinas molidas de éste casi nunca fueron deficientes en actividad diastásica. Con métodos combinados modernos hay una pequeña oportunidad para que el trigo germine y las harinas por lo general son deficientes en actividad diastásica. Para compensar esto se agrega la harina de malta y se mezcla con las corrientes de molienda. La harina de malta es preparada con trigo o cebada molidos que han germinado bajo condiciones controladas cuidadosamente, han sido secados y convertidos en harina. La harina puede ser usada directamente como suplemento de malta o puede ser convertida en jarabe de malta. En un procedimiento subsiguiente, la harina o el grano no molido se combina con agua, se guarda a temperatura de 125°F para promover la hidrólisis enzimática de las proteínas y luego la temperatura es elevada a 145°F. A esta temperatura los almidones se convierten en dextrinas y maltosa. La masa es filtrada y concentrada produciendo jarabes de malta. Estos jarabes pueden ser diastásicos, dependiendo de la temperatura a la que se lleve a cabo la concentración.

Los suplementos de malta fueron antiguamente agregados a las harinas y masas para aumentar la producción de gas mediante el surtimiento de azúcares fermentables para la levadura. Ahora se sabe que el más grande valor de la malta es su modificación del almidón durante las etapas iniciales del horneado. Los jarabes de malta también son empleados para dar sabor y color a la corteza del pan, además de su actividad diastásica.

Los almidones dextrinizados y gelatinizados son algunas veces usados en lugar de los jarabes de malta no diastásicos, ya que estos también sirven como fuente de azúcar para la levadura durante la fermentación. Tales preparaciones debilitan una harina fuerte y tiende a la formación de una pasta más suave. Debido a que el almidón geletinizado y las dextrinas tienen una alta capacidad de absorción de agua su uso tiende a aumentar la absorción de la masa y algunas veces son utilizados con este propósito.

Las proteasas son enzimas que degradan proteínas. Suplementos de proteasa pueden ser agregados a harinas fuertes para mejorar sus características de amasado. Se debe ejercer extremo cuidado en su uso; en la mayoría de las harinas (proteína fuerte) un exceso de proteasa no es deseable y como debilita tanto el gluten y su extensibilidad no es muy utilizada en la fabricación de pan.

Es necesario estar alerta a la necesidad para este tipo de modificación debido a la variación de la harina. Un control exacto de temperatura es también muy importante, - debido a la actividad de la proteasa; como con la mayoría de las otras enzimas, varía con la temperatura. Un grado más o menos cambiaría la actividad un 10%. Un incremento de 10°C en la temperatura aumentaría la actividad de la proteasa en un 100 %. La temperatura es un factor crítico y debe ser controlada cuidadosamente.

Las lipasas son enzimas presentes en la harina e hidrolizan las grasas. Son de poca importancia en la manufactura de pan. Pequeñas cantidades de ácidos grasos libres en la harina para pastel tienden a producir pasteles con extrema suavidad. Ya que probablemente hay insuficiente grasa en la harina para que tal hidrólisis nos pudiera dar cambios

deleitorios, el contenido de grasa de las mezclas para pastel preparadas es suficiente por lo que la actividad de la lipasa en la harina es de importancia, especialmente si las mezclas van a ser almacenadas por cualquier cantidad de tiempo anterior al horneado.

7.- Miscelaneos

La harina contiene otros materiales, cuya función no se ha entendido claramente. Entre estos tenemos ácidos - orgánicos como el acético, tartárico y láctico; esporas de bacterias y mohos; pigmentos corotenoides, etc.

III.- ANALISIS DE LA HARINA

El entendimiento apropiado de las cualidades de la harina, tanto como las propiedades de la masa es un prerequisito para un trabajo eficiente en las industrias molinera y de panificación. Especialmente con la proliferación de la mecanización, donde las panaderías tienen menos posibilidades para regular las diferentes cualidades de la harina, un adecuado control de calidad durante la compra y la mezcla es indispensable.

I.- ANALISIS QUIMICO

a.- Humedad

Es la medida de la cantidad de agua que contiene la harina y usualmente puede variar de un 10-14%. En el - molino, la harina generalmente se empaca con un 14% de humedad y tenderá a perderla o ganarla dependiendo de las - condiciones atmosféricas y otras condiciones de almacena- miento. Si la humedad contenida es más del 14%, la harina puede tender a volverse mohosa y proporcionar el crecimiento de insectos. Si se permite que la harina se seque en - exceso pueden haber problemas en la hidratación apropiada del gluten durante el mezclado. Estos cambios en el contenido de humedad de la harina son importantes para el pana- dero, debido a que la pérdida usual de humedad no solo au- menta los requerimientos de absorción de la harina debido a su contenido actual más bajo de humedad, sino también de bido a que material más seco está contenido en un peso de harina dado.

En el laboratorio se determina mediante la pérdida de peso de una muestra que ha sido sometida a una temperatura constante durante un período de tiempo hasta que el agua -

contenida se haya evaporado.

Ciertos tipos de aparatos electricos que nos determinan la humedad de una muestra pueden ser útiles para el panificador, debido a que estos instrumentos hacen posible la determinación inmediata del contenido de humedad de la harina al momento de estarla cargando en las mezcladoras.

b.- Ceniza

Todo el material presente después de calcinar una muestra se denomina cenizas, las cuales incluyen el material inorgánico. (sulfatos, fosfatos, óxido de calcio, magnesio potasio, etc.).

Tal parece que el análisis del contenido de cenizas -- fue el primero que se adaptó por quienes se encargan de comprar y vender harina, para evaluar de forma simple la cantidad de ésta. Por un tiempo se creyó que el valor de cenizas no servía para predecir las cualidades de horneado de la harina. No obstante, es útil porque indica el grado de harina o el grado de separación ya que el contenido mineral está localizado principalmente en el salvado y en el germen del grano de trigo. Así, las harinas de patente corta --- (short patent) tienen el más bajo contenido de cenizas, debido a que la separación del salvado y el germen de la harina es más completa. Los trigos varían un poco en su contenido de cenizas debido a sus diferencias en variedad y condiciones climáticas en años sucesivos de cultivo. Por lo tanto, para un grado particular de harina, el contenido de cenizas puede variar ligeramente, dependiendo de la localización del molino, las variedades de trigo molido y el año de cultivo. Para una mezcla particular de trigo, el molino usa la determinación de cenizas para controlar el grado de separación en su proceso de molienda.

c.- Proteína

Las proteínas son una clase de materiales alimenticios que contienen el elemento, nitrógeno. Varían en su valor nutritivo, características físicas y función dependiendo de su fuente. Por ejemplo, la caseína de la leche es una proteína de excelente valor nutritivo; la albúmina del huevo además de su valor nutritivo posee cualidades de batido que le permiten servir como agente leudante para ciertos productos horneados; y el GLUTEN de la harina de trigo el cual imparte las propiedades de extensibilidad, elasticidad y retención de gas de la masa. La química determina la cantidad de proteína en un alimento mediante análisis cuantitativo de nitrógeno proteico. El contenido de nitrógeno de una proteína varía un poco dependiendo de su fuente y éste es conocido para todas las proteínas alimenticias importantes. Así, es necesario multiplicar la cantidad de nitrógeno proteico por un factor establecido para convertirlo a la cantidad de proteína del alimento; en el trigo hay 5.7 partes de proteína por cada parte de nitrógeno.

El gluten representa casi toda la proteína en la harina y es insoluble en agua. Este absorbe el agua, se hincha e imparte las propiedades elásticas y de retención de gas a la masa. Hay una pequeña porción de proteína soluble en agua en la harina y se cree que solo sirve para nutrir a la levadura durante la fermentación de la masa.

De las harinas que pueden ser molidas de una mezcla específica de trigos, las harinas más fuertes contienen la más alta cantidad de proteína.

Debido a esto, se ha planteado que la cantidad de proteína en una harina es un indicador de su fuerza de horneado, la cual también depende de la calidad de la proteína.

La calidad de horneado del gluten de trigo depende de la variedad del trigo del cual es extraída la harina, así como de las condiciones climáticas y de suelo bajo las cuales crece. Una que contiene 11.5% de proteína puede ser inferior a una que solo contiene 10.5%; ya que el análisis de proteína evalúa solo la cantidad y no la calidad de ésta, éste se considera como un índice de la fuerza de horneado solo si las variedades de trigos así como las áreas donde fueron cultivados son conocidas.

d.- Producción de Gas y Maltosa

La adición de suplementos de malta es una práctica común en la producción comercial de pan. Su uso tiende a ayudar a mantener una fermentación vigorosa de la levadura por un largo período de tiempo, mejorar el color de la corteza, modificar las características de la migaja y mejorar el volumen de la hogaza de pan. Los suplementos de malta contienen las enzimas alfa y beta amilasas, las cuales hidrolizan el almidón a maltosa. La levadura utiliza la maltosa en su crecimiento como alimento y la convierte a dióxido de carbono, el agente leudante de la levadura que levanta los productos de panificación. Las enzimas son sustancias complejas que son fácilmente destruidas y su análisis directo no es posible. Las cantidades en que están presentes en una harina es determinada por la actividad enzimática, la cantidad de maltosa, la cual es producida en una suspensión de harina durante un período de digestión controlado o por la cantidad de dióxido de carbono (poder gasificante) producido bajo una fermentación controlada de la harina por la levadura.

Las dos enzimas de la malta, alfa y beta amilasa difieren en la habilidad para hidrolizar las fracciones de almidón y algunas veces son llamadas licuificante y sacari

ficante. La β -amilasa puede convertir completamente la -amilosa, (La fracción del almidón de cadena recta) a maltosa pero puede hidrolizar solo las partes finales de la -cadena ramificada de la fracción amilopectina. No puede -romper las ramificaciones y el producto de su digestión es llamado el límite beta - amilasa, la dextrina. Este material tiene muchas de las propiedades del almidón, dando un característico color púrpura con el Iodo y produciendo masas de rangos de viscosidad similares al almidón. La β -amilasa es la "sacarificante" (productora de azúcar)-debido a que hidroliza el almidón a maltosa. Las determinaciones de maltosa y de producción de gas son por consiguiente principalmente una medida de la actividad beta-amilasa. La Alfa-amilasa puede ser considerada como la "artillería pesada" del equipo de enzimas, debido a que puede -romper las ramificaciones de la amilopectina, haciendo posible la conversión completa del almidón en maltosa. La -suspensión de almidón se vuelve fluída, de aquí el término "licuificante", el producto límite no da más color cuando el iodo es agregado. La actividad alfa-amilasa puede ser determinada observando el tiempo requerido para digerir una solución de almidón especialmente preparada hasta la fase donde no dará más color con el iodo (punto acromática). Las propiedades del almidón licuado por la alfa-amilasa -son quizás de más interés para el panadero, debido a que es el alcance de esta degradación del almidón el que determina muchas características de la migaja en la hogaza final.

2.- METODOS FISICOS

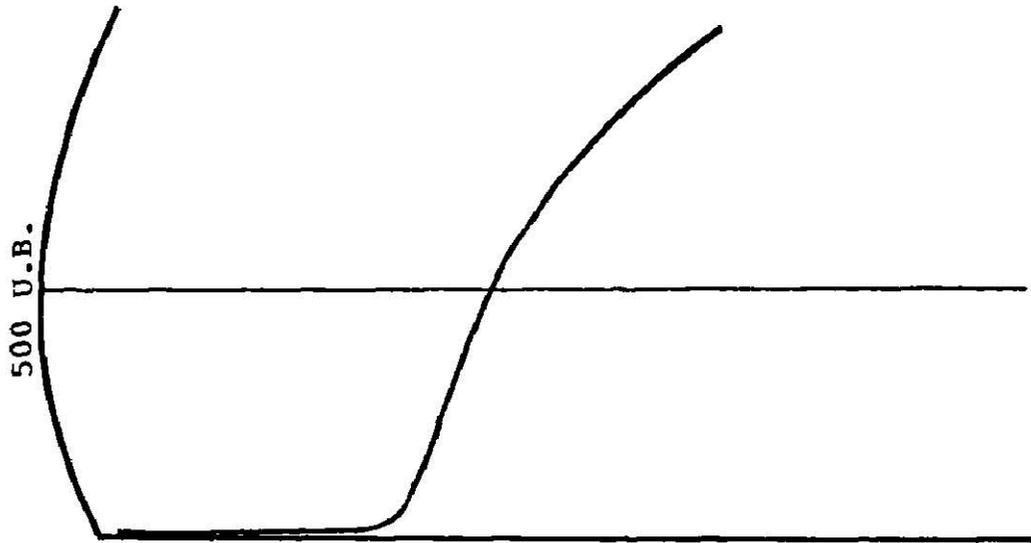
a.- Amilógrafo

El amilógrafo es un viscosímetro de torción utilizado par determinar la actividad enzimática de la amilasa por medio de la viscosidad de la harina en función de un incremento constante de temperatura.

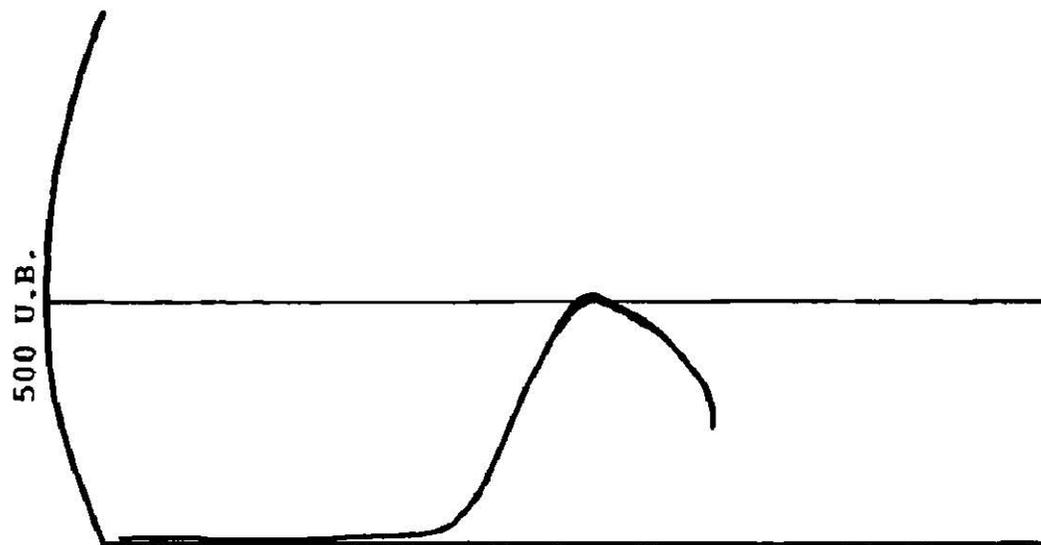
Al usarlo, una suspensión de harina y agua es calentada en proporción uniforme y el instrumento registra los -- cambios en viscosidad a medida que la gelatinización del - almidón ocurre. La viscosidad aumenta al máximo y luego - disminuye. Mientras que la máxima viscosidad puede ser el resultado de un número de factores, es muy dependiente del contenido de alfa-amilasa de la harina. La acción de li- cuado de las enzimas de la harina disminuye la consisten- cia del almidón a medida que es gelatinizado en la hogaza durante el proceso de horneado, disminuye la resistencia a la expansión de los gases y resulta en una hogaza de gran volumen. Si la actividad de la alfa-amilasa de la harina es muy grande, entonces el almidón puede ser hidrolizado - tanto que el gel del almidón no sería lo suficientemente - firme para mantener la estructura del pan, resultando en - volumen decreciente y una migaja húmeda, pastosa y gomosa.

INTERPRETACION DE LA CURVA :

A.- La sección inicial de la curva representa el perí- odo en el cual los gránulos de almidón empiezan a hincharse siendo aún insuficiente este cambio como para registrar un aumento en la viscosidad. Pero como la temperatura aumenta 1.5°C por minuto, el hinchamiento de los gránulos se vuelve más pronunciado aumentado la resistencia a la torción y con



a.- Amilograma de una harina no tratada



b.- Amilograma de harina tratada con malta.
(0.11 % de malta de cebada)

Fig. 4 Amilogramas

secuentemente la viscosidad se incrementa hasta llegar a - la máxima viscosidad donde el gránulo de almidón es desintegrado.

B.- La información que aporta la curva es la siguiente
i) Temperatura de Transición en °C: temperatura en °C a la cual empieza a registrarse un aumento en la viscosidad.

ii) Temperatura en la máxima viscosidad: temperatura en °C en la que se obtiene la máxima viscosidad.

iii) Viscosidad Máxima: máximo valor registrado por el aparato en unidades Barbender. (Ver Fig. 4).

b.- Farinógrafo

El farinógrafo es quizás el instrumento universalmente más usado en los laboratorios de cereales para la determinación de la calidad del gluten o de la harina. El farinógrafo mide y registra la resistencia al mezclado de una masa, determina la estabilidad y otras características de las masas durante el mezclado.

Se aplica para evaluar la absorción de la harina y la característica durante el mezclado.

La curva que se traza es conocida como farinograma y de ésta se obtiene la información antes mencionada. La cantidad de agua necesaria para dar la máxima consistencia (máxima fuerza requerida) de 500UB puede estar relacionada con los requerimientos de absorción de la harina. El tiempo requerido para que la masa alcance su máxima consistencia en el farinógrafo puede estar relacionado con el tiempo requerido para la operación comercial de amasado. -

El grado en el cual la consistencia de la masa disminuye - después de alcanzar el máximo es la medida de su fuerza.

INTERPRETACION DE LA CURVA

A.- CONSISTENCIA: Tiempo transcurrido desde que se - empezó a añadir el agua hasta que la la. línea cruzó las - 500 U.B.

B.- DESARROLLO: Tiempo transcurrido entre la primera adición de agua, el máximo punto de consistencia antes de empezar a decaer. En caso de que la curva se mantenga en el punto máximo por varios minutos, se toma el punto cen-
tral de la parte plana. Si la curva tiene dos picos se to-
ma el segundo para calcular el desarrollo.

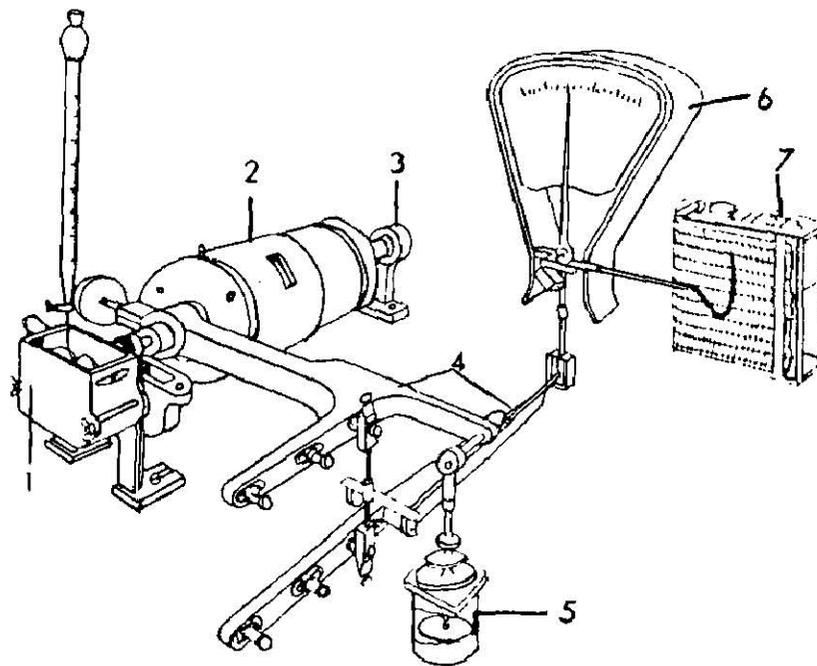
C.- ESTABILIDAD: Es la diferencia en tiempo entre el , punto donde la línea de la curva intersectada por primera vez en la línea de 500 U.B. y el punto donde la curva toca por última vez la misma línea.

D.- ELASTICIDAD: Tiempo transcurrido desde el inicio de la curva hasta el último punto en que toca la línea de 500 U.B.

E.- INDICE DE TOLERANCIA: La diferencia en U.B. entre el punto más alto de la curva (B) y el punto más alto de - curva 5 minutos después de B.

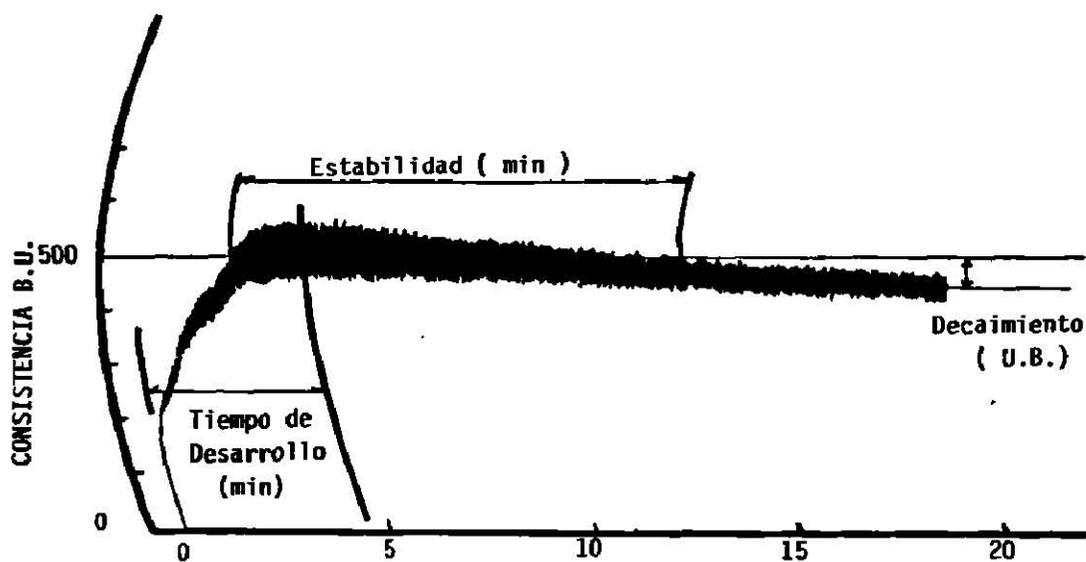
F.- DECAIMIENTO: Diferencia en U.B. entre 500 y el - centro de la curva después de 20 min. de haber agregado - agua.

Las harinas que producen farinogramas de contorno si-
milar funcionarán en la panadería a pesar de que puedan te-
ner diferente contenido de cenizas y proteína (ver fig. 5)



a.- Diagrama que muestra las principales partes de Farinógrafo

- Brabender :
- 1.- Amasadora
 - 2.- Dinamómetro
 - 3.- Soporte
 - 4.- Sistema de Palancas
 - 5.- Amortiguador
 - 6.- Escala
 - 7.- Sistema de Registro



b.- Farinograma representativo que muestra los índices que se miden con más frecuencia

Fig. 5 Farinógrafo

c.- Extensógrafo

Es un instrumento que mide la curva de resistencia a la extensión estirando un pedazo de masa hasta que se rompe.

Se aplica en harinas de trigos para determinar el grado de tratamiento de las harinas por adición de agentes oxidantes.

INTERPRETACION DE LA CURVA

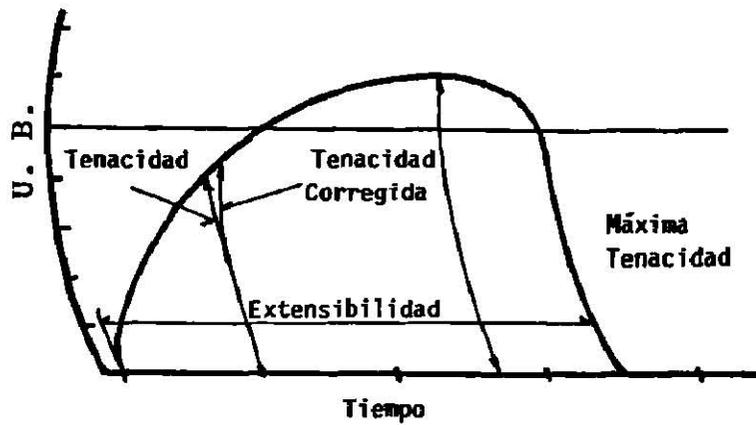
A.- RESISTENCIA A LA EXTENSION : Se mide como la altura de la curva en unidades brabender que se lee en el punto más alto de la curva después de 5 minutos de haber iniciado la prueba.

B.- EXTENSIBILIDAD: Longitud total de la curva en mm.

C.- AREA ABAJO DE LA CURVA: Se mide con el planímetro y se reporta en cm^2 . Es considerada como una medida de las potencialidades de volumen de la harina.

Es necesario que haya cierto balance entre la extensibilidad y la resistencia a la extensión. La fermentación tiende a suavizar el gluten, a aumentar la extensibilidad y disminuir la resistencia a la extensión.

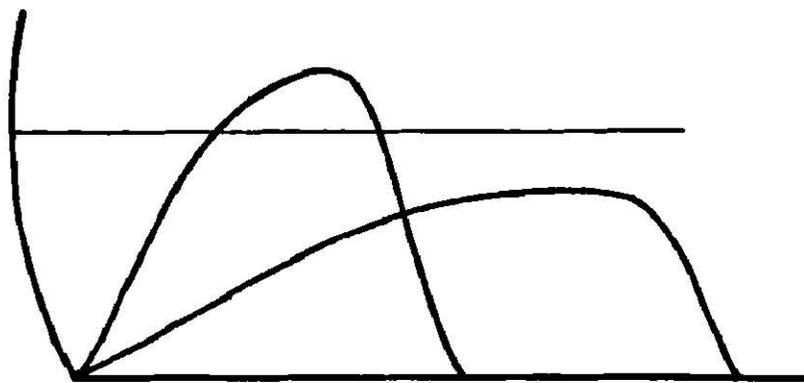
Los agentes oxidantes aumentan la resistencia pero disminuyen la extensibilidad. Por ésto, el aparato es útil en la determinación del balance correcto entre los agentes oxidantes y el tiempo de fermentación. Las harinas que tienen áreas de extensógrafo idénticas tienen generalmente cualidades de horneado similares. (ver fig. 6).



a.- Extensograma representativo que muestra los índices que se miden más frecuentemente.



b.- Extensograma de una harina no tratada



c.- Extensograma de una harina tratada con agente oxidante (2g per cwt.)

Fig. 6 Extensograma

d.- Viscosímetro Mac Michel

Aunque la mayoría de los esfuerzos para determinar los factores relacionados con la calidad de horneado de la harina han sido dirigidos principalmente a las harinas para pan, considerables progresos se han hecho en idear análisis para evaluar harinas para pasteles y galletas. Estas harinas generalmente son bajas en proteína, y tal proteína ha sido además debilitada por el blanqueado. En la fabricación de esos alimentos los procedimientos de --mezclado se llevan a cabo de tal manera que minimizan el desarrollo del gluten.

El Viscosímetro Mac Michel es un aparato usado para determinar la viscosidad de una suspensión acidulada de agua y harina, y su valor de fuerza ha sido correlacionado exitosamente en las cualidades de horneado de las harinas de trigos suaves en el horneado de pasteles, galletas pays, etc.

Generalmente, las harinas con viscosidades Mac Michel de 70°-90° son aptas para galletas de fermentación, 40° - 55° para producción de galletas, 40° -70° para producción de pasteles y de 25° - 40° para producción de pays.

e.- pH ó Acidez

El grado de acidez o alcalinidad de la harina puede ser medido mediante la determinación de su potencial de hidrógeno o pH cuando ésta se encuentra disociada en una solución acuosa. Para ésto utilizamos el pH-metro.

Las lecturas bajas de pH son un indicador de un fuerte tratamiento con cloro.

f.- Fermentógrafo

La medición de la cantidad de Bióxido de Carbono producido durante la fermentación de la masa bajo condiciones controladas es conocida como fermentograma.

Esta prueba se emplea para determinar las propiedades de panificación de la harina y la conducta de los mejorantes añadidos a las harinas principalmente aquellos que contienen enzimas diastásicas.

INTERPRETACION DE LA CURVA .

- A.- Se mide el volumen de gas desplazado en cada -- hora.
- B.- Se suman los volúmenes de las cuatro horas de - prueba.
- C.- Se reportan como centímetros cúbicos de CO₂ desplazado.

3.- ANALISIS FISICOS

a.- Análisis de Color

El color de la harina puede ser un indicador del color de la migaja en el producto final horneado. El color de la harina contribuye al color de la migaja, pero frecuentemente otros ingredientes de la fórmula y otros procedimientos hechos oscurecerán la contribución de color de la harina.

El color de una harina puede ser comparado visualmente con el de otras, más también existen los colorímetros los cuales nos pueden dar más eficientemente una medida de blancura.

El color es una medida de la blancura de una harina proveniente de otras fuentes aparte de los pigmentos carotenoides (Colorímetro Agtron).

La medida de la luz de una onda en particular que se refleja de la superficie de una pasta preparada con la harina es el color de ésta y es casi totalmente dependiente de la cantidad y tipo de polvo de salvado contenido. (Kent Jones and Martin).

b.- Materia Extraña

La materia extraña que se encuentra en la harina puede ser un indicador de la cantidad de contaminación en la mezcla de trigos al tiempo que es alimentada a los primeros roles de quebrado, o de la contaminación que ocurre durante el proceso de molienda o durante el almacenamiento de la harina molida. El tamaño de los fragmentos puede ser una pista de la fuente de contaminación.

La materia extraña puede ser liberada de la harina mediante digestión ácida o enzimática y después separada mediante el uso de aceite mineral. Los fragmentos están contenidos en el aceite, el cual es filtrado, obteniendo de esta manera los fragmentos en un papel filtro. Después son contados con la ayuda de un microscopio. Los fragmentos no están uniformemente distribuidos en la harina. Así, duplicar las muestras tomadas de dos bolsas de harina en un carro puede variar. Una muestra más representativa es obtenida si está compuesta de un número de bolsas tomadas en diferente localización en el carro.

La mayoría de los trigos, cuando llegan al molino llevan algo de materia extraña. La mayoría de ésta puede ser removida mediante el uso de equipo de limpieza conveniente. Sin embargo, durante las etapas iniciales en el crecimiento del insecto, la infestación contenida dentro de lo que parece ser un trigo normal pasa imperceptible mediante un simple examen visual. Es casi imposible remover la "infestación oculta" del trigo. Debido a esto y a la carencia de métodos efectivos para su detección ha sido imposible para el molinero producir consistentemente una harina completamente libre de fragmentos de insectos.

Los conteos de fragmentos extremadamente altos son generalmente un indicador de una limpieza no adecuada del trigo antes de su alimentación a los roles trituradores y es una condición que no debería ser tolerada.

Los trigos duros generalmente no son tan fácilmente infestados como lo son los trigos Suaves. El trigo que es trasladado directamente de el campo al elevador terminal generalmente tiene un grado más bajo de infestación de insecto que el trigo que ha sido almacenado en la granja antes de su venta. Estos son factores que deberían ser tomados en cuenta al juzgar la "calidad sanitaria" de una harina pero no son razones válidas para justificar altos contenidos de fragmentos.

Altos conteos continuos son un indicador de un pobre control sanitario dentro del molino. El uso de estos tipos de información aseguran al panificador una buena calidad sanitaria de la harina y causará menos dificultad y - costos mínimos para el molinero y el panadero.

4.- PRUEBA DE HORNEADO

Existen ciertos factores de la calidad de la harina - que pueden ser mejor determinados mediante la prueba de horneado. De hecho, algunas personas sostienen que esta prueba es el único método confiable para la evaluación de la calidad de la harina. Sin embargo, si éste es de valor para el panadero, entonces la prueba debe ajustarse a sus fórmulas y procedimientos particulares de su panadería. Tomando en cuenta variables como la absorción, tiempo de mezclado, tiempo de fermentación, alimento de levadura, etc. se ha estimado que más de 20 pruebas diferentes se requerirán para completar la evaluación de la harina. Esto representaría un alto costo y alto consumo de tiempo. Por esto, - la mayoría de los laboratorios de cereales emplean la prueba de horneado para suplementar otras pruebas de laboratorio.

IV.- RESPIRACION DE LA HARINA

Todo trigo y su harina resultante pasan a través de un período en su existencia conocido como "respiración o sudado". Si el trigo suda, la harina no lo hace.

El trigo es una semilla y contiene ciertos componentes biológicos que lo hacen materia viviente y no muerta. Cuando su ciclo de vida es trastornado por la cosecha, -- ciertos cambios biológicos son puestos en movimiento y requieren tiempo para ser completados. Si la harina es molida de un trigo antes de que este haya experimentado estos cambios, entonces la harina sudará, usualmente durante un período de 5 días a 2 semanas después de la molienda; esto envejece la harina y la hace más conveniente para el horneado.

La harina (de un trigo no sudado), si se usa inmediatamente después de haber sido molida, tendrá un horneado -- totalmente diferente que el de la misma harina si es horneado al siguiente día. Esta misma harina se horneará mucho mejor después de haber sido almacenada en un cuarto caliente por 3 o 4 semanas. Más insatisfactorias resultarán las propiedades de horneado de la harina entre más cerca esté -- su fecha de molienda. La harina envejece más rapido conforme más cerca esté su fecha de molienda. Gradualmente, la velocidad de envejecimiento disminuye después de varias semanas, el grado de envejecimiento es muy lento.

Si una harina está en proceso de sudado, es mejor ponerla por separado 2 ó 3 semanas hasta que el proceso se -- haya completado. Si no es posible, algunos ajustes se le pueden hacer, los cuales se mencionan más adelante.

Algunas indicaciones visuales del sudado son :

- 1.- Masas que son pegajosas y requieren más bajas absorciones.
- 2.- Fermentación más lenta de la masa.
- 3.- Esponjas que se sienten muertas.
- 4.- Masas que se levantan normalmente en el horno en los primeros 10 minutos y luego se encogen bruscamente.

Ajustes necesarios

En la Esponja :

- 1.- Reducir un poco la absorción
- 2.- Reducir levadura e incrementar sal
- 3.- Menor temperatura de esponja

En la Masa :

- 1.- Reducir tiempo de mezclado
- 2.- Aumentar levadura
- 3.- Aumentar la temperatura del horneado

V.- ELECCION DE LA HARINA PARA PANIFICACION

Para tener un pan de alta calidad, un panadero debe usar harina con las siguientes características:

- 1.- Color (Blancura)
- 2.- Fuerza
- 3.- Tolerancia
- 4.- Alta Absorción
- 5.- Uniformidad

1.- COLOR: El color de la harina es importante debido a que éste afecta la brillantez del pan terminado. Para conseguir este color es necesario ser muy cuidadoso en la selección de los trigos y al mismo tiempo usar la parte central del grano de trigo como la fuente de harina, de tal manera que nada de la parte externa del grano estará presente.

Extremoso color amarillo o gris se deben evitar. La harina con el color debido tendrá mejor apariencia. Las harinas no blanqueadas serán de color crema debido a los carotenos.

2.- FUERZA: La fuerza en una harina es la habilidad de esta para hacer panes de buen volumen.

Las condiciones por las cuales se produce un buen pan son :

- a.- Proteína de cantidad y calidad suficiente para retener gas.
- b.- Suficiente Azúcar y Actividad Diastásica para producir suficiente azúcar para la producción uniforme de gas.
- c.- Suficiente alfa-amilasa para el acondicionamiento apropiado del almidón.

Una harina que tiene fuerza dará un pan pesado y máxi ma expansión con textura fina. El gluten de la harina de be ser extensible. La Aspereza y Dureza no son deseadas. La calidad y cantidad de la protéina son factores muy importantes aquí.

3.- TOLERANCIA: La tolerancia en una harina para pan es la habilidad de producir resultados satisfactorios después de un extenso período de fermentación. Esto no significa tiempo de fermentación total sino el período después del cual el mejor pan puede ser producido o que la masa seguirá produciendo un producto satisfactorio. La Tolerancia está relacionada con la calidad del gluten.

4.- ALTA ABSORCION : Es la habilidad de una harina para permitir la máxima cantidad de humedad en la masa y seguir produciendo pan de calidad. Las harinas claras tendrán altas absorciones, pero el color y la textura son usualmente desfavorables.

5.- UNIFORMIDAD: Embarques del mismo tipo de harina del mismo molino se espera que sean uniformes en calidad.

La velocidad de absorción y la humedad varía con las partículas de diferente tamaño, área superficial, y volumen. Debido a que las diferencias en el tamaño de partículas son solucionadas en la etapa de amasado donde un gluten fuerte y coherente es desarrollado, la irregularidad de la granulación no es importante en la harina para pan. Sin embargo, la harina para pastel debe ser de granulación uniforme.

VI.- TIPOS DE HARINA Y SUS DIFERENTES APLICACIONES

1.- Harinas de Trigos Duros

Las harinas usadas en la elaboración de productos leudados con levadura se muelen de trigos rojos duros. También se muele una pequeña cantidad de harina panadera de trigos blancos con alto contenido proteico. La fabricación de productos de panificación leudados con levadura se basa en la capacidad de la proteína de la harina para formar una masa elástica y extensible cuando se mezcla -- con agua y otros ingredientes de la masa. Esta proteína debe estar presente en suficiente cantidad y debe poseer suficiente calidad para soportar las acciones de mezclado, estirado y doblado que ocurren durante el proceso de fabricación de pan. También debe haber suficiente proteína presente para soportar el peso de los ingredientes como el azúcar, sal, etc. Debido a las variaciones en las fórmulas de panificación y en los procesos, diferentes tipos de harinas se prestan mejor para cada tipo de productos de panificación leudados con levadura y sus requerimientos son:

a.- Pan Blanco de Caja : Los grados más comunes son patentes de 90 a 95% de extracción a grado directo y la harina es normalmente una harina de trigo rojo duro de invierno o una mezcla de 60 a 80% de harina de trigo duro y 40 al 29 % de harina de trigo rojo duro de primavera.

b.- Variedades de Panes de Piso (Fogón): Esta clase de pan incluye a los panes tipo Viena, Franceses y de Centeno y otros que se hornean en el piso del horno sin un molde que los contenga como soporte. Debido a esta falta de soporte durante el horneado, se requiere de un contenido proteico mucho más alto y de una mayor fuerza del gluten para brindar soporte a la masa durante su expansión en el

horno. Para estos productos se usa una harina de trigo - de primavera de alto contenido proteico (12.5 al 14%). También se usa en algunas ocasiones la primera harina de segunda extracción de la producción de trigo rojo duro de invierno. La primera harina de segunda extracción es alta en proteínas pero ligeramente obscura, de forma que no es recomendable para pan blanco de piso.

c.- Bollos: Los bollos suaves tales como los de hamburguesas se pueden producir a partir de una harina fuerte de trigo duro de invierno o una combinación de harinas de primavera y de invierno. Estos productos contienen -- niveles más elevados de azúcar y manteca que el pan blanco de caja, de modo que se necesita un gluten de mejor calidad.

d.- Donas: La función de la harina en donas leudadas con levadura es construir la estructura de la dona para - participar en la determinación de la absorción de agua, - que se debe controlar de cerca, en el control de la fermentación y las propiedades de manejo y prevenir absorción de grasa excesiva en el freidor. La harina puede ser de trigo de primavera, trigo de invierno, o una mezcla de invierno y primavera o cualquiera de las dos anteriores combinadas hasta con 25% de harina de trigo rojo suave de invierno.

2.- Harinas de Trigos Suaves :

Las variedades de trigos suaves se usan rara vez en la producción de pan. Su mayor uso comprende la producción de pasteles, galletas, crackers, pays y donas. Generalmente se muelen para fines específicos, así una harina que produce un pastel de tapas blanco excelente podrá producir galletas o donas de calidad inferior.

TIPO DE HARINA	PRINCIPALES APLICACIONES
Harina de Trigo Rojo Duro de Invierno Harina de Trigo Rojo Duro de Primavera	<ul style="list-style-type: none"> - Pan Blanco de Caja - Panes de Piso - Donas - Bollos
Harina de Trigo Suave de Invierno	<ul style="list-style-type: none"> - Galletas - Pasteles - Pays
Harina de Trigo Durum	<ul style="list-style-type: none"> - Pastas
Harinas de trigo Blanco	<ul style="list-style-type: none"> - Pasteles

Tabla 9: Principales aplicaciones de los diferentes tipos de harina.

Estas harinas presentan características de buena extensibilidad, pero poca tenacidad, mala retención de gas, lo que las hace especiales para su uso en galletería y -- pastelería entre otros.

a.- Harina Galletera: Se está utilizando actualmente un gran porcentaje de harina de trigo suave en la producción de galletas y crackers. De hecho, se usan muchos tipos de trigos suaves y la harina producida para tales fines varía en el rango de patentes a harinas de segunda extracción. La práctica común es usar HARINA DE PATENTE -- LARGA con una extracción de alrededor de 95% en la que -- las cenizas varían del 0.39 - 0.42% mientras que la proteína variará del 7.5 al 10%. Las harinas galleteras que -- usualmente tienen un contenido de proteínas del 8 al 9% -- se blanquean rara vez, ya que se reduce el factor de extensión durante el horneado. También es más deseable en este tipo de productos el color de la harina sin blanquear.

Las harinas tipo cracker se divide en dos clases : Harinas Cracker para Esponja y harinas Cracker para Masa. Las harinas cracker para esponja contienen del 8.5% al 10% de proteína y 0.39 al 0.42% de cenizas, mientras que las harinas cracker para masa deben contener del 8 al 9% de proteína y 0.40% de cenizas. El trigo que produce buenas harinas cracker para esponje también produce buena harina para donas tipo pastel y biscuits leudados con polvo de hornear.

b.- Harina Pastelera : La fuente principal para harina pastelera son los trigos rojos suaves de invierno. También se utilizan algunos trigos blancos. Las harinas pasteleras típicas son harinas de patente corta que contiene de 0.35 a 0.38 % de cenizas y 7.0 a 9.0 % de proteínas.

Estas harinas generalmente se tratan con cloro que blanquea la harina, debilita al gluten y baja el pH hasta alrededor de 5.0. La granulación sería suficientemente fina para permitir el paso a través de una malla 14 XX.

c.- Harina para Pay: Casi cualquier tipo de harina de trigo suave puede usarse en la elaboración de cortezas para pay. Las mejores harinas para pay son similares a las harinas galleteras ya que tienen un bajo contenido -- proteico y granulación fina. Las harinas de grado menor producirán cortezas de color más oscuro y sabor más pronunciado.

3.- Harinas de Trigos Durum:

Como ya se había mencionado antes, la mayoría de las variedades de trigo durum son de color ambar y generalmente es mayor el tamaño del grano que el de otros trigos. Son los trigos más duros que se conocen y tienen en endosperma resistente que contiene alrededor del doble de pigmentos carotenoides amarillos, que los presentes en el endosperma de trigo para pan. Se producen tres grados generales de harina durum: La semolina durum está formada por las semolinas finas purificadas del trigo durum trituradas de modo que todo el producto pase a través de una malla # 20 y no más del 3% pase a través de una malla # 100. La harina durum es el producto triturado de trigo durum del cual no menos del 98% pasa a través de una malla # 70. Los productos granulares del durum consisten de mezclar semolina y harina durum.

Las características físicas de la masa de trigos durum son más débiles que la de cualquier otro trigo para pan, sin la resistencia y elasticidad asociadas con las masas de pan. Debido a estas cualidades, las masas de durum tienen excelentes propiedades de laminado y extrusión y se presentan a la producción de productos del tipo de los macarrones, uso principal de estas harinas. Comparados con trigos duros, los productos de macarrones elaborados a partir de trigo durum tienen un color amarillo más atractivo, pueden tener más estabilidad a la cocción y -- después de ésta es menor el grado de suavidad cuando se conservan en agua.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- E. J. Pyler
Baking Science and Technology (Vol. II)
Siebel Publishing CO.
Chicago Ill., 1952

- 2.- Yeshajau Pomeranz and J. A. Shellen gerger
Bread Science and Technology
The Avi Publishing CO., Inc.
U.S.A., 1971

- 3.- N. Potter
La Ciencia de los Alimentos
Edutex
México, 1978

- 4.- Ciencia de la Panificación
American Institute of Baking
Manhattan, Kansas, 1981

- 5.- Flour Technology
American Institute of Baking

- 6.- R. Carl Hoseney
Principles of Cereal Science and Technology
A.A.C.C.
U.S.A., 1986

- 7.- Kent Jones and Amos
Modern Cereal Chemistry
Food Trade Press L.T.D.
U.S.A., 1967

8.- Y. Pomeranz

Wheat Chemistry and Technology

American Association of Cereal Chemists, INC.

U.S.A., 1978

9.- Samuel A. Matz

Cereal Technology

