

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERETARO

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HARINAS PANADERAS
DE MAYOR CONSUMO EN LA CIUDAD DE QUERETARO

T E S I S
QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE
QUIMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA
ALBERTO DURAN VALDIVIA

QUERETARO, QRO.

1978

No. Reg 1753601

TS

Clas. 664.722 72

D946e

POR TU BONDAD Y MISERICORDIA
INFINITA
A TI SEÑOR:

GRACIAS.

CON AMOR, CARIÑO Y GRATITUD DEDICO
ESTE TRABAJO, A QUIENES CON SUS SA-
CRIFICIOS DESVELOS E ILUSIONES HI-
CIERON POSIBLE LLEGAR A ESTA META
DESEADA.

A MIS PADRES:

ALBERTO DURAN L.
SOCORRO VALDIVIA DE O.

CON AMOR Y CARIÑO
POR SU APOYO MORAL Y SU CONFIANZA
DURANTE MIS AÑOS DE ESTUDIO.

A MI ESPOSA A QUIEN ADORO:
MA. DE LA LUZ RAMIREZ DE D.

A MIS HERMANOS Y CUÑADOS CON PROFUNDO CARIÑO
TITA Y GILBERTO
CRISTY Y PEPE CHUY
MECHE
NETO
PEPE
MARY
COQUY

A MIS SOBRINOS:

JOSE GILBERTO

JOSE DE JESUS

ANA MARIA

CRISTINA

LORENA

CON ADMIRACION CARIÑO Y RESPETO
POR SU EJEMPLO Y AYUDA.

A MI TIO:

DR. ENRIQUE DURAN L.

A MI H. JURADO EXAMINADOR:

M. EN C. MARCO A. PEDRO VELA F.

M. EN C. LETICIA MERCADO D.

I. Q. DANIEL DE ALBA.

QUIM. JESUS VENEGAS V.

POR SUS SABIOS CONSEJOS Y SU VALIOSA
Y DESINTERESADA AYUDA A TODOS ELLOS

MIL GRACIAS.

A MI UNIVERSIDAD Y A MIS MAESTROS.

C O N T E N I D O

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

CAPITULO I.- GENERALIDADES

CAPITULO II.- MATERIALES Y METODOS

CAPITULO III.- RESULTADOS

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES

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

INTRODUCCION

El pan es uno de los alimentos de mayor consumo de que dispone la humanidad; se considera como uno de los alimentos - que proporciona fuentes de carbohidratos y de proteína barata, aunque en este aspecto no contiene los aminoácidos indispensables en las cantidades ideales. No obstante la combinación con otro tipo de alimentos ricos en proteína tales como leche y carne están tan próximos al ideal.

Los ingredientes indispensables en la panificación son: harina, agua, sal y levadura, la sal más que nada como saborizante, no es indispensable para la producción de pan.

La panificación puede considerarse como una fermentación alcohólica en el cual el producto principal no es alcohol, sino el CO_2 . Dentro de este proceso de fermentación interviene una serie de enzimas como son: maltosa, invertasa y simasa, de las cuales la maltosa viene a ser una enzima producida por la levadura, además de esta enzima junto con la dextrosa hay enzimas capaces de hidrolizar polifruktananas o sea pentosanas en general, hemicelulosa, celulosa, etc.

De todas las enzimas las más importantes son: maltosa e invertasa. Las simasas es un conjunto de enzimas inducidas - en el proceso de glucólisis para la producción final de alcohol.

Teniendo como principal producto de la fermentación panaria el CO_2 , y ya que este gas es el que convierte la masa - glutinosa de la harina en una masa esponjosa, ligera y de buen gusto, es necesario también una harina de buena calidad para la retención de dicho gas, para poder obtener un pan de tamaño y apariencia aceptable.

Dentro de esta cualidad de retención en las harinas, existen otros factores muy importantes necesarios para la elaboración del pan con una calidad aceptable.

C A P I T U L O I
G E N E R A L I D A D E S

Cereales.- Los cereales son los frutos de algunas plantas herbáceas cultivadas, pertenecientes a la familia de las gramíneas.

Los más importantes desde el punto de vista de la producción son: trigo, maíz, arroz, cebada, avena, centeno y sorgo. En este caso trataremos principalmente del trigo.

El trigo se forma a partir de flores que, están formadas por un ovario, tres estambres y dos glumérulas y todo ello envuelto por un par de brácteas llamadas lema y palea.

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

Los granos de trigo son de forma ovoide, redondeada en ambos extremos. El germen se encuentra en uno de ellos y en el otro un penacho de finos pelos; a lo largo del grano se encuentra un repliegue o surco (un arrollamiento de aleurona y todas las capas envolventes).

Composición Química del Grano de Trigo.- El grano maduro de trigo está formado por hidratos de carbono, compuestos nitrogenados (principalmente proteínas), grasas, sales minerales y agua, junto con pequeñas cantidades de vitaminas, enzimas y otras sustancias, algunas de las cuales son importantes nutrientes en la dieta humana.

Los hidratos de carbono son cuantitativamente los componentes más importantes, formando aproximadamente el 83 % de la materia seca total del trigo. Los más importantes son: el almidón, que es el que predomina, celulosa, hemicelulosa, pentosanas, dextrinas y azúcares.

El almidón es el más importante hidrato de carbono en el trigo, constituyendo aproximadamente el 60% del grano de éste y el 70 ó 71% del endospermo.

El almidón se encuentra en gránulos que a veces se rompen durante la molienda, estos gránulos averiados juegan un pa-

-na del trigo es influido por la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo.

Siendo favorables las condiciones climatológicas, el trigo cultivado en suelos pobres en nitrógeno disponible resulta suave y amiláceo, mientras que el trigo bien provisto de nitrógeno disponible resulta duro y con alto contenido de proteína.

Clasificación del trigo.- El trigo se divide en clases según la calidad de éste y dentro de estas clases existen grados según su importancia comercial.

En el mundo existen 20 especies de trigo pero sólo 7 de ellas de importancia comercial:

- a).- Rojo duro de primavera.
- b).- Rojo duro de invierno.
- c).- Rojo suave de invierno.
- d).- Cristalino.
- e).- Cristalino rojo.
- f).- Blando.
- g).- Mezclado, si lleva más del 10% de otra variedad.

Daños que sufre el trigo en el campo.- El trigo en forma de grano sufre daños en el campo ya sea por hongos o parásitos animales, pero estos daños son de poca importancia con relación a la producción mundial, ya que estos parásitos atacan generalmente a zonas reducidas. Por esta razón se consideran de mayor importancia los enemigos animales que más frecuentemente se encuentran en las fábricas y almacenes de granos y harinas, tales enemigos son: ratones, insectos y ácaros. Contra los ratones y ratas se puede luchar poniendo especial cuidado en la construcción de los edificios. También se puede usar Warfarina que es un anticoagulante. También se puede usar un sebo toda-

-vía mejor que contiene además de anticoagular e un bactericida que es la sulfaquinoxilina, esta última sustancia inmoviliza - las bacterias del sistema digestivo de la rata, productora de - vitamina K, que es un antídoto del anticoagulante con la que se aumenta la efectividad de la Warfarina.

Los insectos no se reproducen con facilidad cuando con frecuencia se les perturba o se les expone a la luz; por eso es importante la limpieza frecuente.

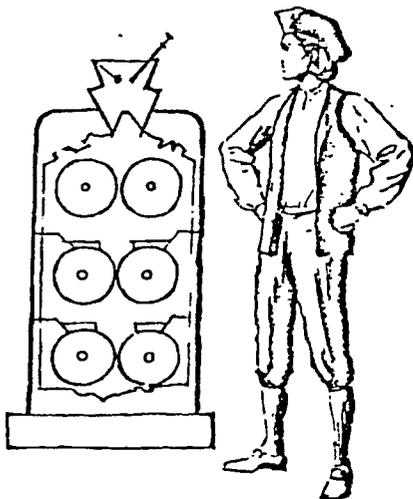
La multiplicación de los insectos aumenta hasta los - 21°C, pero se puede reducir removiendo regularmente los cerea - les o por aspiración, ya que ambas operaciones rebajan la tempe - ratura del grano.

En la fumigación del grano se emplea mucho el dicloro - etileno y el tetracloruro de carbono; óxido de etileno en las harinas, y el bromuro de metilo tanto en la fumigación de las fábricas como del grano, aunque en algunos lugares no se emplea para la harina porque le comunica un ligero color. Esta es una de las razones por las cuales se deben de tomar medidas de segu - ridad adecuadas con todos los fumigantes.

La molienda y su historia.- En tiempos prehistóricos, - la cebada y el trigo con cáscara (*Triticum dicoccum*) que se em - pleaba en la alimentación humana se descascaraba machacándolo - en morteros. La invención de los molinos rotatorios para tritu - rar los trigos ordinarios (*Triticum vulgare*) se atribuye a los romanos del siglo II A.C. Desde entonces hasta la invención del molino de cilindros hacia la mitad del siglo XIX el trigo se tri - turaba en molinos de piedra.

En los países de Europa Occidental los trigos locales - según un proceso llamado de "molienda baja" entre dos piedras, superior e inferior, aproximadas al máximo posible; a este mé - todo le siguió el llamado de "molienda alta", en el cual las pie - dras se separaban obteniendo un triturado intermedio.

Con el advenimiento del vapor como fuerza motriz se desarrolló el sistema de molinos de cilindro en 1860 extendiéndose el sistema en muchos países.



En la actualidad se utilizan los molinos trituradores de cilindros equipados con un par de rodillos, montados diagonalmente u horizontalmente y alineados paralelamente en toda su longitud. La abertura y separación entre las estrías de cada pareja

de rodillos se puede variar con objeto de obtener la tritura --
ción deseada . Ambos rodillos giran en direcciones opuestas de
forma que sus superficies coinciden hacia dentro en la toma del
material a moler. Uno de los rodillos gira más de prisa que el
otro, siendo esa diferencia de dos y medio.

Limpieza del trigo (limpia).- El trigo al llegar a la
fábrica contendrá impurezas que ha podido adquirir en el campo,
durante el almacenamiento y transporte o accidentalmente. Las
que se encuentran con más frecuencia son:

Lodo y polvo.

Semillas de malas hierbas.

Otros granos de cereales.

Pajas y palos.

Cascarillas y desperdicios.

Piedras.

Restos y esporas de hongos.

Insectos tanto dentro y fuera del grano; excrementos y lar
vas.

Acaros.

Pelos y excrementos de roedores.

Cuerdas y ataduras.

Fragmentos metálicos; clavos, tuercas, etc.

Razones por las cuales, antes de moler el trigo hay que
eliminar las impurezas que lleva, para evitar alteración de co-
lor en la harina y la disminución en su calidad, para evitar el
daño o estropeo de los molinos y también para obtener el mayor
valor nutritivo de la harina.

Las impurezas que se adhieren al grano (lodo, polvo, pe
los) se pueden eliminar por lavado, o por corriente de aire se-
co que arrastra las impurezas y las hecha fuera.

Las impurezas formadas por partículas no adheridas al -
grano se separan por medio de máquinas, que operan basándose en

ciertas características que poseen estas impurezas y que difieren de las del trigo. Estas características pueden ser diferenciadas de tamaño (Longitud y anchura), de forma de velocidad al ser arrastradas por la corriente de aire, peso específico, propiedades magnéticas y electrostáticas, color, rugosidad de la superficie, etc.

El objetivo más importante en el acondicionamiento del trigo consiste en mejorar el estado físico del grano para la molienda, y algunas veces en incrementar la calidad panadera de la harina.

Los procesos de acondicionamiento llevan consigo la adición de humedad a los trigos demasiado secos o disminución cuando están demasiado húmedos, con esto se alcanzan los siguientes objetivos: se hace más correoso y menos quebradizo el salvado; se aumenta la separabilidad del endospermo del salvado; mejorar la disgregación del endospermo para que la harina sea más fácil de cernir. Con esto se tiene la ventaja de obtener harinas más blancas y con menos contenido de cenizas, ya que estas son causantes de contaminaciones por color, y por lo tanto la harina no tiene aceptabilidad desde el punto de vista comercialización.

El contenido óptimo de humedad varía con los distintos tipos de trigo, siendo mayor para los duros, y menor para los blandos. Los contenidos de humedad considerados como óptimos varían en los distintos tipos de trigo entre 15 y 17.5 %.

Además del contenido óptimo de humedad hay otros factores a tener en cuenta en la molienda: a).- Grado de extracción: cuando se quiere obtener una elevada extracción de harina blanca (80 - 85%), la humedad óptima es de 1 a 1.5 más baja que cuando la extracción es del 70%.

b).- Humedad requerida en los productos obtenidos.

El acondicionamiento posiblemente comprende procesos mecánicos, físicos, químicos y bioquímicos.

La actividad enzimática se estimula al aumentar la humedad y la temperatura, pero cuando se trabaja con humedades, temperaturas y tiempos normales no resulta afectada la actividad diastrática. La actividad proteolítica no se altera a las temperaturas usadas en el acondicionamiento templado pero se puede reducir en caliente.

Forma de humedad en el grano.- El agua parece encontrar se en dos formas: parte como humedad libre y parte como agua de constitución. Esta última probablemente está unida a las proteínas. Hoy se cree que el grado de hidratación de las proteínas puede influir en la calidad panadera.

Métodos de acondicionamiento.- Dentro de los métodos de acondicionamiento del trigo se tienen:

a).- Mezclados de trigo: método primitivo, raras veces se emplea en la industria moderna, consiste en la transmisión de la humedad de un grano a otro, pero que requiere de cierto tiempo para obtener un equilibrio completo.

b).- Acondicionamiento frío: se usa cuando el trigo está demasiado seco, añadiéndole la cantidad necesaria de agua fría y dejándolo en movimiento hasta que la absorba. Una vez humedecido se le deja en reposo de uno a tres días a la temperatura normal para que la humedad, que se encuentra en la superficie de los granos se difunda hacia el interior.

c).- Acondicionamiento Templado: para evitar la pérdida de tiempo de uno a tres días que tiene lugar en el acondicionamiento en frío, el trigo humedecido se puede acondicionar en una o una y media horas a temperatura de 36° C, pero no se muele antes de 24 horas.

d).- Acondicionamiento caliente: modificación del acondicionamiento templado, la temperatura sube a 60°C, en este caso existe el riesgo de anular la calidad panadera del gluten por un posible sobrecalentamiento.

e).- Acondicionamiento por Vapor: en comparación con los

métodos normales el acondicionamiento por vapor requiere menos energía y parece que el trigo así tratado proporciona mayor rendimiento en salvado y harina de calidad igual o mejor que la obtenida por otros métodos de acondicionamiento.

Procesos en la obtención de Harina.- Los objetivos que se persiguen en la obtención de harina blanca son:

1.- Separar lo más completamente posible, el endospermo - del salvado y el germen, de forma que la harina quede libre de escamas de salvado y dé un buen color, con lo que mejora la palatabilidad y digestibilidad del producto, así como su tiempo - de almacenamiento.

2.- Reducir a harina fina la máxima cantidad posible de endospermo, obteniendo con ello la mayor proporción de harina - blanca de trigo y al mismo tiempo, asegurar que el deterioro - causado a los gránulos de almidón no excedan del óptimo.

La harina es pues el endospermo triturado finamente; el germen, el salvado y el resto del endospermo forman un producto secundario usado primeramente en la alimentación animal.

Tres son los procesos básicos en la obtención de la harina:

TRITURACION: Fragmentación del grano de forma que se consiga una disociación de cada una de sus partes anatómicas.

TAMIZACION: Separación de las partículas en diferentes fracciones según sus tamaños. Este proceso se puede realizar en varias veces separando en un primer tamizado las partículas más groseras de las que se podrá obtener más harina. Un tamizado por grados permitirá clasificar en harina, sémola, productos intermedios etc. las fracciones según el tamaño particular de sus partículas.

PURIFICACION: Separación de las partículas procedentes de las cubiertas corticales del endospermo, según su velocidad límite de caída, por medio de corrientes de aire.

Proceso de Reducción Gradual.- Modernamente la trituración del trigo para obtener harina se describe como un proceso de reducción y trituración gradual, puesto que el grano y sus partes no se someten como en los antiguos molinos de piedra a un severo y único triturado sino a una sucesión de triturados más suaves. Esta trituración gradual es mucho mejor que la única, ya que en ella se puede en cada una de las etapas, regular cuidadosamente el grado de trituración, de forma que sólo tenga lugar la fragmentación de la cantidad requerida de endospermo y la limpieza del salvado.

LA HARINA .- Blanqueo.- La decoloración de los pigmentos naturales contenidos en el endospermo del trigo tienen lugar rápidamente por oxidación, cuando se le almacena en grandes montones. El proceso de blanqueo se puede acelerar tratándola con dióxido de cloro y el peróxido de benzoilo, la primera de ella actúa también como mejoradora. Actualmente se sabe que el 95% del pigmento del endospermo es xantofila o sus ésteres, que no poseen importancia nutritiva.

Cloro.- El cloro gas es ideal para el tratamiento de la harina empleada en repostería y su uso en este tipo de harinas está permitido en Inglaterra.

Dióxido de Cloro.- El dióxido de cloro ha reemplazado actualmente al tricloruro de nitrógeno; se aplica a la harina a la dosis de 2 grs. por sacco. El tratamiento de la harina con dióxido de cloro destruye los tocoferoles.

Peróxido de Benzoilo.- Se suministra mezclado con almidón a la dosis de 10 a 20 ppm.

Maduración o Mejora.- La harina madura se diferencia de la nueva en que tiene mejores cualidades manuales, presenta mayor tolerancia de la masa a las distintas condiciones de fermentación y produce panes de mayor volumen y con una miga de mejor textura.

El cloro y el dióxido de cloro actúan ambos como mejoradores y decolorantes, mientras el peróxido de benzoilo actúa sole lamente como blanqueante.

Los agentes mejoradores que no blanquean son el bromato potásico, persulfato potásico, persulfato amónico, bifosfato cálcico y ácido ascórbico, estos agentes no aumentan la producción de carbónico en la masa fermentada, pero sí la retención de este gas debido a que la masa se hace más elástica y con ello se aumenta el volúmen del pan.

Acción de los mejoradores.- La acción de los mejoradores consiste en oxidar los grupos sulfidrilo o tiol (-SH) de la cisteína presentes en el gluten del trigo. En consecuencia estos grupos no pueden continuar participando en la reacción de formación de grupos (-S:S-), reacción en la que se libera las fuerzas que actúan en la masa y a las que se debe el aspecto denso y compacto que esta presenta. La mezcla de esta masa con oxígeno hace mejorar las características del gluten; este efecto se atribuye a la acción de las oxidases de los ácidos grasos no saturados y a la toma directa de oxígeno por las proteínas.

Recepción y almacenamiento de la harina.- La harina se almacena en silos, los cuales se construyen, bien dentro de la panadería, bien al exterior si no hay espacio en el interior.- Esto ha sido factible por la construcción de silos de plástico reforzado. Estos silos son prácticamente unidades herméticas, no hay polvo en las panaderías por motivos de transporte de harina y no hay peligros de invasión de polillas o de roedores.

Generalmente la harina se transvasa de los vehículos - tanques gracias a un sistema neumático de descarga que lleva el vehículo, pero en algunos casos el suministro de aire proviene de la misma panadería.

Almacenamiento de los sacos de harina.- La harina se almacena en sacos de yute, algodón o papel. Siempre que se pue

da evitar, no deben apilarse los sacos directamente sobre el suelo de cemento. El ideal es el suelo de tarima, y cuando los suelos son de cemento, se recomienda poner una base de madera construidas de modo que pueda pasar por debajo un carretillo; así se puede mover con facilidad toda la plataforma cargada.

Los sacos de yute deben colocarse siempre de pie, preferentemente en capas dobles, nunca mas de tres. Es una mala práctica almacenar los sacos tumbados, aunque con frecuencia hay que hacerlo cuando el espacio es limitado. A veces se ven hasta ocho capas, práctica que debe desterrarse, pues da lugar a que los sacos que están debajo, si permanecen así más de cuatro semanas, formen terrones duros de harina, con pérdida de fuerza a causa de la gran compresión a que están sometidos. No obstante, por regla general, si se hace el apilamiento así, se utiliza la harina en un plazo de una semana. Los sacos de papel de 32 Kg se suelen apilar de este modo, pero, a causa de su menor tamaño, la harina no se deteriora.

Cada cargamento de harina se almacena en cuádras separadas, no solamente para facilitar el recuento, sino también para la ventilación y movimiento uniforme de la temperatura en toda la pila e impedir el ataque de roedores, ya que los peligros que acechan a la harina almacenada son los mismos que tiene el trigo en el granero, o sea ataque de mohos y bacterias e infección por insectos, pero además puede sufrir un enranciamiento oxidativo e incluso una deterioración de su calidad panadera. El almacenamiento de la harina blanca se hará a una humedad óptima de 13%. Con contenidos superiores a esta se puede producir un enranciamiento de la harina. Si el contenido de humedad es inferior aumenta la oxidación de la grasa y por consiguiente el enranciamiento. Las reacciones que producen este enranciamiento oxidativo viene catalizadas por iones de metales pesados, tales co

-mo Cu⁺⁺.

Cada cargamento de harina debe quedar con una etiqueta con el nombre del fabricante, fecha de entrada y # de sacos.

Requisitos De Un Almacen De Harina.- Los requisitos más importantes para un almacen de harina son:

- 1.- Posibilidades para pesar la harina en la recepción.
- 2.- Espacio y ventilación adecuados.
- 3.- Mantenimiento de humedad y temperatura uniformes.
- 4.- Aire limpio de polvo.
- 5.- Acceso y circulación de la carga mecánicamente.
- 6.- Capacidad para albergar existencias para tres semanas.

Instalación de Limpieza de Sacos.- Con la carestía actual de la harina es necesario recuperarla todo lo posible. Hay varios tipos de instalaciones proyectados para separar la harina de los sacos y volverlos del revés, al mismo tiempo. Generalmente se utilizan colectores de polvo de doble ciclón, de modo que la harina y el polvo van a parar a recipientes distintos.

Para asegurar la mayor limpieza del almacén, es también esencial disponer de una aspiradora para limpiar suelo, paredes y vigas.

Harinas para Varios Destinos.- La harina de trigo se emplea en la preparación de productos alimenticios de amplia variación de nivel acuoso. Tabla III

TABLA III

Nivel	Cont. de Humedad %	Tipo de alimento
Alto	90	Sopa
Alto	45 -70	Pudines
Medio	35	Pan, pasteles (tartas y bollos)
Bajo	2	Galletas

Para cada uno de estos usos se requiere una harina de propiedades particulares

Pan.- El predominio de la harina de trigo en la fabricación de panes esponjosos se debe a la propiedad de sus proteínas que, cuando la harina se mezcla con agua forma una sustancia elástica llamada gluten.

La propiedad de producir un pan de volumen relativamente grande, con una miga de estructura regular formada por finas cualidades la poseen los trigos duros.

Volumen de Pan.- Este se expresa en cm^3 y está relacionado en general con la calidad de las harinas. Generalmente, a mayor volumen de pan, están asociadas características internas buenas. Finney y Barmore (1948) y Fifield y Weaver (1950), citados por Pomoranz (1971), estudiaron una serie de variedades de trigo respecto a su volumen de pan, cultivados éstos en un rango amplio de ambientes. Ellos encontraron que el contenido de proteína es un factor que afecta fuertemente el volumen de pan y determinaron, que la relación entre estas dos características es esencialmente lineal cuando el contenido de proteína varía en un rango de 8 a 18%.

En la tabla IV se da la composición aproximada de los granos de trigo.

TABLA IV

Trigo	Prot. ^{a*} %	Grasa %	H. C. ^{b*} %	Fibra %	Cenizas %	Hum. %
Manitoba	13.6	2.5	63.0	2.2	1.5	15
Inglés	8.9	2.2	66.8	2.1	1.5	15
Mezcla Moler	13.2	1.8	69.0	2.1	1.7	12.2

a* Nitrógeno X 5.7

b* Carbohidrato. (Solubles)

Macarrones.- Los macarrones y otras pastas (spagetti, fideos y tallarines) se elaboran partiendo de una sémola que se obtiene de un trigo duro por medio de un proceso especial. Las pastas de superior calidad se obtienen a partir de un trigo "durum" solamente.

En el proceso especial de obtención de sémola la harina viene a ser un proceso secundario, obteniéndose de un trigo durum de buena calidad 65% de sémola y solamente 10% de harina. - En este caso se entiende por sémola el endospermo en forma de partículas gruesas, puro o contaminado con salvado o germen, derivados de la primera trituration.

Galletas.- Existen muchos tipos de galletas para los cuales se requieren tipos especiales de harinas. Estas harinas se obtienen a partir de trigos flojos de bajo contenido proteínico; además debe tener ciertas propiedades la masa obtenida de este tipo de trigo, ya que se requiere una harina que produzca una masa dotada de mayor extensibilidad pero menor elasticidad que la destinada a la producción de pan.

Budines, Pasteles, Pastas, Bollos.- La harina de repostería se obtiene por trituration de una mezcla formada por trigos flojos de bajo contenido protéico, incluyendo en ella un 20% de trigo duro, la harina así obtenida se mezcla con levadura artificial. El contenido en humedad de la harina no debe pasar del 13.5% para evitar una reacción prematura de las levaduras artificiales añadidas lo que traería consigo una pérdida de su poder de esponjamiento.

Las sustancias más empleadas en este tipo de levaduras son: bicarbonato sódico y el fosfato monocálcico.

Harina de Uso Doméstico.- Es de calidad similar a la de la harina de repostería, pero no se le ha añadido levadura artificial.

Harina para la exportación.- Además de los requerimientos específicos necesarios para el uso que se va a dar a la ha-

-rina, cuando ésta se destina a la exportación debe llevar un bajo contenido acuoso, libre de insectos e impurezas.

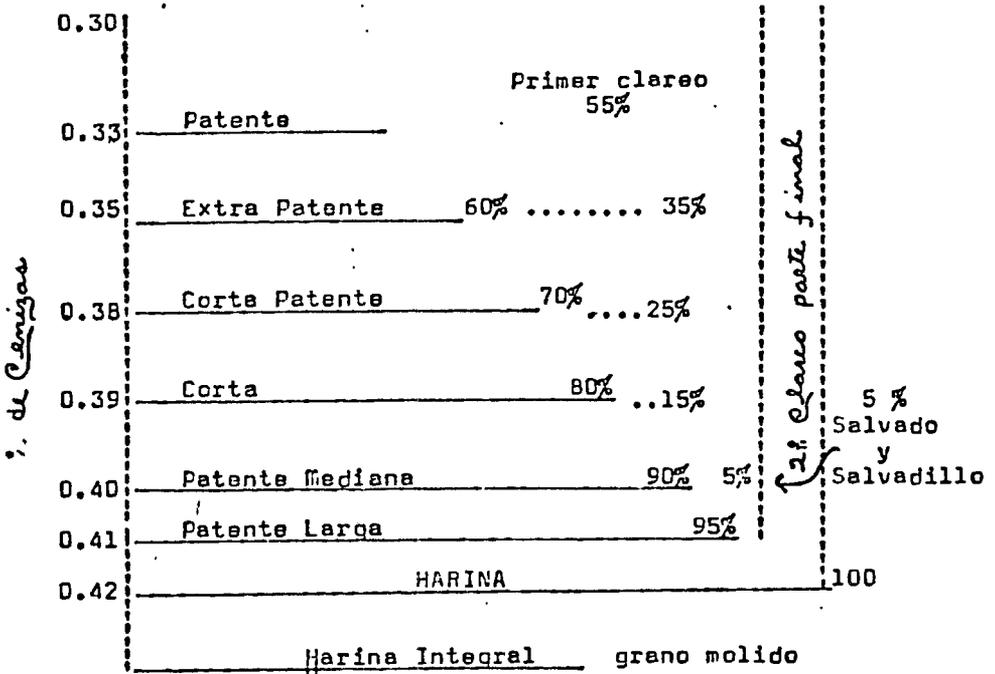
Grado de Extracción o Rendimiento en Harina.- Es el peso de harina que se obtiene cuando se muele cien partes de trigo. En la Tabla V se dan cifras para las proporciones de salvado, germen y endospermo en harinas de distintos grados de extracción.

TABLA V

	Grado de Extracción %		
	100	85	80
Salvado-----	12.0	3.4	1.4
Germen-----	2.5	1.9	1.6
Endospermo---	85.5	79.1	77.0

Ahora bien, haciendo una gráfica donde se tiene % de cenizas, extracción acumulativa y % de proteína se puede ver que a partir de 72% de extracción acumulativa los incrementos en contenido de cenizas empiezan a subir, de 72 a 76% de extracción acumulativa se dice que es aceptable en cuanto a color y en cuanto a contenido de proteína, de 76 a 80% se tienen colores indeseables y mayor de 80% se tiene un color café por ejemplo en variedades de trigo Xantofla. De aquí se puede sacar la siguiente conclusión: entre menor sea el contenido de cenizas para el trigo, obteniéndose también una harina con menor contenido de cenizas se tendrá una mejor calidad de ésta.

Esto significa que si escojemos las harinas según los diferentes tipos de pureza expresado en % de cenizas tendrán un precio mayor las que sean más puras.



En la gráfica el 5% nos es conveniente meterlo en el 95 % debido a que tiene un alto contenido de contaminación con respecto a : olor.

Composición de la Harina.- Las partes constituyentes de la harina son las siguientes:

- 1.- Almidón; 70 - 75 %
- 2.- Proteína: 8 - 18 %
- 3.- Grasa: No mayor a 1 %
- 4.- Azúcares: 1.5 - 2 % . Expresado como maltosa ya que es el principal azúcar presente en la harina.
- 5.- Sales minerales: No mayor a 0.65 %
- 6.- Humedad: 15 %
- 7.- Pequeñas cantidades de celulosa: 0.21 - 0.6, depen -

-diendo del grado de extracción.

Los porcentajes antes mencionados se encuentran en diferentes rangos, ya que estos componentes guardan un equilibrio importante cuando la harina se destina en este caso a la panificación, pues pequeñas alteraciones dentro de estos rangos implican cambios importantes en las cualidades o en la naturaleza física de la harina.

Consideremos pues, cada uno de sus componentes:

1.- Almidón: Se presenta como un polvo basto y blanco, dependiendo su grado de finura del procedimiento de molturación.

En la harina corriente de panificación, una gran cantidad de almidón no está en forma de gránulos aislados, sino que varios gránulos de almidón permanecen aglutinados por los constituyentes protéicos, formando una partícula de harina.

Las moléculas de almidón que forman los gránulos están formados por centenares de moléculas de glucosa unidas unas con otras formando una cadena. Se ha estimado que un 23% de almidón del trigo está compuesto por moléculas cuyas cadenas contienen 200 - 300 moléculas de glucosa; esta fracción se llama amilosa. El resto es amilopectina que está formada por más de mil moléculas de glucosa.

2.- Proteínas.- En la harina se pueden dividir en cuatro grupos:

- 1) Las solubles en agua fría.
- 2) Solubles en disolución salina.
- 3) Solubles en alcohol del 75 %.
- 4) Insolubles en cualquiera de estos disolventes.

Las proteínas solubles están formadas por dos sustancias típicas albúmina que es soluble en agua, y globulina, soluble en solución salina, y otras dos más simples llamadas proteosas y peptonas, las cuales son utilizadas por la levadura como

- alimento.

Las proteínas insolubles constituyen el gluten, compuesto por gliadina, glutenina y globulina y pequeñas cantidades de aceite, celulosa y sales minerales.

Las dos proteínas más importantes del gluten son la gliadina y la glutenina. Se considera que la gliadina confiere al gluten elasticidad y plasticidad, mientras que la glutenina se encarga de la estructura.

Para los fines de panificación y repostería, lo importante es la calidad del gluten, más que su cantidad (dentro de ciertos límites). El gluten forma el esqueleto de la masa determinando el carácter físico de ella. La capacidad para retener el gas depende de su calidad. Para que "crezca" el pan es primordial la cualidad de retener el gas.

3.- Grasa: Presenta en la harina en cantidades generalmente no mayores del 1%. En ellas se encuentra la sustancia colorante "Caroteno" que da color a la harina.

El aceite o grasa extraído de la harina, es un líquido pálido, amarillento, inodoro e insípido.

4.- Azúcares: En la harina hay cierta cantidad de azúcar natural que tiene la composición y propiedades del azúcar de caña. También hay maltosa, juntamente con productos intermedios entre el almidón y el azúcar.

Maltosa: Presente en cantidades de 1.5 - 2 %. Es por lo tanto el principal azúcar.

Dextrosa: No está en la harina, pero siempre se encuentra en la mesa, debido a la inversión del azúcar de caña.

5.- Sales Minerales o Cenizas: La materia inorgánica natural no está en gran cantidad en la harina. Varía con el grado de finura.

La materia inorgánica de la harina es principalmente -

- fosfato potásico; y en cantidades pequeñas fosfatos de calcio y magnesio, y vestigios de sulfatos de hierro y aluminio.

En la Tabla VI los datos anotados dan una idea aproximada de los porcentajes de cenizas que se encuentran en las harinas de distintos grados.

TABLA VI

Harina	Cenizas %
Harina "Patent"	0.30 - 0.35
Harinas Corrientes	0.40 - 0.50
Harinas Bajas	0.50 - 0.70
Harina Integral	1.35 - 1.60

6.- Humedad de la Harina: La harina es una materia higroscópica lo cual quiere decir que se influencia por las variaciones de la humedad atmosférica; en condiciones de sequedad, pierde agua, y en tiempo húmedo, la absorbe. Esto se refleja a su vez, en la conservación; por una parte se produce una pérdida de peso, que puede tener su importancia en el caso de harinas envasadas, y por la otra, puede dar lugar a que se desarrollen mohos.

Para la molturación, se acondiciona el trigo ajustándose la humedad para poder conseguir la mayor cantidad de harina de buena calidad. Esto, en la mayoría de los casos, supone la elevación del contenido de humedad, y la harina resultante tendrá una humedad del 15 %

La harina que se ha de almacenar durante mucho tiempo, por ejemplo en la costa, o se ha de distribuir a sitios cálidos, se obtiene generalmente con una humedad inferior a la de la ha-

-rina comercial, por lo general con un 13 %.

7.- Pequeñas cantidades de Celulosa: El porcentaje de fibra o celulosa en la harina muy fina es bajo, pero aumenta con la intensidad de la extracción. En el caso de harinas de 80 % de extracción es de 0.21 % ; las de 85 % de extracción es de 0.5 % y la harina integral tiene 0.6 %.

Vitaminas: Las vitaminas de la harina pertenecen al grupo B. La vitamina B₁ está presente en todas las harinas, pero sólo en muy pequeñas cantidades en la harina blanca.

Además están también presentes en el trigo, la riboflavina y el ácido nicotínico.

Valor nutritivo del pan.- El alimento se puede definir como: cualquier sólido o líquido que al ingerirlo, puede suministrar al cuerpo una o más de las tres cosas siguientes:

1.- Materias con las que el pueda producir calor y otras formas de energía.

2.- Materiales que puede utilizar para crecer, reparar tejidos o para la reproducción.

3.- Sustancias que normalmente regulan la producción de energía o los procesos de crecimiento, reparación o reproducción.

Las sustancias que componen los alimentos son las siguientes:

A).- Hidratos de carbono: Entre los que se encuentran los azúcares y almidones. Suministran al organismo calor y energía y con ellos puede producir él grasa.

B).- Grasas: Suministran calor y energía, y materiales para elaborar su propia grasa.

C).- Proteínas: Suministran energía y materiales para el crecimiento y reparación de los tejidos.

D).- Sustancias minerales: Aportan materiales para el crecimiento y reparación de los huesos y para la regularización de la vitalidad normal del organismo.

E).- Vitaminas y otros factores que regulan los procesos -

- del organismo.

Cooperando con estos nutrientes, el agua y el oxígeno juegan un papel fundamental en el funcionamiento correcto del cuerpo humano.

Aunque todos los alimentos no contienen todos los nutrientes deseados, la mayoría de ellos son mezcla de varios de ellos.

El pan, sin embargo, es casi único, en cuanto que contiene todos los nutrientes, aunque no en las proporciones ideales. No obstante la combinación de alimentos tales como leche y pan, pan con queso, y un buen bocadillo de carne, están tan próximos al ideal como es posible preparar a partir de combinaciones tan sencillas de alimentos que están al alcance corrientemente.

Valor Alimenticio del Pan: El pan es uno de los alimentos más completos de que dispone la humanidad para su consumo. El contenido de grasa es algo escaso, pero esto se compensa generalmente con la adición de mantequilla, margarina o manteca.

La preponderancia de los hidratos de carbono hace aconsejable su consumo junto con otros alimentos más ricos en grasa o proteína.

Como alimento es muy bien asimilado por el organismo, saliendo ventajoso, casi siempre, en comparación con los alimentos animales.

También deben considerarse, comparativamente, las composiciones del pan moreno y blanco. En la Tabla VII se puede apreciar dichas composiciones.

TABLA VII

Composición	Blanco %	Integral %
Agua	40.0	45.0
Proteína	6.5	6.3
Grasa	1.0	1.2
Almidón, Azúcar, etc	51.2	44.8
Celulosa	0.3	1.5
Sustancias minerales	1.0	1.2

En el cuadro anterior se puede ver que el pan blanco - contiene más sustancia protéica que el pan integral; éste es un hecho muy importante. Muchas variedades de harina de panificación contienen más cantidad de proteína que el grano completo, puesto que gran parte de la proteína está asociada al salvado - que se elimina en la molturación. No obstante, el porcentaje inferior de proteína en el pan integral es debido a la mayor cantidad de agua que contiene.

Operaciones en la Producción del Pan.- Las propiedades de la harina y la masa en la elaboración del pan dependerán de características tales como: la humedad de la harina; el contenido de proteínas, cenizas, fibra y grasa; el tamaño de partícula; la calidad del gluten proteínico. La elasticidad de la masa y su capacidad de formar películas después de que haya sido amasado con agua, esenciales para la retención de los gases y para una estructura abierta en la hogaza ya horneada. Esta masa bien elaborada depende directamente de la selección por el agricultor de las variedades de trigo, de sus métodos de cultivo, y del grado correcto de maduración anterior a la cosecha. Los mé-

-todos del molino, a su vez, influyen en las propiedades de la masa a travéz del tamaño de partículas de la harina, el contenido de humedad, el grado de eliminación del germen, el grado de ruptura de los gránulos feculosos y del daño al gluten durante la molienda, y la incorporación correcta de las porciones de harina.

En la panadería empieza el proceso de la elaboración - del pan. La harina contenida en enormes huchas es llevada neu - máticamente a una mezcladora en que se incorporan con los demás ingredientes de la fórmula para el pan. En la Tabla VIII se ve una típica fórmula para pan blanco.

TABLA VIII

Ingredientes	Base Harinosa %
Harina	100
Agua	65 (variable)
Levadura	2
Alimento de Levadura	0.25 - 0.5
Malta	0.50
Sal	2
Azúcar	6
Sólidos de Leche Descremada	6
Tabletas de Enriquecimiento (1)	-

(1).- Las tabletas de enriquecimiento contienen Vitaminas y minerales suficientes para que el pan terminado llene los requisitos federa - les para el pan enriquecido.

La mazcla es amasada y vaciada en artozas que son colocadas en un cuarto de fermentación con temperatura y humedad - controladas, para permitir que la levadura desarrolle el sabor y fermente la masa.

Después de varias horas de fermentación, las artezas son alzadas y su contenido vaciado dentro de las máquinas para dividir la masa. Estas máquinas cortan la masa en trozos de una libra. La estructura de la masa fermentada es esponjosa y muy frágil. Al dividir la masa, las cortaduras permiten el escape del gas, así que para sellar las superficies cortadas, los trozos son pasados por una máquina redondeadora.

Pero ésta castiga aún más los trozos de masa y les saca el gas, de manera que a los trozos redondeados se les da otra oportunidad de subir dentro de lo que se conoce como cámara de prueba. Pero ahora los trozos de masa redondeados no tienen la forma adecuada para que quepan en los moldes de hogaza, por lo que ahora se les pasa por una máquina moldeadora. Esta aplasta los trozos de masa y luego los enrolla hasta que adquieran una forma alargada. Después se les deja caer en los moldes que entrarán a los hornos.

Una vez más la máquina de moldear castiga la masa, sacándole los gases de fermentación, así que los moldes son colocados sobre unos bastidores para darle a la masa otro período de recuperación antes de la horneada. Finalmente los moldes pasan a los hornos. Después de unos 20 min. salen y las hogazas son sacadas de los moldes y enfriadas.

Las hogazas ya enfriadas, que se pueden tardar hasta 90 min. en este proceso, son llevadas por unos transportadores elevados a las máquinas de rebanar y envolver. El enfriamiento es esencial a fin de permitir que las hogazas sean rebanadas eficientemente y de prevenir que se condense humedad dentro de la envoltura. De aquí el pan sale en camiones hacia la tienda de abarrotes o el supermercado.

Era por este proceso tardado e incómodo que se fabricaba todo el pan comercial hasta años muy recientes. De allí es -

fácil entender porqué los científicos de los alimentos y los ingenieros mecánicos han obtenido cientos de patentes en simplificar el proceso de la elaboración del pan. De todas estas innovaciones la que ha tenido mayor éxito es el proceso continuo para la elaboración del pan que emplea un equipo que sustituye a seis de las máquinas antiguas, reduce el tiempo de fabricación de unas ocho horas aproximadamente a dos, y representa además un ahorro importante en mano de obra. Para explicarlo en forma muy breve, el sistema utiliza un proceso de fermentación líquida para producir una sustancia que contiene a la vez una levadura activa y elementos de sabor. Este líquido es bombeado y continuamente mezclado con la harina durante su flujo hacia una mezcladora de alta velocidad, que elabora la masa. La mezcladora es a la vez un expulsador continuo que corta los trozos de masa y los deja caer directamente a los moldes. Actualmente, alrededor de la mitad del pan consumido en los Estados Unidos se elabora según este sistema.

Antes de que llegue el pan a las estanterías del supermercado, se hacen numerosos chequeos e inspecciones a fin de proteger al consumidor. Primero viene la clasificación federal de la calidad del trigo, luego las pruebas de control de calidad del molinero, luego los Estandares de Identidad Federales que definen las fórmulas de pan aceptables. Después, están las normas de la Food and Drug Administration respecto a las sustancias químicas aprobadas para el pan. Hay pruebas de control de calidad en la panadería, complementados por inspecciones periódicas por la FDA para asegurar las condiciones sanitarias del establecimiento. Finalmente hay chequeo en la panadería y en el supermercado por inspectores estatales y locales para asegurar el peso correcto de la hogaza horneada.

Apreciación de las Cualidades y Defectos del Pan.- Al juzgar la calidad de un pan se deben considerar siempre los siguientes puntos:

- 1.- Aspecto General.
- 2.- Colorido.
- 3.- Volumen.
- 4.- Exfoliaciones.
- 5.- Grieta.
- 6.- Estructura.
- 7.- Brillo.
- 8.- Jugosidad de la Miga.
- 9.- Sabor.
- 10.- Estabilidad de la Miga.
- 11.- Grano.

1.- Aspecto General: Una de las propiedades más importantes del pan, éste atrae a los consumidores. Implica varias de las cualidades que se describen luego. El mal aspecto puede ser motivado por:

- 1.- Moldeo defectuoso.
- 2.- Mala colocación en los moldes, o en el horno.
- 3.- Formación de costra durante la maduración final.
- 4.- Falta de vapor en el horno.
- 5.- Exceso de harina espolvoreada cuando se usa.
- 6.- Manejo poco cuidadoso de los panes cocidos después de sacarlos del horno.

2.- Colorido: Es una indicación segura respecto a la calidad en general del pan que se examina. El colorido tipo es el que presenta un pan de corteza hecho con harina de alta calidad bien fermentado y cocido correctamente. Este colorido está formado por tonos delicados pardos y rojos que se funden uno en el otro, que tiñe las partes expuestas al calor del horno de pardo rojizo y en las menos expuestas al calor se convierten en una corteza amarillo dorada. Para obtenerse un buen colorido en el pan se debe usar harina de alta calidad.

Las deficiencias en el colorido pueden atribuirse a las siguientes causas:

1.- Harina de baja calidad.

2.- Poca maduración de la masa. La pieza tiene un aspecto amazacotado y poco volumen.

3.- Harina deficiente en azúcares naturales, utilizando para facilitar a estas harinas la producción de colorido, extracto de malta, azúcar y productos lácteos.

4.- La maduración excesiva de la masa produce pan con poco color.

5.- Un horno frío no producirá color, uno demasiado caliente se extralimita en la producción de color. El calor seco hace desaparecer el colorido deseado.

6.- Harinas tratadas cuyo tratamiento o blanqueo ha sido excesivo.

7.- Masas calientes.

3.- Volumen: Depende de la calidad de la harina, una buena manipulación, de la cantidad y calidad del gluten y de la cantidad de azúcar presente.

4.- Exfoliaciones: Son los copos sueltos o láminas de pan que se pueden desprender.

5.- Estructura: Igualdad de los huecos de la miga, uniformidad de vesiculación.

La estructura fina es la que presenta la superficie al corte con huecos y vesículas pequeñas, todas del mismo tamaño y distribuidas uniformemente.

Estructura basta: Cuando los huecos son de distinto tamaño.

6.- Brillo de la miga: Sólo puede tenerlo el pan confeccionado con harina de buena calidad y color.

7.- Jugosidad: Estimación puramente subjetiva determinada por la sensación en el paladar.

8.- Sabor: Influido no solamente por los ingredientes, sino también, y mucho, por el tipo de fermentación y manipulación y por el método de cocción.

Esta cualidad no se puede estandarizar; cada región o distrito tiene sus ideas y preferencias propias.

9.- Estabilidad de la miga: Determinada por la calidad de la harina y el grado de fermentación y de trabajo mecánico a que se ha sometido.

La estabilidad de la miga se refiere al poder de recuperación después de ser presionada.

GRASA.

Presente en la harina en cantidades generalmente no mayores del 1%. En ella se encuentra la sustancia colorante "Caroteno" que da color a la harina.

El aceite o grasa extraído de la harina, es un líquido pálido, amarillento, inodoro e insípido.

MATERIAL:

- a).- Aparato de extracción Soxhlet.
- b).- Dedales de extracción para éste propósito.
- c).- Plato caliente.
- d).- Balanza analítica.
- e).- Estufa a temperatura constante (100-105°C).
- f).- Desecador.
- g).- Algodón.

REACTIVOS:

- 1.- Eter de petróleo.

TECNICA:

Posar 2 gr. de muestra de harina bien mezclada y transferir al dedal de extracción, tapar la boca del dedal con un poco de algodón para evitar que la muestra salga del dedal durante el reflujo, y se coloca en la cámara de reflujo del aparato; posteriormente se añade éter de petróleo al matraz de recepción (previamente tarado a 103°C durante 30 min.) poco más arriba de la marca Pyrex y colocándolo en el lugar correspondiente al aparato, se somete a calentamiento por medio de un plato caliente y se deja a reflujo durante unas ocho horas para asegurar una completa extracción; después de este tiempo se evapora o se destila el éter de petróleo; se coloca el matraz en la estufa durante 30 min. a 103°C, se mete al desecador y se pesa.

CALCULOS:

$$\% \text{ de GRASA} = \frac{\text{Peso del matraz (con grasa - tara)}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

HUMEDAD:

La harina es un material higroscópico lo cual quiere decir que se influencia por las condiciones y por las variaciones de la humedad atmosférica.

Para la molturación, se acondiciona el trigo ajustándose la humedad para poder conseguir la mayor cantidad de harina de buena calidad. Esto, en la mayoría de los casos, supone la elevación del contenido de humedad, y la harina resultante tendrá una humedad del 15%.

Para su determinación se usó el aparato de humedad Cenco por su fácil manejo y rapidez en la obtención del resultado.

Dicha balanza fué calibrada para este propósito colocando el reóstato en el número 90 utilizando la lámpara de 125 W y empleando un tiempo de 12 minutos.

EQUIPO:

Balanza Cenco
Central Scientific Company
Pat. No. 2816437
Cat. No. 26680-1

TECNICA:

Encender la lámpara de la escala con el switch del frente a la derecha. Gire la escala hasta la marca de 100% haciendo coincidir con la aguja indicadora, por medio del botón de ajuste del lado derecho. Esto es para establecer un punto de referencia.

Mueva el indicador hacia el índice girando el botón de ajuste de la aguja, localizado al extremo izquierdo de la unidad. El botón se gira en dirección opuesta a aquella en la que la aguja deberá moverse para hacerla coincidir con el índice. Gire la escala hasta la marca 0%, esto sirve para predecir la cantidad por balancear. La aguja quedará ahora arriba del índice de la escala.

Eleve la caseta de la lámpara y cuidadosamente distribu-

-ya la muestra en el platillo hasta que la aguja regrese al índice de la escala. Se necesitan aproximadamente 5 gr. de harina para el balanceo correcto. Este peso de muestra corresponderá - por lo tanto a 100 divisiones de la escala. Bajar la caseta de la lámpara y enciéndala por medio del switch de la izquierda.

Para determinar el % de reducción de peso o humedad, gira la escala por medio del botón de ajuste de la misma a la derecha hasta que la aguja regrese al índice de la escala.

Lea el % de humedad directamente de la escala.

PROTEINA.

Esta determinación nos dá una amplia referencia acerca de la calidad panadera de la harina.

El método empleado fué el método Kjeldahl

Como esta técnica nos da el nitrógeno total, para convertir éste en proteína se multiplica por un factor que para éste caso el factor empleado en harinas o derivados del trigo es de 5.7 .

MATERIAL:

Aperato Kjeldahl (Digestor y destilador)

Extractor

Matraces Erlenmeyer de 500 ml.

Probetas 100 y 500 ml.

Bureta

Matraces Kjeldahl

REACTIVOS:

Reactivo de Selenio

Gránulos de Hengar

Acido sulfúrico conc.

Hidróxido de sodio conc.

Acido sulfúrico 0.1 N

Hidróxido de sodio 0.1 N

Rogo de metilo (indicador)

TECNICA:

Pesar 2 - 3 gr. de muestra problema y colocarla en el matraz Kjeldahl, cuidando que la muestra quede al menos dos centímetros abajo de la marca Pyrex, agregar 25 ml. de H_2SO_4 conc. agregar media cucharada chica de reactivo de selenio y 5 gránulos de Henger. Empieze la digestión; ésta termina aproximadamente cuando el líquido tiene un color claro (20 min. aprox.). Deje enfriar pero impida que solidifique, si esto ocurre, caliente en mechero hasta que cambie a líquido nuevamente; agregue - 200 ml. de agua destilada por las paredes despacio, enseguida - agregue 70 a 80 ml. de solución concentrada de NaOH, muy despacio y por las paredes. No Agite.

Antes de colocar el matraz Kjeldahl en el destilador, abra la llave de agua refrigerante y coloque en la salida correspondiente un matraz Erlenmeyer de 500 ml., con una cantidad de H_2SO_4 0.1 N, proporcional a la cantidad de proteína que se espere. Agregue 5 ó 6 gotas de indicador rojo de metilo. Al colocar el Erlenmeyer asegúrese de que el tubo quede dentro del ácido. Coloque el matraz en el destilador, tape el matraz Kjeldahl, agite, asegúrese que el tapón no se salga mientras se agita. Empieze a calentar. El final de la destilación lo indica un brinco del matraz, causado por la formación de Na_2SO_4 . Retire el Erlenmeyer fuera del destilador y apague la unidad.

NOTA. El Erlenmeyer debe retirarse antes de apagar la unidad, - ya que si no se saca del destilador al enfriarse el Kjeldahl hace succión, llevándose el destilado. luego lave el tubo con agua destilada. Titule el destilado con NaOH 0.1 N y calcule la proteína de la siguiente manera.

$$\% \text{ de Proteína} = \frac{(\text{ml. ácido} - \text{ml. NaOH}) \times \text{Normalidad} \times 1.4 \times 5.7}{\text{Gramos de Muestra Usados}}$$

CENIZAS:

La materia inorgánica de la harina es principalmente - fosfato potásico y pequeñas cantidades de fosfatos de calcio y magnesio, y vestigios de sulfatos de hierro y aluminio.

El máximo admitido de cenizas es de 0.65% para harinas con extracción hasta de 85%.

Un aumento exagerado de las cenizas indica un mayor contenido de elementos de la cutícula o la presencia de minerales extraños, impartiendo a las harinas un color no aceptable comercialmente.

MATERIAL:

Cápsulas de porcelana.

Balanza Analítica.

Mechero Bunsen.

Mufla a temp. de 550 - 600°C.

TECNICA:

Pesar 5 gramos de muestra en una cápsula previamente tarada; someter a calentamiento lento y débil, sin pasar el rojo sombra con mechero sin núcleo azul. Una vez carbonizada la muestra, continuar la calcinación en la mufla durante un tiempo de tres horas, Posteriormente colocar la cápsula en la estufa durante 5 minutos con el fin de disminuir la temperatura de la cápsula, evitando problemas en el desecador; posteriormente se coloca en el desecador durante 20 minutos a enfriar y se pesa.

CALCULOS:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de la cápsula (con cenizas - Tara)}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

GLUTEN HÚMEDO:

El gluten está presente en la masa después de haber realizado el amasado completamente. Como es insoluble en agua fría se puede lavar fácilmente trabajando la masa entre los dedos y manos o por procedimientos mecánicos.

El gluten húmedo varía de 15 - 45 % y es el encargado de formar el esqueleto de la masa, determina el carácter físico de ella.

Para los fines de panificación y repostería, lo más importante es la calidad del gluten, más que su cantidad (dentro de ciertos límites), ya que la capacidad para retener el gas depende de su calidad.

MATERIAL:

Cápsulas de porcelana 100-125 mm de diam.

Pipeta 25 ml.

Espátula.

Matraz Erlenmeyer.

Balanza Analítica.

TECNICA:

Se pesan 20 gr. de harina a examinar y se colocan en una cápsula de porcelana. con una pipeta se añaden 11 ml. de agua del grifo y se amasa con una pequeña espátula. El tiempo que se emplea en trabajar la masa no debe exceder de 8 minutos y siempre se debe hacer en el mismo tiempo, pues cuanto más se trabaja, mayor es el endurecimiento producido y éste afecta a la cantidad de gluten húmedo que se puede obtener.

La pieza de masa se coloca en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. con agua y se deja a remojo durante 30-60 min., transcurriendo este tiempo se debe lavar el gluten trabajando la masa con los dedos. El recipiente se llena ahora con agua a 29.5 °C, pues a esta temperatura se facilita la separación del gluten y es más apropiada para las masas. El trabajo se continúa hasta

- que no se produce más turbidez en el agua limpia.

Se toma el gluten en las manos y se trabaja para formar una masa coherente hasta que muestra una tendencia a pegarse a los dedos. Luego se deja durante 10 min., en cuyo tiempo se separa parte del agua sobrante, de modo que al volverlo a traba - jar con los dedos se elimina parte del agua sobrante. Pesando esta cantidad de gluten húmedo se averigua la cantidad que tie - ne la masa.

CALCULOS:

$$\% \text{ de Gluten Húmedo} = \text{Peso de gluten Húmedo} \times 5$$

GLUTEN SECO.

Es un material corneo, quebradizo y de color amarillo pardo obscuro. Durante el proceso de secado del gluten se pue - de apreciar la capacidad para retener el gas y su crecimiento en volumen debido a dicha retención del gas.

El gluten seco varía entre el 5 - 15 %, teniendo presen - te que la cantidad de proteína precursora del gluten es, por - término medio, una tercera parte de la cantidad de gluten húme - do.

Nota. El gluten seco no fué calculado por ningún método si - no que se efectuó matemáticamente teniendo presente que la ter - cera parte de gluten húmedo es igual al gluten seco presente en la muestra. Pero como una forma complementaria se da a continua - ción la técnica para esta determinación.

TECNICA:

Una vez obtenido el gluten húmedo, éste se seca en la - estufa a una temperatura de 103°C durante 2 hrs. haciendole ra - jaduras con una espátula. Una vez ya seco se vuelve a pasar te - niendose así gluten seco.

PODER DE HIDRATACION DEL GLUTEN.

Una harina es tanto más valiosa cuanto más unido y elástico es el gluten y cuanto mayor es su poder de hidratación, - pues esto disminuye a medida que aumenta el % de extracción.

La diferencia entre el gluten húmedo y el gluten seco es el poder de hidratación del gluten.

CALCULOS:

$\% \text{ Poder de Hidratación del Gluten} = \% \text{ Gluten (Húmedo - Seco)}$.

RELACION PROTEINA SOLUBLE - PROTEINA TOTAL.

Esta determinación se hace con el fin de obtener harinas de máxima calidad panadera pues existe una relación entre proteína soluble y proteína total (1:9) que nos marca el estándar para este tipo de harinas.

TECNICA:

Una vez determinada la proteína total por el método - Kjeldahl, se procede así a obtener proteína insoluble (gliadina y glutenina) por el mismo método, tomando como muestra el gluten seco, pues como sabemos en él se encuentran contenidas estas proteínas.

Obtenidos estos resultados (proteína total y proteína - insoluble), por diferencia de ambos obtenemos el contenido de proteína soluble y la relación entre proteína soluble - proteína total.

CALCULOS:

$\% \text{ Proteína Soluble} = \% \text{ Proteína Insoluble} - \text{Proteína Total}$

RELACION PROTEINA SOLUBLE - TOTAL = $\frac{\text{PROTEINA SOLUBLE}}{\text{PROTEINA TOTAL}}$

ACIDEZ.

En las harinas, la acidez es causada por la presencia de fosfatos, o por la presencia de pequeñas cantidades de ácidos orgánicos, como el ácido láctico, fumárico, cítrico, fórmico y succínico. La acidez aumenta por el porcentaje de extracción o por medio de la acción de cierto tipo de microorganismos o en zima lipasa o fosfatasa. Esta determinación sirve para medir el estado de conservación del producto.

MATERIAL:

Vasos de precipitados de 200 ml.

Probeta de 100 ml.

Bureta de 50 ml.

Varilla de vidrio.

REACTIVOS:

Agua destilada, hervida y enfriada, excenta de CO₂

Indicador de fenolftaleína al 0.5%.

Solución de NaOH 0.05N (N/20 N).

METODO:

Se pesan 5 gramos de la muestra de harina en el vaso de precipitados y se hace una pasta con el agua, excenta de CO₂. se añade mas agua hasta un total de 50 ml. y se mezcla bien. Se añaden 4 gotas de indicador de fenolftaleína y se valora hasta color rosa débil (que dure 30 segundos); se agita bien todo el tiempo. La acidez se calcula al estado de fosfato monopotásico.

CALCULOS:

$$\% \text{ de PO}_4\text{H}_2\text{K En la Harina} = \frac{\text{ml. gastados de NaOH} \times 0.0068}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

PRUEBA DE FELSHENKE.

Esta prueba tiene por objeto medir las cualidades mecánicas del trigo y también se pueden clasificar las diferentes clases de trigo así se tiene:

30 minutos - Suave
30 - 60 minutos - Medio Suaves
60 -120 minutos - Fuertes
120 -mas minutos - Extrafuertes

MATERIAL:

Vasos de precipitados 200 ml.

Baño María a temperatura constante de 32°C.

REACTIVOS:

Solución de levadura al 2%.

TECNICA:

Pesar 3 gramos de harina y amasarlos con 2 ml. de sol. de levadura al 2%, formandose una esfera se coloca en un vaso de precipitados que contiene 175 ml. de agua a 32°C y se coloca el matraz en un baño maría también a 32°C. La bola que al principio se va al fondo del vaso pronto sube a la superficie donde permanece un tiempo variable, hasta que se desintegra. A este tiempo variable se le llama cifra de Pelshenke o tiempo de fermentación. Los minutos transcurridos desde que se adiciona la masa al vaso hasta la ruptura, varían de 25 minutos a 5 horas esto es según la fuerza panadera que tenga el trigo.

Nota. Durante la prueba los vasos de precipitados fueron tapados por medio de un vidrio de reloj, ya que en las primeras muestras tuve que repetir las ya que observé que la parte superior de la esfera se endurecía por la falta de humedad en su superficie evitando que se desintegrara, dandome resultados muy elevados.

PODER DIASTASICO O INDICE DE MALTOSA.

La determinación del Índice de Maltosa es un método de expresar la actividad diastásica de la harina y fué introducida por Rumsey en América. Su método da la cantidad de maltosa presente en la harina, expresado en %, después de haber incubado su suspensión en agua a 27°C durante 1 hora. La cantidad presente varía según la harina, la naturaleza del trigo y el procedimiento de molturación.

Según este método, las harinas de panificación dan números entre 1.5 y 2.3%. Si el número está por debajo de 1.5%, puede tener insuficiente capacidad de gasificación, sobre todo si el procedimiento a que se va a someter la harina es largo. Si el número es demasiado alto, la masa de tal harina se comportará algo así como la harina obtenida de trigos que han empezado a germinar y da un pan cuyos lados son cóncavos, con bandas pesadas, glutinosas, a cada lado; se llaman "bandas de maltosa".

MATERIAL:

Matraces Erlenmeyer de 500 ml.

Matraces cónicos de 250 ml.

Termómetro.

Agitador.

Papel filtro.

Embudos.

Soporte.

Bureta.

Plato caliente.

REACTIVOS:

Agua destilada.

H₂SO₄ Concentrado.

Solución de Tungstato de sodio al 15%.

Azul de metileno al 1% en sol. acuosa.

Solución Fehling A

REACTIVOS (cont..).

Solución Fehling B

Sol. A: 69.28 gr. de Sulfato de cobre puro por litro.

Sol. B: 350 gr. de Sal de Rochelle y 100 gr. de sosa cáustica, disueltos en 1 litro de agua destilada.

METODO (Rumsey).

Se pesan 15 gr. de la harina objeto del ensayo, se añaden a un matraz de 500 ml. y se añaden 75 ml. de agua destilada a temperatura de 27°C. Se mezcla bien el contenido y se incuba a temp. de 27°C. durante 1 hora exacta, agitando cada 15 min. Al cabo de 1 hora se añaden al matraz 7 gotas de H₂SO₄ Conc. y 5 ml de una solución de Tungstato de sodio al 15% para precipitar las proteínas y detener la actividad diastásica. Se completa el volumen a 100 ml. y se filtra el extracto. En un matraz cónico de 250 ml. se ponen 5 ml. de sol. Fehling A y 6 ml. de Fehling B. Se pasa el filtrado a la bureta y se deja pasar 15 - 20 ml. al matraz que tiene las soluciones Fehling. Se coloca este matraz en un trípode y se calienta a ebullición. Cuando ha hervido 2 min., se añaden 7 gotas de una solución acuosa de azul de metileno al 1%. Ahora se va dejando el filtrado de la bureta, 1/2 cc. de cada vez, manteniendo la ebullición durante todo el tiempo y dejando pasar 5 seg. entre cada adición. La desaparición del color azul y formación de color pardo indica el final de la valoración. Se lee en la bureta el volumen de filtrado utilizado y, por la Tabla IX, se obtiene el índice de maltosa.

TABLA IX

ml. de extracto gastados	Indice de Maltosa	ml. de extracto gastados	Indice de Maltosa
15	3.73	33	1.67
16	3.49	34	1.63
17	3.29	35	1.58
18	3.11	36	1.53
19	2.95	37	1.49
20	2.80	38	1.45
21	2.66	39	1.41
22	2.53	40	1.37
23	2.43	41	1.34
24	2.32	42	1.32
25	2.22	43	1.29
26	2.13	44	1.25
27	2.05	45	1.21
28	1.97	46	1.18
29	1.90	47	1.15
30	1.83	48	1.13
31	1.77	49	1.11
32	1.72	50	1.09

CAPITULO III
RESULTADOS

RESULTADOS DEL ANALISIS DE GRASA EN LAS HARINAS

MUESTRA	A%	B%	C%	PROMEDIO (ABC)
1	0.8493	0.8504	0.8490	0.8495
2	1.1296	1.1314	1.1292	1.1300
3	0.9950	1.0016	1.0046	1.0004
4	1.1691	1.1702	1.1690	1.1694
5	0.9566	0.9570	0.9546	0.9560
6	0.9094	0.9118	0.9100	0.9104
7	1.0100	0.9959	1.0150	1.0069
8	1.2123	1.2148	1.2104	1.2125
9	1.1149	1.1132	1.1128	1.1136

RESULTADOS DEL ANALISIS DE HUMEDAD EN LAS HARINAS

MUESTRA	A %	B %	C %	PROMEDIO (ABC)
1	14.90	14.90	15.00	14.933
2	14.40	14.40	14.50	14.433
3	13.80	13.90	14.00	13.900
4	11.80	11.80	11.80	11.800
5	13.20	13.10	13.10	13.133
6	13.20	13.30	13.30	13.166
7	14.00	14.00	14.00	14.000
8	13.40	13.40	13.60	13.466
9	13.00	13.20	13.40	13.200

RESULTADOS DEL ANALISIS DE PROTEINA TOTAL EN LAS HARINAS*

MUESTRA	A%	B%	C%	PROMEDIO (ABC)
1	9.4979	9.4320	9.4171	9.4490
2	9.9414	9.9814	9.9410	9.9546
3	10.4696	10.4502	10.4295	10.4496
4	12.1787	12.0959	12.1073	12.1273
5	9.9672	9.8167	9.8960	9.8933
6	10.3846	10.3220	10.3318	10.3461
7	10.0300	10.0548	10.0149	10.0332
8	10.4112	10.4060	10.3740	10.3970
9	10.0922	10.1220	10.1810	10.1317

* El factor empleado para la conversión del % de Nitrógeno Total a Proteína Total fué de 5.7

RESULTADOS DEL ANALISIS DE CENIZAS EN LAS HARINAS

MUESTRA	A%	B%	C%	PROMEDIO (ABC)
1	0.4703	0.4756	0.4730	0.4729
2	0.5153	0.5121	0.5164	0.5146
3	0.5062	0.5088	0.5072	0.5074
4	0.5810	0.5840	0.5760	0.5803
5	0.5420	0.5480	0.5480	0.5460
6	0.5520	0.5578	0.5562	0.5563
7	0.5519	0.5496	0.5500	0.5505
8	0.5872	0.5880	0.5870	0.5874
9	0.5328	0.5300	0.5313	0.5313

RESULTADOS DEL ANALISIS DE GLUTEN HUMEDO EN LAS HARINAS.

MUESTRA	A %	B %	C %	PROMEDIO (ABC)
1	21.9800	21.4200	22.8350	22.0783
2	23.0750	21.8490	22.4395	22.4545
3	22.6125	21.9700	22.8680	22.4835
4	27.9625	26.8725	27.5740	27.4696
5	26.1600	26.5005	26.1480	26.2695
6	27.5400	27.4605	27.3045	27.4350
7	28.5255	28.0505	27.9560	28.1773
8	25.7600	25.7955	25.8050	25.7868
9	28.1250	28.0000	28.1550	28.0933

RESULTADOS DEL ANALISIS DE GLUTEN SECO EN LAS HARINAS

MUESTRA	A %	B %	C %	PROMEDIO (ABC)
1	7.3266	7.1400	7.6116	7.3594
2	7.6916	7.2830	7.4798	7.4848
3	7.5375	7.3233	7.6226	7.4944
4	9.3208	8.9575	9.1913	9.1565
5	8.7565	8.8335	8.7160	8.7686
6	9.1800	9.1535	9.1015	9.1450
7	9.5085	9.3501	9.3186	9.3924
8	8.5866	8.5866	8.6016	8.5916
9	9.3750	9.3333	9.3850	9.3644

RESULTADOS OBTENIDOS DEL PODER DE HIDRATACION DEL GLUTEN

MUESTRA	A %	B %	C %	PROMEDIO (ABC)
1	14.6534	14.2800	15.2234	14.7189
2	15.3834	14.5660	14.9597	14.9697
3	15.0750	14.6467	15.2454	14.9890
4	18.6417	17.9150	18.3837	18.3134
5	17.5130	17.6670	17.4320	17.5373
6	18.3600	18.3070	18.2030	18.2900
7	19.0170	18.7004	18.6374	18.7849
8	17.1734	17.2089	17.2034	17.1952
9	18.7500	18.0000	18.7700	18.5066

RESULTADOS OBTENIDOS DE PROTEINA INSOLUBLE EN GLUTEN*

MUESTRA	A %	B %	C %	PRC MEDIO (ABC)
1	69.2514	68.7657	70.1022	69.3731
2	70.4114	70.9810	70.6318	70.6747
3	71.1408	71.2718	71.3840	71.2755
4	72.2718	72.0910	72.1520	72.1716
5	70.4618	71.0814	70.9210	70.8214
6	71.4020	71.5960	71.9712	71.6564
7	70.1943	70.2954	70.4860	70.3252
8	71.9718	71.6988	71.3714	71.6806
9	69.1870	68.9916	69.2118	69.1301

*El factor utilizado para proteína fué 5.7

RESULTADOS OBTENIDOS DE PROTEINA SOLUBLE EN LAS HARINAS

MUESTRA	A %	B %	C %	PROMEDIO (ABC)
1	59.7535	59.3337	60.6851	59.9241
2	60.4700	61.9996	60.6908	61.0534
3	60.6712	60.8216	60.9545	60.8157
4	60.0931	59.9951	60.0447	60.0443
5	60.4946	61.2647	61.0250	60.9281
6	61.0174	61.2740	61.6402	61.3105
7	66.1643	60.2406	60.4711	60.2920
8	61.5606	61.2928	60.9974	61.2836
9	59.0948	58.8696	59.0308	58.9984

RELACION PROTEINA SOLUBLE - PROTEINA TOTAL*

MUESTRA	% PROTEINA SOLUBLE	% PROTEINA TOTAL	RELACION
1	59.9241	9.4490	6.3418
2	61.0534	9.9546	6.1331
3	60.8157	10.4496	5.8199
4	60.0443	12.1273	4.9511
5	60.9281	9.8933	6.1585
6	61.3105	10.3461	5.9259
7	60.2920	10.0332	6.0092
8	61.2836	10.3970	5.8943
9	58.9984	10.1317	5.8231

* Se utilizaron los promedios unicamente, tanto de protefina soluble como de protefina total; ya que estos tambien nos dan el promedio de la relacion existente entre ambas protefinas.

ACIDEZ AL ESTADO DE FOSFATO MONOPOTASICO (% DE PO_4H_2K).

MUESTRA	A %	B %	C %	PROMEDIO (ABC)
1	0.0544	0.0544	0.0544	0.0544
2	0.0408	0.0408	0.0408	0.0408
3	0.0402	0.0340	0.0402	0.0381
4	0.0337	0.0340	0.0338	0.0338
5	0.0272	0.0271	0.0271	0.0271
6	0.0590	0.0632	0.0583	0.0601
7	0.0530	0.0542	0.0561	0.0544
8	0.0340	0.0340	0.0339	0.0340
9	0.0340	0.0340	0.0340	0.0340

CIFRA DE PELSSENKE O TIEMPO DE FERMENTACION DE LAS HARINAS*

MUESTRA	TIEMPO A	TIEMPO B	TIEMPO C	PROMEDIO (ABC)
1	4.35	4.30	4.40	4.35
2	4.20	4.25	4.15	4.20
3	3.40	3.35	3.49	3.41
4	4.35	4.40	4.55	4.43
5	5.00	5.00	4.50	4.66
6	4.40	4.50	4.40	4.43
7	4.47	4.40	4.38	4.41
8	4.47	4.35	4.40	4.41
9	4.10	4.18	4.15	4.14

* El tiempo está expresado en horas.

ACTIVIDAD DIASTASICA O INDICE DE MALTOSA EN LAS HARINAS.

MUESTRA	A	B	C	PROMEDIO (ABC)
	I. MALTOSA	I. MALTOSA	I. MALTOSA	I. MALTOSA
1	1.49	1.49	1.53	1.503
2	1.63	1.63	1.63	1.630
3	1.58	1.63	1.58	1.596
4	2.05	2.05	2.13	2.076
5	1.72	1.72	1.72	1.720
6	1.67	1.65*	1.65*	1.656
7	1.83	1.83	1.83	1.830
8	1.77	1.80*	1.80*	1.790
9	1.72	1.72	1.72	1.720

* Resultados obtenidos entre dos lecturas de la TABLA IX

PODER DE ABSORCION DE AGUA EN LAS HARINAS

MUESTRA	A %	B %	C %	PROMEDIO (ABC)
1	62.1694	61.1996	62.4918	61.9536
2	64.4220	64.3119	65.2630	64.6656
3	64.8540	65.8616	64.9171	65.2111
4	67.9918	68.2540	68.0149	68.0869
5	63.1840	62.7902	62.7004	62.8915
6	65.9541	66.1219	64.9879	65.6879
7	66.7318	67.9795	66.4070	67.0394
8	63.2740	63.7285	64.4042	63.8022
9	64.2646	64.7280	65.0161	64.6695

CAPITULO IV
CONCLUSIONES

Sabiendo que las propiedades de las harinas y las masas en la elaboración del pan van a depender de las diferentes características tales como: la humedad de la harina; el contenido de proteína; cenizas; grasa; el tamaño de la partícula; la calidad del gluten proteínico; de la elasticidad de la masa y de la capacidad de retención de gas. De los resultados obtenidos se pueden extraer conclusiones muy alentadoras; ya que las harinas sujetas a estudio, arrojaron resultados bastante aceptables de acuerdo a cada una de estas características, y que aparecen en los cuadros anteriores.

La propiedad de producir un pan relativamente grande - con una miga de estructura regular formada por finas cualidades la poseen los trigos duros; que de acuerdo a la Cifra de Pelshenka Modificación Chacón, todas las harinas analizadas provienen de trigos extraduros o extrafuertes, razón por la cual dicho análisis nos lleva a la conclusión de que las harinas presentan un buen grado de aceptabilidad para los fines de panificación.

Todas las harinas presentaron en lo que respecta a calidad de gluten, cualidades óptimas de elasticidad y plasticidad, conferidas por la gliadina una de las más importantes proteínas del gluten; la otra es la glutenina la cual se encarga de la estrutura, lo cual, ambas cualidades se pudieron observar perfectamente durante el trabajo mecánico efectuado con las manos en la obtención del gluten.

Además de estas características también se observó, una aceptable capacidad de retención de gas, cualidad primordial necesaria, para el crecimiento del pan.

Sin embargo, tomando en cuenta que el pan es uno de los alimentos de mayor consumo y de acuerdo a conclusiones sacadas de varios consumidores y considerandome uno de ellos; en el Edo. de Querétaro existe una marcada preferencia por algunas panaderías, con lo cual no quiero decir que en las de menor predilección se empleen harinas de baja calidad, ya que de acuerdo a -

- los estudios efectuados, harinas de esta clase no se presentaron, sino que es debido principalmente a las malas operaciones en la producción del pan, tales como: mezclado de ingredientes, amasado, fermentado, cortado, moldeado, horneado y enfriado.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Tecnología de los cereales
N.L. Kent, M.A., Ph.D
Editorial Acribia.
Zaragoza (España).
- 2.- Encyclopedia of Food Technology.
Johnson Peterson
The Avi Publishing Co. inc
Volume 2 (1974).
- 3.- La ciencia de los alimentos
Norman N. Potter, Ph.D.
EDUTEX S.A.
Primera edición (1973).
- 4.- Methods Official
A.O.C.S.
- 5.- Fabricación del Pan
Edmund B. Bennion.
Editorial Acribia.
Zaragoza (España).
- 6.- From Wheat to Flour
Wheat flour institute.
Chicago, Illinois 60606
Copyright 1965.
- 7.- Los cereales y su almacenamiento.
Fidel Almanza Pérez
Salvador Espinola Moreno
(Tesis) 1977
Clave 664-(05) 007-1
- 8.- Enciclopedia de Química Industrial.
Ullmann
Editorial Gustavo Gili, S.A.
Volumen X.

9.- Enciclopedia de Tecnologia Quimica.
Kirk-Othmer
Volumen IV
Editorial Hispano-Americana.