

300627

6
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD INDUSTRIAL DE TRES DIFERENTES TIPOS DE HARINA PARA LA ELABORACION DE TORTILLAS: DE TRIGO, CALIDAD PANADERA, CALIDAD GALLETERA Y TRITICALE

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO
P R E S E N T A ;
GEANNELLA BLASUTTI AGUILAR



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAGINA
OBJETIVOS DE ESTUDIO	1
CAPITULO I INTRODUCCION	2
CAPITULO II GENERALIDADES	
2.1 TRIGO	4
-Clasificación.	
-Morfología y fisiología de la planta de trigo.	
-Composición química y calidad nutritiva del grano y de la harina de trigo.	
-Calidad de trigos duros y suaves.	
-Tecnología de la molienda.	
2.2 TRITICALE	15
-Clasificación.	
-Morfología y fisiología de la planta de triticale.	
-Producción.	
-Composición química y calidad nutritiva del grano y de la harina de triticale.	
-Tecnología de molienda.	
2.3 REOLOGIA DE LOS CEREALES	19
-Determinación de la dureza del grano.	
-Determinación de cenizas en la harina.	
-Determinación de proteína en la harina.	
-Determinación de humedad en la harina.	
-Calidad del gluten.	
-Características de amasado por medio del mixógrafo.	
-Fuerza de la harina por medio del alveógrafo.	
2.4 TORTILLAS DE HARINA	24
-Ingredientes.	
-Proceso de elaboración de tortillas de harina.	

- Importancia nutritiva de las tortillas de harina.
- Evaluación de las tortillas de harina, desde el punto de vista dimensional, físico, sensorial y bromatológico.
- Problemas de elaboración de las tortillas de harina.

CAPITULO III MATERIAL Y METODOS	
3.1 OBTENCION DE LA MATERIA PRIMA	35
3.2 ANALISIS FARINOLÓGICO	39
- Contenido de humedad .	
- Contenido de cenizas	
- Contenido de proteína	
- Contenido de gluten	
3.3 ELABORACION DE LAS TORTILLAS DE HARINA ..	47
- Amasado.	
- Tiempo de amasado.	
- Absorción de agua en el amasado.	
- Bola.	
- Reposo.	
- Temperatura y tiempo de reposo.	
- Frenado, hornado, enfriado y empaque.	
3.4 EVALUACION DE LAS TORTILLAS	59
- Determinación de la humedad.	
- Determinación de diámetro.	
- Determinación de compresión, penetración y espesor.	
- Determinación de pH.	
- Determinación de flexibilidad.	
- Prueba sensorial.	
3.5 ANALISIS BROMATOLÓGICO DE LAS TORTILLAS DE HARINA.	68
- Contenido de humedad.	
- Contenido de proteína.	
- Contenido de grasa.	
- Contenido de cenizas.	
- Contenido de fibra cruda.	
3.6 VALOR CALORICO DE LAS TORTILLAS DE HARINA	74
- Cálculos teóricos.	

CAPITULO IV	RESULTADOS	
4.1	TABLA DE RESULTADOS DE ANALISIS FARINOLOGICO	76
4.2	TABLA DE RESULTADOS DE LA EVALUACION DIMENSIONAL Y FISICA DE LAS TORTILLAS ...	82
4.3	RESULTADO DE ANALISIS SENSORIAL	120
4.4	TABLA DE RESULTADOS DE ANALISIS BROMATOLOGICO	122
4.5	RESULTADO DEL VALOR CALORICO DE LAS TORTILLAS DE HARINA	122
CAPITULO V	ANALISIS DE RESULTADOS	124
CAPITULO VI	CONCLUSIONES	130
BIBLIOGRAFIA	132

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- 1.- Realizar un estudio comparativo farinológico de los tres diferentes tipos de harinas para la elaboración de tortillas
- 2.- Hacer un estudio de proceso de cada una de las diferentes harinas y evaluarlas desde el punto de vista dimensional, físico, sensorial y bromatológico.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La tortilla, tanto de harina de trigo como de maiz, es un alimento básico en la dieta de muchos americanos, especialmente de origen hispanico. Las tortillas son utilizadas en la preparación de tradicionales comidas mexicanas como enchiladas, tacos, etc., y son servidas también como sustituto del pan. Las tortillas de harina de trigo son usadas principalmente con este fin.

La tortilla de harina de trigo es el resultado de la cocción de una pasta llamada masa, producto de una mezcla de harina de trigo con agua, sal yodada y manteca vegetal, lo cual es amasado hasta obtener una consistencia homogénea. La cocción se puede realizar en una plancha caliente.

La popularidad de los alimentos basados en tortillas se ha incrementado firmemente en los años recientes, pero es muy limitada la información en general, especialmente implantar la realización de estudios para determinar la calidad industrial de estas.

Siendo la tortilla uno de los pilares en los que se sienta la alimentación del pueblo mexicano en su gran mayoría, es de positiva necesidad el investigar todos los problemas relativos a ella. El presente trabajo se realizará con el objeto de contribuir al conocimiento de la calidad industrial de las tortillas de harina de trigo principalmente, basado en el comportamiento de tres diferentes tipos de harinas, las cuales son: de trigo calidad panadera, de trigo calidad galletera y de triticale. Por tal motivo se realizarán una serie de análisis y estudios tanto de las harinas como de las tortillas.

La elaboración de la tortilla de harina no ha sido estudiada a fondo, se han hecho algunos estudios en diferentes partes del mundo y por tal motivo se puede reconocer que el futuro reservado al hecho de fabricar tortillas de harina de trigo es de gran alcance, y aquí en México tenemos muchas facilidades de estudiar el problema. De hecho existen varias empresas en todo el mundo dedicadas a la fabricación industrial de tortillas de harina de trigo cuyo mercado mensual a nivel nacional es del orden de 600 toneladas.

Por ejemplo desde el punto de vista de materia prima no hay problema ya que los cereales dominan en una forma u otra la producción agrícola del mundo. Aportan la gran masa de las materias nutricias para el hombre y son un alimento básico capital. El trigo es la planta mas ampliamente cultivada en el

mundo. El trigo que crece en la tierra puede incluso superar la cantidad de todas las demás especies productoras de semillas, silvestres o domesticadas. Las numerosas variedades de trigo que existen en base al color y textura de la semilla se clasifican en variedades rojas y blancas, suaves y duras. Los trigos rojos duros dan una harina para panificación, mientras que las variedades rojas y blanca suaves se emplean en la producción de la harina que se utiliza en pastelería y galletería y en la producción de bizcochos y repostería. Una variedad especial de trigo a la que se conoce como trigo "durum", que tiene un endospermo translúcido más duro se emplea en la fabricación de pastas para sopa.

Los cereales que el hombre utiliza como alimento han sido mejorados en los últimos años, gracias a un mejor conocimiento de los mecanismos de reproducción y de la composición genética de las plantas. Este es el caso del triticale, que es una nueva especie de cereal híbrido, desarrollada por el hombre mediante cruzadas de trigo (*Triticum* sp.) y el centeno (*Secale* sp.). El nombre genérico se formó con el prefijo triti de *Triticum* y el sufijo cale de *Secale*.

Hoy en día el triticale está en el umbral de ser reconocido como una nueva especie de cultivo como sus establecidos parientes que han proporcionado alimento al hombre desde el comienzo de la agricultura.

Con esto se reafirma el hecho de que es nuestra obligación o deber, encabezar un estudio para mejorar la elaboración de tortillas de harina para tener una buena explotación de este producto.

CAPITULO II

GENERALIDADES

2.1 TRIGO

- CLASIFICACION

Los diversos grupos de trigo difieren entre sí de tal manera que están divididos en especies distintas dentro del género Triticum de la familia de las gramíneas. Los trigos domesticados y sus formas silvestres relacionadas se han estudiado con más intensidad que cualquier otro grupo de plantas (25).

Las especies y variedades conocidas del género triticum (trigo) sobrepasan las 30,000 y todas se pueden dividir en tres grupos diferentes que derivan de sus progenitores y que se diferencian en el número de cromosomas de sus células, que pueden ser de 7, 14 o 21. Los trigos de 14 y 21 cromosomas proceden del de 7 cromosomas y gramíneas afines a través de hibridaciones de las que resultó la duplicación de los cromosomas o sea de 14, 28 y 42, (22,25,34).

Tipos de Trigos.-

En general, los trigos se clasifican según la textura del endospermo; ya que esta característica del grano está relacionada con la forma de romperse durante la molienda. También se clasifican según el contenido de proteína, ya que el uso de la harina y sus propiedades está relacionada con esta segunda característica. Y por último se pueden clasificar también por medio del color, como se menciona en la introducción (7).

- Trigos vitreos y harinosos: La textura del endospermo puede ser vitrea (cristalina) o harinosa (almidonosa). Los granos individuales en general son completamente vitreos o completamente harinosos, pero con frecuencia se encuentran granos que son parcialmente harinosos y parcialmente vitreos a los cuales se les denomina granos mixtos. Los granos vitreos son translúcidos y aparecen brillantes a través de una fuente de luz, mientras los harinosos son opacos y aparecen oscuros en las mismas condiciones.

Los tipos de trigos se pueden clasificar también en duros y blandos, o en fuertes y débiles. Los granos vitreos tienden a ser duros y fuertes, los harinosos blandos y débiles, pero la asociación no es variable.

- Trigos duros y blandos: Dureza y blandura son características molineras relacionadas con la forma de romperse el endospermo. Los trigos duros proporcionan una harina gruesa, arenosa y fácil de cernir, formada por partículas de forma regular que en su

mayoría son células enteras del endospermo; los trigos blandos dan una harina muy fina formada por fragmentos irregulares de las células del endospermo (22).

- Trigos fuertes y flojos: La fuerza del trigo es una característica relacionada con sus propiedades panaderas o sea la capacidad de una harina para producir pan en piezas de gran volumen con miga de buena textura. Los trigos que poseen esta característica generalmente tienen un elevado contenido de proteína y se les llama trigos fuertes o trigos de "fuerza". En cambio los trigos que dan harina de la cual solo se puede obtener pequeñas piezas panarias con miga de estructura abierta, son trigos con bajo contenido en proteínas y reciben el nombre de trigos "flojos" (galletas, bizcochos, etc.) (22).

- MORFOLOGIA Y FISILOGIA DE LA PLANTA DE TRIGO

Las características morfológicas son importantes, para la identificación de algunas especies. Pero no todas estas características tienen un valor igual como para utilizarlas como un medio de clasificación. Como por ejemplo las hojas, las ligulas y las aurículas varían un poco de una variedad a otra o de una especie a otra. Como tampoco es conveniente utilizar las características de las raíces para este fin.

Descripción de la planta de trigo.-

Los trigos son plantas anuales de 30 a 180 cm de altura. Su tallo o caña es recto cilíndrico, hueco y tiene nudos, los cuales son sólidos. La mayoría de los trigos tienen 6 nudos aproximadamente. Las hojas son lanceoladas, con un ancho de 0.5 a 1 cm y una longitud de 15 a 25 cm, con una larga vaina que abraza el tallo y con la ligula de longitud media. Cada planta llega a tener entre 4 y 6 hojas (34).

Su aurícula es despuntada y tiene pelos. En las plántulas las hojas se despliegan al nacer, girando en el sentido de las manecillas del reloj. Las plántulas producen macollos de número variable (generalmente van de 2 a 7); a esta característica se le llama amacollamiento (2).

Esta planta tiene 2 tipos de raíces: Las permanentes o secundarias que nacen de el primer nudo, y las que nacen a partir de la semilla o sea seminales. Normalmente existen 5 raíces seminales, una radical o primaria y 4 laterales, que funcionan durante toda la vida de la planta (34).

Cada caña ccha una inflorescencia terminal en forma de espiga mas o menos compacta, corta o prolongada, con el ojo o rassa generalmente difícil de romper. Dicha espiga comprende numerosas espiguillas, que pueden estar unidas fuertemente a la rassa o desprenderse con facilidad (25); cada una suele componerse de varias flores (34). Las espigas terminales están compuestas de 4 o más líneas de granos (figura 1).

Grano Maduro.-

Casi todos los granos enteros de cereales presentan

ciertos rasgos estructurales que les son comunes. Son frutos monocarpelos o granos, que tienen una estructura externa (cubierta de la semilla o pericarpio) que encierra un endospermo almidonado y el germen o embrión (7).

El grano de trigo es un cariopsido pequeño y seco. Consiste de germen o embrión y de endospermo. La forma del grano es ovoida, oval o elíptica, redondeada de los extremos (34).

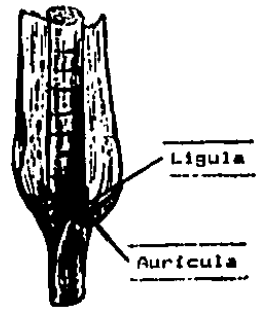
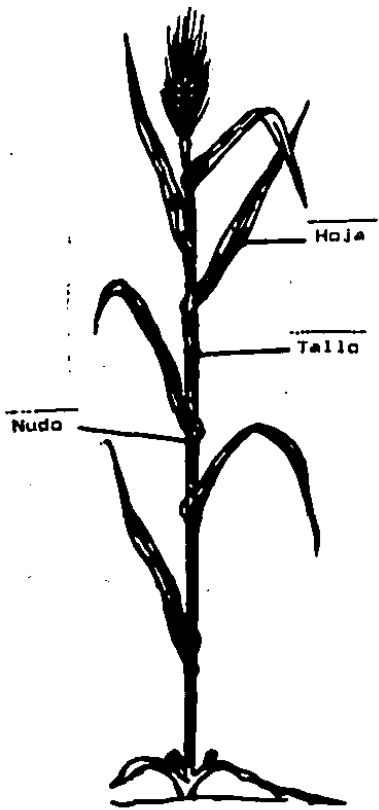
El germen o embrión ocupa de 1/6 a 1/4 o más del área dorsal, y se encuentra en uno de los extremos del grano, en el otro extremo se encuentra un penacho de finos pelos al cual se le conoce con el nombre de pincel o capillo. A lo largo de la cara vertebral del grano se encuentra un repliegue o surco (la arruga), un enrollamiento de aleurona y todas las capas envoltorios. En el fondo de la arruga hay una zona vascular fuertemente pigmentada.

Los principales componentes estructurales del grano son: Pericarpio o envoltura de la semilla, germen y endospermo (figura 2).

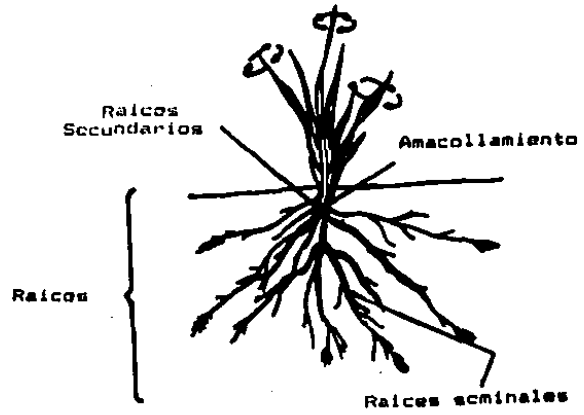
Estos están a su vez subdivididos en varias capas, tejidos o regiones, como sigue:

Grano (cariopsido)

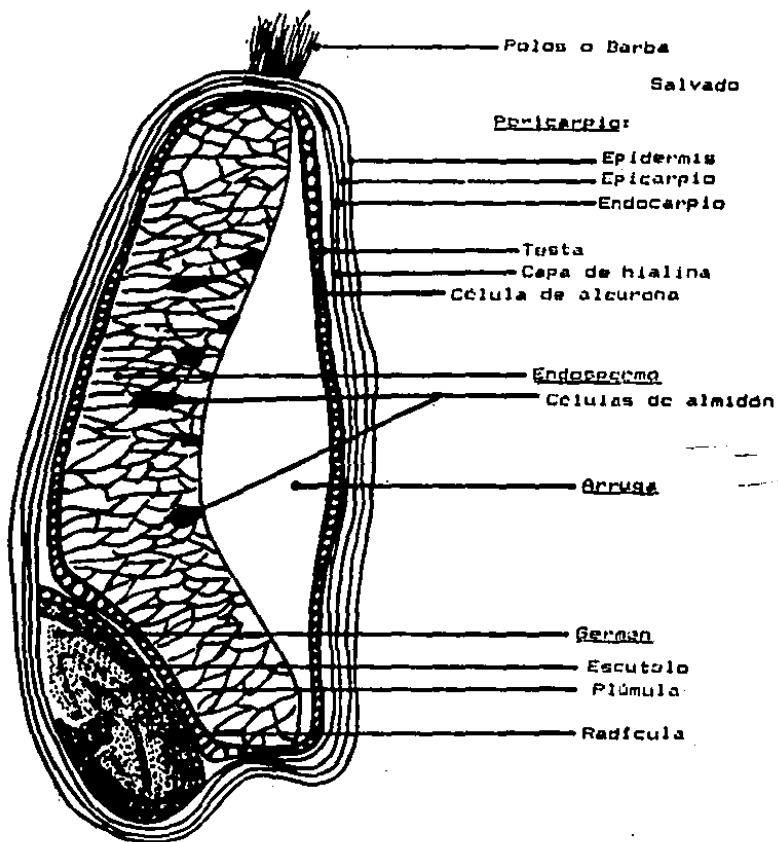
- | | | | | |
|--|----------------------|---|---|---------|
| 1.- Pericarpio (envoltura del fruto) | } | Beeewing
(flor) | } | Salvado |
| a) Parte externa | | | | |
| Epidermis (epicarpio) | | | | |
| Hipodermo | | | | |
| Resto de células de paredes delgadas | | | | |
| b) Parte Interna | { | | | |
| | Células intermedias | | | |
| | Células cruzadas | | | |
| | Células tubulares | | | |
| 2.- Semilla | | | | |
| a) Cubierta de la semilla (testa), y zona pigmentada | | | | |
| b) Capa micelar (capa hialina) | | | | |
| c) Endospermo | { | | | |
| | Capa de aleurona | | | |
| | Albumen | | | |
| d) Germen (embrión) | { | | | |
| | Escutelo (cotilodón) | | | |
| | Eje embrionario | { | | |
| | | Plúmula, cubierta por el coleóptilo. | | |
| | | Raíz primaria, cubierta por el caloserriza. | | |
| | | Raíces secundarias laterales | | |
| | Epiblasto | | | |



Plantula



" FIGURA 1 "



" FIGURA 2 "

SECCION TRANSVERSAL DE UN TIPICO GRANO DE TRIGO.

Etapas de crecimiento del trigo:

- 1.- Amacollamiento:** Se lleva a cabo desde que la plántula está visible hasta que las primeras hojas se han desarrollado.
- 2.- Extensión del tallo:** Se hace visible desde que sale el primer nudo hasta la banderilla o rebucho. Es cuando se pone erecta la última hoja, antes de salir la espiga o la panícula.
- 3.- Floración:** Acaba de hacerse visible desde que la flor es espiga o panícula hasta que las flores abren.
- 4.- Maduración:** Es cuando los granos maduran.

- COMPOSICION QUIMICA Y CALIDAD NUTRITIVA DEL GRANO Y DE LA HARINA DE TRIGO

El grano maduro del trigo contiene sustancias nutritivas como son hidratos de carbono (principalmente almidón), proteínas, grasas, vitaminas y sustancias minerales. Al trigo se lo considera fundamentalmente una fuente de hidratos de carbono, ya que el almidón es su más importante compuesto químico y no una fuente de proteínas, vitaminas y minerales.

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

El almidón solo se encuentra en el endospermo, pero las proteínas están en todo el grano, el contenido proteico de los trigos varía entre los límites de 9 - 12 %. Estudios indican que en el proceso de secado del trigo se desnaturalizan las proteínas del germen y por lo tanto el contenido proteico es muy bajo (24). Las moléculas de proteína están formadas por cadenas de aminoácidos unidos entre sí según enlaces peptídicos, entre el grupo carboxilo (COOH) de un aminoácido y el grupo alfa-amino (NH₂) del vecino.

En las proteínas de los cereales se encuentran unos 18 aminoácidos. Las proporciones en que se encuentran, y su colocación en la cadena determinan las características particulares de las proteínas. Pence y colaboradores (1954) dan las siguientes proporciones para los principales constituyentes de las proteínas de la harina (en cinco variedades de trigo, con una harina que contiene entre 6 y 14 % de proteína): albumina 6-12 %, globulinas 5-11%, gluten 78-85%.

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

El gluten es elástico y se hincha, propiedades que son de gran valor en la preparación del pan y otros productos. El gluten como una proteína típica del grano sufre deficiencias parciales de lisina, triptófano y metionina. Esto es insignificante en una dieta mixta normal, y puede ser considerado como una proteína de buena calidad en los productos obtenidos de la harina de trigo (3,39).

En cuanto a la composición de aminoácidos en el trigo, es notable el elevado contenido de ácido glutámico (glutamina) y de prolina y el bajo contenido en lisina.

Durante la molienda la mayor parte de la fibra queda en el salvado ya que está enteramente en esta parte del grano, solamente un 10 % de la fibra total está en el endospermo y en el germen. Aproximadamente la mitad de la grasa total se localiza en el endospermo, y un quinto en el germen y el resto en el salvado, pero hay más en la aleurona que en el pericarpio y testa. La distribución de las cenizas se parece a la de la fibra, estando más de la mitad en el pericarpio, testa y aleurona. La siguiente tabla resume lo descrito en estos párrafos (20,22).

P A R T E	P E S O		C O N S T I T U Y E N T E S			
	gr. % de grano	Almí- dón	prote- ína	fibra	grasa	cenizas
Pericarpio						
Testa	15	0	20	70	30	67
Aleurona						
Endospermo	82	100	72	8	50	23
Embrión						
Escutelo	3	0	8	3	20	10

" TABLA 1 "

Porcentaje de los constituyentes totales del trigo presentes en sus principales partes morfológicas (22)

Por otra parte la harina de trigo se produce por medio de una complicada operación de molienda y tamizado que separa el salvado de los demás componentes del grano, operación que puede ajustarse para que dé una harina que contenga cualquier cantidad deseada de los componentes principales. La proporción de extracción de la harina es el porcentaje de los granos enteros de trigo que se obtienen en forma de harina y se le puede variar para que incluya más o menos germen y salvado según se desee. Como por ejemplo con una extracción del 70 % se obtiene una harina blanca muy fina, constituida casi totalmente por endospermo, mientras que con una porción de extracción del 100 % se obtendrá una harina entera que contiene todos los componentes del grano. Para la obtención de harina blanca normalmente se exige una proporción de extracción del 70 % al 75 % (7).

El valor nutritivo de la harina integral del 100 % de extracción es igual al del trigo, puesto que la harina integral debe contener todo el conjunto de productos obtenidos durante la molienda del trigo limpio, pero las harinas de menor extracción difieren en valor nutritivo del trigo, puesto que eliminan cantidades variables de salvado, germen y partes del endospermo que contienen mayores concentraciones de proteína, minerales y vitaminas (22). Todo esto obviamente varía considerablemente de acuerdo a la clase de trigo, y a su origen.

La harina de trigo difiere de otras harinas en el contenido considerable de gluten. La composición del gluten presente tiene un comportamiento en las propiedades de "fuerza" y de "absorción de agua" en la harina. Las dos proteínas que forman la mayor parte del gluten son la gliadina y la glutenina (30).

Las concentraciones de proteína en la harina, en el germen y en el grano de trigo, al igual que los minerales (Mg, Mn, P, Cl, Ca, S, K, Fe, Cu, Zn) varían considerablemente por la variación de las condiciones edafológicas (suelo y clima) que por la herencia (31).

- CALIDAD DE TRIGOS DUROS Y SUAVES

El trigo fuente de nuestro pan de cada día, a sufrido gradualmente un perfeccionamiento acelerado, parte del trabajo más productivo se está realizando en México, los resultados han sido lo que se llama "nuevas generaciones" (13).

Muchas de las características importantes de calidad en el trigo son heredadas o bien han sido desarrolladas por medio de cultivos, los cuales han sido aceptados como estándares en la industria.

Las diferencias químicas y físicas son demasiado grandes entre diferentes lotes y variedades de trigo. Actualmente la calidad de trigo está dada por la suma de los efectos del suelo y clima, los cuales varían a su vez a los componentes de la semilla, particularmente el gluten o proteínas.

La definición de calidad de trigos usualmente varía de una clase de trigo a otra y es dependiendo de la utilización o del uso dado para un determinado producto (34).

La dureza de diversos granos de cereales depende en parte del carácter de su endospermo almidonoso, y en parte, del contenido de humedad del grano.

Cuando se le emplea en relación con el trigo, la palabra "duro" se refiere a la calidad de sus proteínas (gluten) e indica un trigo adecuado para la panificación, en lugar de que indique un trigo que tiene granos estructuralmente duros (7). De igual manera la definición de trigos "suaves" se refiere a que es un trigo adecuado para la producción de pasteles y galletas especialmente. La harina utilizada para este propósito tiene un 9.5 - 10.01 % de proteína (44).

Específicamente un trigo duro de buena calidad de molienda debe tener propiedades normales de tamizado y por tanto no debe ser ni extraordinariamente duro ni suave. Si en adición el trigo da una producción de harina con una determinación de cenizas normal, invariablemente es una buena molienda de trigo duro.

Una harina de trigo dura de buena calidad para el cocimiento de pan debe tener una alta adsorción de agua, un requerimiento mediano de mezclado, un requerimiento de oxidación potencialmente de volumen. Esta harina para pan contiene un 11.5 % de proteína (44).

Por otra parte una gran variedad de pasteles y productos relacionados son manufacturados con trigos suaves como se mencionó anteriormente. Se ha visto que este tipo de trigo es apropiado para la elaboración de estos productos por su granulación fina, por su bajo contenido proteico y por su baja adsorción de agua de la harina.

El tipo de proceso que se le da a este tipo de trigo es diferente al que se le da a los trigos duros, ya que los trigos duros tienen un 12% de contenido proteico más y los suaves tienen un rango de 7 a 10 %. La distribución de los constituyentes del grano de trigo como son: proteínas, lípidos, almidón, celulosa y materia mineral difieren en ambos en diferentes partes de la estructura del grano y de su composición química. Por lo tanto hay diferencias en el tamaño, color y forma del grano para considerar en las propiedades de proceso.

Las propiedades de estos tipos de trigos se pueden determinar por una serie de análisis los cuales se verán en el siguiente capítulo.

- TECNOLOGIA DE MOLIENDA

Los avances de molienda de la harina en los últimos años han sido sustanciales. Resultados grandemente confiables, maquinaria de gran capacidad, requerimientos de espacio reducido,

control mejorado y atención del operador reducidos son algunos de los principales factores de los últimos equipos.

Los molinos del futuro podrán indudablemente continuar el movimiento hacia un total proceso de control automatizado al igual que con consideraciones de economía, sanidad y accesibilidad (45).

El proceso de molienda involucra una serie de manipulaciones físicas, esencialmente lavado, triturado del grano y separación del salvado y del germen del endospermo de la semilla. Esta división física de la semilla de trigo no se puede hacer con precisión, pero aproximadamente los porcentajes del promedio de la semilla son: germen 3 %, salvado 12% y endospermo 85 %.

Hay una serie de análisis, los cuales nos proporcionan información sobre las propiedades del grano (duro o suave) para antes de la molienda, las más usadas son:

- Peso hectolítrico, el peso del grano por volumen es un factor importante en todo sistema de molienda, ya que representa un cierto índice de rendimiento harinero. Esta característica es determinada, utilizando una balanza estándar para obtener un peso por unidad de volumen en Kg/hl.

- La densidad o gravedad específica del grano de trigo, está relacionada con la estructura del grano, la cual es una característica asociada con la calidad de molienda. La gravedad específica de los constituyentes más importantes del trigo son: almidón 1.53; grasa 0.94; gluten 1.297; celulosa 1.53; y cenizas 2.50.

- Y la determinación de índice de perlado, la cual sirve para medir la dureza del grano. La dureza es medida pesando 20 gr de muestra, los cuales se ponen en el aparato durante 1 min., este va a dar vueltas y va a pulverizar la parte externa del grano. Hay varios aparatos que miden la dureza del grano, los cuales son muy eficientes (28,34).

Proceso de molienda.-

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 impurezas que se encuentran con mayor frecuencia son: lodo y polvo, semillas de malas hierbas, otros granos de cereales, pajas y palos, piedras o fragmentos metálicos, insectos, excrementos y larvas, etc.

Antes de moler el trigo hay que eliminar las impurezas que lleva. Las impurezas que se adhieren al grano (lodo, polvo, pajas) se pueden eliminar por lavado, o por corriente de aire seco que arrastra las impurezas y las echa fuera. O bien si son partículas más grandes como piedras, fragmentos metálicos, etc., se pueden eliminar por peso específico, propiedades magnéticas y electrostáticas, color, rugosidad de la superficie, etc. (22).

Acondicionamiento del trigo:

En este paso el objetivo más importante consiste en mejorar el estado físico del grano para la molienda, y algunas veces en incrementar la calidad de la harina.

Con respecto a la molienda, los objetivos particulares son hacer más corcos y menos quebradizo el salvado, aumentar la separabilidad del endospermo del salvado, mejorar la disgregación del endospermo para que la harina sea más fácil de cernir (22).

El acondicionamiento se realiza añadiendo agua fría o caliente, o vapor a presión con o sin corrientes de aire (32). Existe un grado óptimo de humedad del trigo que es el que da los mejores resultados es suficientemente elevado para ablandar el endospermo y hacer flexible el salvado, pero no tanto que dificulte la limpieza del mismo o el cernido de la harina. Este contenido óptimo varía con los distintos tipos de trigo, siendo mayor para los duros que para los blandos (1,22).

Moliendas:

Proceso de la obtención de harinas para separar el endospermo del salvado y del germen y reducirlo a harina, se ha adoptado una forma particular de trituración gradual que se puede considerar una combinación de raspado, tundido y machacado, llevados a cabo por molinos de cilindros. El grano se rompe en las primeras etapas, seleccionándose en ellas distintas partes que a su vez se irán triturando en las etapas posteriores.

Los procesos básicos en la obtención de harina son tres:

- Trituración: Fragmentación del grano (disociación de cada una de sus partes anatómicas). Esta consta de 2 pasos:
 - 1.- Ruptura: Esta se logra por medio de rodillos estriados. Aquí se va a obtener una harina gruesa y en menor cantidad que la que sale del 2o. paso.
 - 2.- Reducción: Se utilizan rodillos lisos los cuales pulverizan más la harina que los rodillos estriados, aquí se produce harina más fina. En las trituraciones se va despojando poco a poco el endospermo del pericarpio o salvado.
- Tamización: Separación de las partículas según su tamaño (fracciones del grano). Un tamizado por grados permitirá clasificar en harina, sémola, productos intermedios, etc.
- Purificación: Separación de las partículas procedentes de las cubiertas corticales del endospermo, por medio de corrientes de aire (22).

La tecnología de la mollienda ha tenido grandes avances ya que hay gran demanda del consumidor, competencia y avances tecnológicos, los cuales tienden a mejorar este proceso (32).

2.2 TRITICALE

- CLASIFICACION

El triticale es un género artificial sintetizado por la combinación de genomas de trigo (género Triticum) y del centeno (género Secale). Si el trigo progenito es un tetraploide (T. durum), el triticale resultante será un hexaploide (Triticale hexaploide). Si el trigo es hexaploide (T. aestivum), el triticale resultante será un octaploide (Triticale octaploide) y el centeno progenitor será en cada caso diploide. El triticale hexaploide ha probado ser más estable que el octaploide. Esto enfatiza que el triticale no es una simple especie. El triticale es un género y como el trigo y el centeno, éste abarca extensos cultivos de características variables (18).

El primer reporte y descripción del híbrido trigo-centeno data de 1875, y fue 16 años más tarde que fue descubierto el primer triticale fértil (1891), (32). Hoy en día se han seguido haciendo investigaciones, las cuales nos llevan a la conclusión de que puede ser reconocido como una nueva especie de cultivo, ya sea como alimento o como forraje.

- MORFOLOGIA Y FISILOGIA DE LA PLANTA DE TRITICALE

Morfológica y fisiológicamente la planta de triticale se asemeja al trigo. Relacionándolo con el trigo, el triticale tiende a ser más robusto y vigoroso, con una larga espiga y grano. Dependiendo de la constitución genética de la planta será la forma del grano. Al igual que el trigo, puede variar de parcialmente arrugada a completamente lisa. El triticale puede ser también de primavera o de invierno, de acuerdo con las variedades (o especies) de trigo y centeno usados como progenitores (32).

Como se mencionó anteriormente el triticale es muy semejante al trigo, con lo cual se da a entender que tanto la planta como su crecimiento son casi iguales, (ver 2.1).

- PRODUCCION

Como se dijo anteriormente prácticamente todo el triticale que ha sido desarrollado comercialmente hoy en día es de tipo hexaploide. Son usados dos métodos para dar origen al triticale hexaploide:

a) Síntesis directa de un trigo tetraploide y centeno híbrido, seguido por un doblamiento de cromosomas para producir el

amfidiploide fértil (llamado hexaploide primario), y
b) Derivación de hexaploides por cruces entre cada triticale octaploide x hexaploide, o triticale hexaploides x trigos hexaploides. La prole o progenia de éstas cruces se conocen como triticales hexaploides secundarios.

Hoy en día el hexaploide secundario constituye el mayor componente de la población del híbrido de muchos programas de triticale internacionales. Varios investigadores han reportado que los hexaploides secundarios son agrónomicamente superiores a los primarios.

El triticale ha sido mejorado rápidamente hasta una etapa donde su uso como cereal en algunos países es esencialmente confiable. En regiones del mundo en donde las enfermedades de las plantas así como las condiciones adversas del suelo restringen el crecimiento del trigo; el triticale ha probado ser un sustituto de una cosecha superior para consumo humano. Esta característica es su importancia primordial.

-COMPOSICION QUIMICA Y CALIDAD NUTRITIVA DEL GRANO Y DE LA HARINA DE TRITICALE

La composición del triticale es similar a la del trigo y del centeno (Tabla 2). Comparado con el trigo, arroz y el maíz, el triticale usualmente tiene un mayor contenido de proteína y un mejor balance de los aminoácidos esenciales. Es más alto en lisina, el primer aminoácido limitante en granos de cereales. El triticale tiene un alto contenido de minerales y un contenido igual de vitaminas que el trigo. Algunas veces estos factores le dan al triticale una ventaja en calidad nutricional sobre otros cereales (32).

En 1980 se estudió el valor nutritivo del triticale y del trigo, y se encontró que el contenido de proteínas y lisina en el triticale es mayor que en el trigo, al igual que el valor del PER del triticale es mayor que el del trigo (21). Otros investigadores en 1982 informan al respecto que la harina de triticale contiene cantidades altas de proteínas, fibra cruda, y lisina, pero un contenido menor de gluten que el trigo (12).

Algo del interés en el triticale deriva de su contenido en lisina comparado con el trigo. Muchos datos de la composición de aminoácidos muestran que el contenido de lisina del triticale es mayor que el del trigo durum y de primavera, pero menor que el del arroz (Tabla 3). Sin embargo el interés principal es su adaptación en suelos ligeramente ácidos, en los cuales el trigo no crece.

Varios estudios han mostrado que el contenido de proteína del triticale es fuertemente afectado por el medio ambiente al igual que en el trigo. Examinando la calidad del crecimiento del triticale en diferentes localidades por medio de estudios de molienda, reológicos y de horneado, se demostró que el grado de cocimiento, las características de la harina y el

volúmen del pan están relacionados con el contenido de proteína, que es a su vez influenciada por el medio ambiente.

Las proteínas de los tejidos del endospermo y del germen del triticale han sido individualmente fraccionados en el fundamento o principio de su solubilidad en varios solventes diferentes. Estos estudios fueron realizados por Lupano y Añon en 1985 (23), los cuales reportaron que en algunas características las proteínas del triticale son intermedias a las de sus parientes del trigo y del centeno. Por medio de una electroforesis de cada fracción encontraron que todas las proteínas contenidas en este híbrido están presentes en sus parientes, con la única diferencia de cantidades.

Como en la mayoría de los cereales, el almidón es el principal componente del grano de triticale. El porcentaje de almidón es aproximadamente igual al de sus parientes y no se ha encontrado que la estructura del almidón sea diferente a la de sus parientes. Al igual que el trigo tiene casi las mismas cantidades de azúcares, pentosas, celulosas, dextrinas, etc.

Chung y Tsou en 1974 compararon la composición de lípidos de cosechas de triticale cultivadas en México y Kansas, y encontraron que la extracción total de lípidos fue mayor en el triticale cultivado en México que en el de Kansas.

Se encontró que los elementos minerales no están distribuidos uniformemente en el triticale como en el trigo y el centeno. Los elementos minerales estuvieron presentes en diferentes proporciones en la harina y en el salvado que en el grano entero. En general, el salvado de triticale contiene el porcentaje más alto de calcio, potasio, magnesio, sodio, hierro, cobre y zinc; y la harina de triticale contiene el porcentaje más bajo de estos.

El triticale contiene cantidades más grandes de los minerales principales (K, Mn, P) que el trigo y el centeno. Los elementos nutritivos importantes, como son el Na, Mn, Fe y Zn están también presentes en cantidades mayores en el triticale que en el trigo.

Los datos del contenido vitamínico del triticale fueron reportados por Michela y Lorenz (1976). En este estudio, el contenido vitamínico de dos tipos de triticales de primavera y dos tipos de invierno fueron comparados con el estudio de un trigo de primavera y un centeno de primavera. La composición vitamínica de los triticales es comparable con la del trigo y es mejor que la del centeno. El contenido de algunas vitaminas del triticale (biotina, folacina y vitaminas B) fueron más altas que las del trigo, mientras que otras tales como tiamina, riboflavina, ácido pantoténico y nicotina, estuvieron presentes en

menores cantidades (32).

En resumen, todos los estudios han mostrado que el triticale es un grano equivalente al trigo en calidad nutricional para humanos y para animales. La proteína del triticale en algunos casos tiene mayor contenido de lisina que la proteína del trigo, ya que este aminoácido es el primer aminoácido limitante en todos los cereales, y por lo tanto da aquí su importancia.

- TECNOLOGIA DE MOLINDA

Debido a que es un cereal muy parecido, en estructura al trigo su molienda es igual al de este último (ver Tecnología de molienda del Trigo):

La harina de triticale puede ser usada en galletería, pastelería y tortillas de harina. En general donde no se requiera gluten fuerte. La harina de triticale en donde puede funcionar mejor es en galletería y en tortillas de harina. Ya que el trigo es el único cereal que tiene la propiedad de formar una masa elástica, debido al gluten que contiene, el triticale tiene también un contenido de proteína similar al del trigo, por lo tanto también tiene la propiedad de formar una masa elástica con la cual se pueden hacer tortillas de harina sin ningún problema.

Composición aproximada de las semillas del triticale, trigo y centeno (32).

	Triticale %	Trigo %	Centeno %
Humedad	11 - 15	11 - 14	11 - 14
Proteína (N X 5.7)	14.8	13.5	13.0
Grasa Cruda	1.5	1.9	1.8
Carbohidratos	78.0	78.0	80.0
Cenizas	2.0	2.0	2.1

" TABLA 2 "

AMINOACIDOS	CENTENO	TRITICALE	TRIGO
Acido aspártico	2.41	2.23	1.89
Treonina	1.29	1.34	1.29
Serina	1.84	2.17	2.26
Acido Glutámico	9.77	11.70	13.20
Prolina	6.26	6.44	6.56
Glicina	2.40	2.70	2.54
Alanina	2.15	2.08	1.99
Valina	2.10	2.20	2.21
Cistina	0.54	0.70	0.61
Metionina	0.68	0.79	0.78
Isoleucina	1.31	1.74	1.87
Tirosina	0.56	0.81	0.80
Fenilalanina	1.47	1.54	1.80
Amonia	9.41	10.00	12.50
Lisina	1.12	1.00	0.85
Histidina	0.65	0.79	0.83
Arginina	1.23	1.43	1.13

"TABLA 3"

Composición de aminoácidos en harinas de cereales.
(Mol aminoácido/mg nitrógeno)(32).

2.3 REOLOGIA DE LOS CEREALES.-

- DETERMINACION DE DUREZA DEL GRANO

La medición de dureza es principalmente útil en la diferenciación entre trigos duros y suaves. La dureza del grano es afectada por el contenido de proteínas y de humedad.

Las características de molienda extremadamente dura se reflejan usualmente en el requerimiento de fuerza aumentado y por una producción reducida de harina de calidad aceptable (contenido de conizas o color). Una suavidad extensa interfiere con una cernida eficiente y aumenta el requerimiento del espacio del tamiz.

Los trigos duros proporcionan una harina de tamaño grande, arenosa, y fácil de cernir, formada por partículas de forma regular que son en su mayoría células enteras del endospermo; los trigos blandos dan una harina muy fina formada por fragmentos irregulares de las células del endospermo (además fragmentos muy pequeños y gránulos de almidón) y partículas planas que se adhieren unas a otras, cierran con dificultad y tienden a obturar las aberturas de los cedazos como se menciona en el párrafo anterior (22).

Según Berg (1947) la dureza es una característica que los progenitores transmiten, a su descendencia siguiendo las leyes de Mendel. El endospermo de los trigos duros podrá ser de aspecto harinoso, pero su rotura será siempre la típica de los trigos duros. Es probable que sea la resistencia de las uniones entre sus proteínas las que determinan la naturaleza de esta rotura(22).

Hay varios métodos disponibles para medir la dureza de los granos de cereales. En este trabajo se utilizará el método de medición por perlado. Este método consiste en dar vueltas a 20 g. de grano en un durómetro Strong-Scott por un minuto. Una parte del grano se va a pulverizar, el grano no pulverizado se pasa por una malla # 30 y se pesa, y por diferencia se saca el porcentaje.

A mayor dureza habrá mayor cantidad de grano sin moler por lo tanto al acondicionar el grano es necesario aumentar el contenido de agua.

Al darnos un índice de dureza menor al 50% se trata de trigos duros, y al darnos un valor mayor al 50% se trata de trigos suaves.

- DETERMINACION DE CENIZAS EN LA HARINA

Las partes externas del grano de trigo contienen considerablemente más materia mineral (aproximadamente un 5%) que en las partes internas, por lo tanto en harinas blancas el contenido de cenizas es menor (0.5%) que el de la harina entera de trigo.

El método de la Comisión de Trigo para determinar cenizas implica una ignición de 3 - 5 gr. de harina a 600°C. Las cenizas de harina de trigo consisten principalmente de fosfato de potasio y magnesio. Análisis de cenizas de harina reportan porcentajes de 49% (de P_2O_5), 37% (de K_2O), 6% (de MgO), y 5.5% (de CaO). La harina variará en el contenido de magnesio, potasio y calcio dependiendo de la medida de extracción (30).

- DETERMINACION DE PROTEINA EN HARINA

La harina de trigo entera o integral contiene más proteína que la harina blanca, preparada de la misma molienda. También en general, la harina fuerte contiene más proteína que

una harina suave.

El nitrógeno total puede ser determinado por el método Kjeldahl. La proteína cruda es usualmente calculada usando el factor $N \times 5.7$. Siguiendo un estudio comprensivo de la composición de los aminoácidos de varios trigos canadienses, Tkachuk (1966) consideró que 5.62 es un factor más exacto para emplear en harinas (30).

La proteína del trigo tiene una composición muy compleja (gluten) y posee la única propiedad que es necesaria para hacer pan (forma una masa elástica al hidratarse). Esta estructura expandida solo puede hacerse de trigo y no del centeno, cebada, avena, y maíz, esto se entiende al separar las proteínas totalmente en fracciones discretas para determinar las características de éste, y para establecer como contribuye cada fracción de la estructura formada del producto final (16).

- DETERMINACION DE HUMEDAD EN LA HARINA

El método para determinar humedad implica secar 5 g de la muestra por 1 hora a 100°C. en un recipiente cuyo diámetro sea de 1.5 - 2.5 in y con un peso no mayor a 2 gr. Algunas autoridades recomiendan una temperatura de secado de 180°C. Industrialmente se utilizan métodos más rápidos usando temperaturas mayores de secado (15 min. a 115°C)

El resultado obtenido de los métodos de secado representan la cantidad de humedad libre producida a la temperatura de secado (8, 30).

- CALIDAD DE GLUTEN

El gluten es la proteína del trigo más común que contiene características únicas de horneado. El trigo contiene de 9 - 12 % de gluten y el triticale tiene un contenido un poco menor al del trigo, el cual está uniformemente distribuido en el endospermo. La propiedad específica del gluten es formar una masa elástica al hidratarse. La elasticidad y otras características del gluten dan volumen, textura y apariencia al pan o a la tortilla de harina.

El trigo contiene de 10 - 14 % de proteína. A la parte de proteína insoluble del endospermo del grano se le llama gluten el cual está presente en un 80 % de la proteína del grano. El gluten es actualmente un carbohidrato - proteína - lípido muy complicado y está compuesto de lo siguiente:

Proteína	75	%
Grasas	6	%
Cenizas	0.8	%
Carbohidratos	15	%

El gluten está compuesto de proteínas de diferentes componentes, de diferente peso molecular y solubilidad, las cuales son: la glutenina y la gliadina. Ambos proveen al gluten de características especiales; la gliadina le da extensibilidad y la glutenina le da la elasticidad a éste (39).

La gliadina y la glutenina son las proteínas más abundantes en la semilla del trigo. Estas son importantes en la calidad de alimentos a base de harina (como proteínas de gluten), y (como almacenaje de proteínas) en la nutrición de plantas jóvenes de trigo.

Por la importancia económica y nutricional del trigo se han realizado estudios de las proteínas de éste, especialmente del gluten, el cual da a la harina la única habilidad de formar una masa. Este estudio está basado en el perfeccionamiento de la semilla de trigo, esta está sujeta a un control del mecanismo de la activación del gene de la proteína (17).

Una importante inquietud es la de atender la relación entre la estructura química de un compuesto y su funcionalidad. Si vemos a los cereales, por ejemplo, encontramos que la única posición del trigo dentro de este grupo depende de su habilidad de formar gluten. Aun cereales como el centeno y la cebada, los cuales son parientes cercanos filogenéticamente, no tienen esta habilidad.

La posición especial del trigo entre los cereales viene de su capacidad de formar gluten por la interacción entre las prolaminas con menor polaridad y las glutelinas con mayor polaridad. Las propiedades reológicas del gluten son influenciadas por la proporción de prolaminas y con su hidrofobicidad (6).

El método que normalmente es usado consiste en hacer una masa, la cual se lavará al chorro del agua presionandola con los dedos, hasta que el agua corra clara. La fuerza de la harina depende de la cantidad y de las cualidades físicas del gluten. El gluten crudo obtenido de esta manera contiene albúmina, globulina, glutenina, gliadina y proteasas (30).

- CARACTERISTICAS DE AMASADO POR MEDIO DEL MIXOGRAFO

Los dos tipos de mezcladores de masa son el farinógrafo de Brabender y el mixógrafo. En este trabajo se describirá el segundo ya que es el mezclador disponible. Ambos instrumentos registran la fuerza que se necesita para mezclar una masa a una velocidad constante. El registro consiste en una parte inicial de la subida que nos muestra un incremento de la resistencia en el tiempo de mezclado, y se interpreta como el tiempo de desarrollo de la masa. El punto de resistencia máxima o de mínima movilidad es generalmente identificado como el óptimo desarrollo de la masa, y es seguido por una segunda parte de una disminución más o menos rápida de la consistencia y resistencia del mezclado.






El mixógrafo es un registrador en miniatura, de alta velocidad del mezclado. Al desarrollarse el gluten, se incrementa la fuerza gradualmente para empujar las arpas giratorias del mixógrafo a través de la masa. Esta fuerza incrementada es medida y registrada en papel marcado por arcos con intervalos de un minuto. El punto de movilidad mínima o de máxima plasticidad corresponden a requerimientos de mezclado en minutos. Después de eso, como se incrementa el desarrollo mecánico, la movilidad de la masa se incrementa la pendiente de la curva descendiendo dependiendo del rango de tolerancia al mezclado de la proteína del gluten (28,33).

- FUERZA DE LA HARINA POR MEDIO DEL ALVEÓGRAFO.-

El alveógrafo (extensómetro de Chopin) mide la fuerza total de la harina (tenacidad, extensibilidad, etc.), utilizando aire a presión para inflar una burbuja de masa y romperla, el instrumento registra la presión del aire y el tiempo que transcurre hasta que se rompe la masa.

El alveógrafo consiste de tres partes: El mezclador, la porción de formación de la burbuja y de un manómetro registrado. El procedimiento implica usar aire a presión para inflar una burbuja, la cual es un disco formado de una masa de harina - sal - agua -. La burbuja es expandida hasta el punto de ruptura, y el manómetro registrador que es operado hidráulicamente registra una curva, de la cual se toman básicamente 3 mediciones: la distancia (en mm) que la masa se extiende antes de romperse; la resistencia a la extensión en el punto máximo de la curva; y el área de la curva (33,34).

Las gráficas que se muestran en la tabla 4, representan los diferentes alveogramas, las cuales sirven para determinar con que tipo de harina se está trabajando (19).

GRUPO FUERTES	GRUPO MEDIO FUERTES	GRUPO SUAVES	GRUPO TENACES	GRUPO CRISTALINO
				
Gluten fuerte, elástico. Para la industria mecanizada de la panificación. Mejorador de trigos débiles en los molinos.	Gluten medio fuerte, clásico. Para la industria del pan hecho a mano. Mejorador de trigos débiles.	Gluten débil, suave, extensible. Para la industria galletera.	Gluten corto tenaz. Para la industria pastelera y galletera.	Gluten corto tenaz. Para la industria de las pastas y macarrones.

" TABLA 4 "

Clasificación de las variedades de trigo con base en la calidad del gluten según los requerimientos de la industria (11, 19).

2.4 TORTILLAS DE HARINA.-

↳ INGREDIENTES

Para cualquier producto alimenticio, la materia prima es crucial, esto es verdadero con las tortillas de harina. Se necesitan los ingredientes que funcionan bien con el equipo en particular.

Las tortillas de harina de trigo a nivel industrial están formadas por harina de trigo, manteca, sal yodada, polvo de hornear, conservadores, emulsificantes y agua. Y a nivel casero constan solo de harina de trigo, manteca, sal yodada, polvo de hornear y agua.

La harina de trigo debe tener características especiales para formar bien la tortilla, estas especificaciones se dan en la tabla 5. El contenido proteico de la harina de trigo varía de 6.5 a 14 % dependiendo de la variedad de trigo y del proceso de molienda. Debe de haber suficiente cantidad de proteína en la

harina para formar una matriz tridimensional de proteína en la harina del gluten. La producción de harina para tortillas requiere de la formación de esta matriz de proteína no obstante del proceso a usar. La harina de bajo contenido proteico es usada para hacer pastolos, pasta y galletas o bizcochos en los cuales las características del gluten no son requeridas o deseables.

El agua de la llave de la ciudad es normalmente agregada a los ingredientes de la tortilla. Esta agua contiene niveles variables de minerales y sales. (Ca, Mg, Na, Cl, F, sulfatos, etc.) que afectan la interacción de las proteínas del gluten. Algunas de estas interacciones son buenas, pero la variabilidad de estos ingredientes primarios son problemáticos. El agua es normalmente agregada en un 45 a 60 % del peso de la harina. El agua disuelve: azúcar, sal, polvos de hornear, conservadores, etc. durante el mezclado. El agua es también una parte integral de las proteínas del gluten y es requerida para la gelatinización del almidón durante la cocción. El contenido de humedad de las tortillas es de 25 a 35 %.

Los emulsificantes son utilizados principalmente con un estabilizante de la fase grasa y de la acuosa del producto. Los alimentos necesitan un emulsificante porque todos ellos ya sean naturales o manufacturados, contienen tanto agua como proteínas, carbohidratos y grasas. El principio de un emulsificante es tener dentro de su estructura molecular un grupo con afinidad al agua y otro con afinidad a la grasa (41).

Los emulsificantes son agregados para ablandar o suavizar el producto terminado. Los mono y diglicéridos son los más comunes en la elaboración de tortilla de harina. Sin embargo algunos emulsificantes incrementan la fuerza del gluten. Los emulsificantes pueden reducir los requerimientos de grasa de 0.5 a 2.0% y sin embargo las tortillas permanecen suaves, más flexibles y más resistentes a quebrarse. Los emulsificantes también disminuyen el encogimiento al hacer la tortilla, esto es debido a que el almidón libre durante la cocción no forma la estructura de gel del almidón. Los emulsificantes ligados a la estructura del gel del almidón y la amilosa de la tortilla no forman muchas cadenas o ligaduras.

Las grasas son comúnmente agregadas a la harina para tortilla en un 10 a 15 % del peso de la harina. Esta disminuye la cantidad de agua necesaria para la masa y también disminuye la viscosidad de la masa. Más grasa es utilizada para el proceso de corte en molde. La grasa tiende a ablandar la masa y el producto terminado. Ya que hace que haya una mayor lubricación entre las moléculas de la masa. Esta disminuye la fuerza de las proteínas del gluten y rompe la estructura de la masa. Esto aumenta el tiempo de mezclado pero también hace más fácil el bolco, la forma y el aplastón.

La grasa disminuye el encogimiento despues de formada, mejora la vida de anaquel, y aumenta la flexibilidad de la tortilla. Los aceites no funcionan tan bien como las grasas pero son más fáciles de dispersarse. Las grasas provienen de un sabor distintivo a la tortilla y aumentan su contenido calórico.

La sal es normalmente usada en un 0.7 a 2.5 % del peso de la harina. Esta funciona como un mejorador del sabor y fortalece las proteínas del gluten. La resistencia de la masa aumenta y el tiempo de mojado decrece cuando la sal está presente (44).

Los conservadores que se utilizan principalmente son: propionato de sodio, el cual es muy económico y es el conservador universal para productos de trigo; y el ácido sórbico y sus sales, estos son más efectivos pero no son tan económicos.

El ácido sórbico es un fungicida y es más efectivo contra mohos y levaduras. Es utilizado en vinos, sidra, quesos y en productos de harina (41,42).

En este trabajo se utilizará propionato de sodio el cual es un fungicida muy efectivo, además de que es bien tolerado por el organismo y a bajas concentraciones no modifica el sabor del alimento.

Si bien es cierto que estos conservadores permiten detener en algunos casos la aparición de hongos por mas de un mes, no impiden que el producto continúe degradandose. Además la tortilla comienza a desarrollar sabores y aromas amargos y ácidos hasta el punto de volverse inaceptable.

Las enzimas especialmente proteasas, pueden ser utilizadas para reducir la fuerza del gluten en una operación de plastón de la tortilla. Las proteasas hidrolizan (separan) las largas moléculas de proteínas que forma el gluten. Esto da como resultado una masa débil que se redondea facilmente, se relaja fácil y se encoge menos despues de formada. También las amilasas son enzimas que actúan sobre los hidratos de carbono de la harina y son: alfa-amilasa y beta amilasa. Tanto la alfa como la beta amilasa atacan al almidón, haciendo más suave la masa despues de un determinado tiempo de reposo y de una temperatura dada. Ya que ambas enzimas trabajan conjuntamente en el proceso de formación de gas (10).

Los polvos de hornear son usados en un 0.7 a 1.0 % del peso de la harina. Estos polvos sirven para aerear o gasificar la masa, osea actúan como un agente leudante. Los componentes del polvo de hornear generalmente son: bicarbonato de sodio, sulfato de aluminio y sodio, carbonato de calcio y fosfato monocálcico anhídrido o monohidratado (29).

El polvo de hornear aumenta la suavidad del producto además de que este adquiere un color mas blanco y uniforme, contrariamente, la tortilla sin polvo de hornear es mas oscura y con manchas traslucidas.

CARACTERISTICAS	VALOR	COMENTARIOS
COLOR (apariciencia)	Claro, blanco crema brillante, libre de salvado.	
OLOR	Libre de: rancidez, amargo, humedad u otras notas indeseables.	
HUMEDAD	14.0 % +/- 0.5 %	A altos niveles de humedad ocurre deterioro.
PROTEINA	9.5 % - 14.0 %	Muy importante, depende del proceso.
CENIZAS	40 % +/- 0.75 %	Muy importante, ya que a mayor cenizas mayor contenido de salvado.

NOTAS: Se estudiarán las relaciones entre pruebas reológicas y la calidad.

" TABLA 5 "

Especificaciones de harina de trigo para tortillas (44).

- PROCESO DE ELABORACION DE TORTILLAS DE HARINA

La preparación de la harina de trigo para tortillas difiere grandemente en la manera de preparar la masa. Normalmente se corta en piezas delgadas y redondas antes de la cocción. Un método para grandes volúmenes es utilizar extrusores y hojas giratorias para formar una película delgada de masa que se corta en círculos a la cual se le llama corte en molde (Die cut). Otro método es aquel en que las tortillas pueden ser formadas por unidades que utilizan presión y calor, que aplastan a las bolas de masa y forman círculos de ésta, a este método se

lo llama aplastón en caliente (Procu). O bien las bolas de masa pueden ser manualmente extendidas en círculos (Hand stroch).

El método que se utilizará en este trabajo será el de aplastón en caliente, en el cual se utilizan placas calientes de aluminio con toflón. Este equipo se describirá más adelante.

Este método se utilizará ya que es la maquinaria más comúnmente utilizada en México.

El proceso de elaboración de tortillas de harina consta de los siguientes pasos:

10.- AMASADO :

En la mezcladora se agregan todos los ingredientes (harina, sal yodada, polvo de hornear, conservadores, emulsiificantes y manteca) excepto el agua y se inicia el batido. Al mismo tiempo del batido se incorpora poco a poco el agua. Se le da un mezclado de 2 a 10 minutos, los primeros 5 minutos sean a velocidad lenta y el resto a velocidad mediana. La masa se deja de batir antes del punto óptimo ya que de lo contrario la masa estaría desarrollada y habría problemas con el manejo de ésta.

Es muy importante controlar la cantidad de agua y el tiempo de amasado ya que de lo contrario podría quedar muy aguada la masa o bien demasiado desarrollada.

Durante el mezclado las partículas de harina son hidratadas y algunos de sus componentes son dispersados en la fase acuosa. Se forma una matriz tridimensional de proteína (gluten), esta matriz de elasticidad y viscosidad a la masa.

20.- CORTE O DIVISION (BOLEO):

En este paso se utiliza la bolcadora, la cual es una máquina con presión positiva (o sea que sopla la masa de la máquina) con lo cual se forman bolas de masa a las cuales se les llaman "testales". Esta máquina corta trozos de masa y luego los redondea.

30.- ESPOLVOREO DE HARINA:

Aquí se espolvorea el testal con harina para evitar que se peguen unos con otros, lo cual facilita el manejo. Este paso es manual.

40.- REPOSO:

Hay varios métodos de reposo para los testales los cuales son los siguientes:

- a) a temperatura ambiente
- b) en cámaras con temperatura controlada (50 - 70° C.)

Esto es para que se suavice la masa, ya que hay una hidratación uniforme además de que empiezan a actuar las enzimas.

5o.- PRENSADO:

En este paso se utilizan placas de aluminio con teflon, las cuales son calentadas por resistencias eléctricas o bien por gas. La placa superior es móvil (suave y baja) mientras que la inferior es fija o viceversa. La placa inferior es parte de una banda transportadora que lleva la masa en forma de discos doblados al siguiente paso.

6o.- COCIMIENTO:

Esta etapa se realiza en dos pasos, en el primero la masa se sella y en el segundo paso se infla. Osca primero se cucco por un lado y luego por el otro.

La tortilla puede tener manchas cafes, las cuales pueden tener mayor o menor intensidad según el grado de cocimiento que se desea. Puede también haber zonas translúcidas las cuales están presentes cuando la masa está cruda o bien un poco cocida, o puede estar la superficie blanca y opaca lo que nos indica que la tortilla está bien cocida, estos dos parámetros dependen también del grado de cocimiento que se le da a la masa. Al someterse a cocimiento la masa, se forman burbujas o bien se infla la pieza, las burbujas pueden ir desde muy pequeñas hasta formar ampollas doradas en la masa y el inflado puede ser parcial o total (tabla 6). Esto puede ocurrir en ambas caras de la tortilla.

La pieza de masa se cucco rápidamente en los comales de las máquinas tortilladoras (44).

7o.- ENFRIAMIENTO Y EMPAQUE:

La tortilla caliente necesita ser enfriada a temperatura ambiente aproximadamente antes de empacarla. El enfriamiento puede ser de dos maneras:

- a) a temperatura ambiente sobre una banda (10 minutos)
- b) con ventiladores, lo cual toma un menor tiempo.

Con el enfriamiento se evita que el vapor de las tortillas se condense y haya un grado de humedad alto en la bolsa de plástico al empacarlas, lo cual crearía problemas de hongos o mohos. También se evita que se peguen las tortillas unas con otras por estar calientes.

El empaque utilizado es una película de polietileno usada en la fabricación de bolsas para envasar pan de caja y bolletería (producto) con periodo de rotación corto). Las especificaciones establecidas en la norma del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Envase y Embalaje son aplicables también a la película que se utiliza para envasar tortillas (15).

El empaque de las tortillas es manual controlando el peso del paquete de tortillas frías o a temperatura ambiente. Las presentaciones autorizadas por SECOFI para tortilla empacada es la siguiente: 200 gr, 250 gr, 350 gr y 500 gr.

El fabricante tiene libertad de escoger el tamaño y número de tortillas. Debe de llevar un sistema de clave de fabricación. Esta clave puede ser numérica o por colores, además de que debe de responsabilizarse el productor por mantener en el mercado el producto fresco.

80.- CIERRE O SELLADO DEL PAQUETE:

Hay varios tipos de cierre de la bolsa o empaque, algunos de estos son:

- a) Cierre por calor (termoselladora), aquí se utilizan resistencias eléctricas las cuales funden el plástico y lo sellan.
- b) con plastinados.
- c) con algún tipo de cinta adhesiva.

90.- EMBALAJE:

Para este paso hay dos maneras:

- a) en cajas de plástico
- b) en charolas.

En charolas es mejor ya que así la tortilla no se aplasta con el peso de las otras, lo que sucede en las cajas.

En las cajas de plástico se ponen capas de paquetes de tortillas, con lo cual los paquetes de abajo se aplastan y por lo tanto se pegan las tortillas unas con otras.

NOTA: Hasta ahora, en el diseño de las máquinas tortilladoras, el objetivo primordial ha sido producir tortillas cuyas características físicas se asemejen lo más posible a las tortillas hechas a mano ya sean de harina de trigo o de maíz (38).

- IMPORTANCIA NUTRITIVA DE LAS TORTILLAS DE HARINA

Tanto las tortillas hechas de harina de trigo como de maíz son un alimento importante en la dieta de muchos Americanos. Ambas son una fuente significativa de macro y micro nutrientes en nuestra dieta a pesar de las diferencias significativas de composición entre los dos tipos de tortillas. Comparada con las tortillas de maíz, las de harina de trigo contienen menos agua pero mayor contenido de proteína, grasa, carbohidratos, tiamina, riboflavina y niacina. Además tienen un alto contenido de energía. En contraste, las tortillas de maíz tienden a contener mayor calcio, fósforo y potasio, pero menos sodio. Obviamente las tortillas de harina de triticale tienen una composición nutritiva similar a las de trigo (35, 37).

GRADO DE CONOCIMIENTO	ZONAS TRASLUCIDAS	BURBUJAS E INFLADO	SUPERFICIES BLANCAS	MANCHAS CAFES	C A L O R	
					1 paso	2 paso
1. MUY CRUDA	GRANDES (EN- AMBAS CARAS)	MUY PEQUENAS	MUY PEQUENAS	NO	ab	ab
2. CRUDA	MEDIANAS (EN- AMBAS CARAS)	PEQUENAS	PEQUENAS	NO	b	b
3. COCIDA	PEQUENAS (EN- CUERPO O PELLEJO)	MEDIANAS INFLADO PARCIAL	MEDIANAS (EN- CUERPO O PELLEJO)	PEQUENAS (EN CUERPO O PELLEJO)	n b	b n
4. BIEN COCIDA	NO	GRANDES	GRANDES (EN AMBAS CARAS)	MEDIANAS (EN AMBAS CARAS)	n	n
5. DORADA	NO	AMPOLLAS DORADAS INFLADO TOTAL	GRANDES (EN AMBAS CARAS)	GRANDES (EN AMBAS CARAS)	a -	- a
6. QUENADA	NO	P R E S E N C I A D E C A R B O N I Z A C I O N E S			aa -	- aa

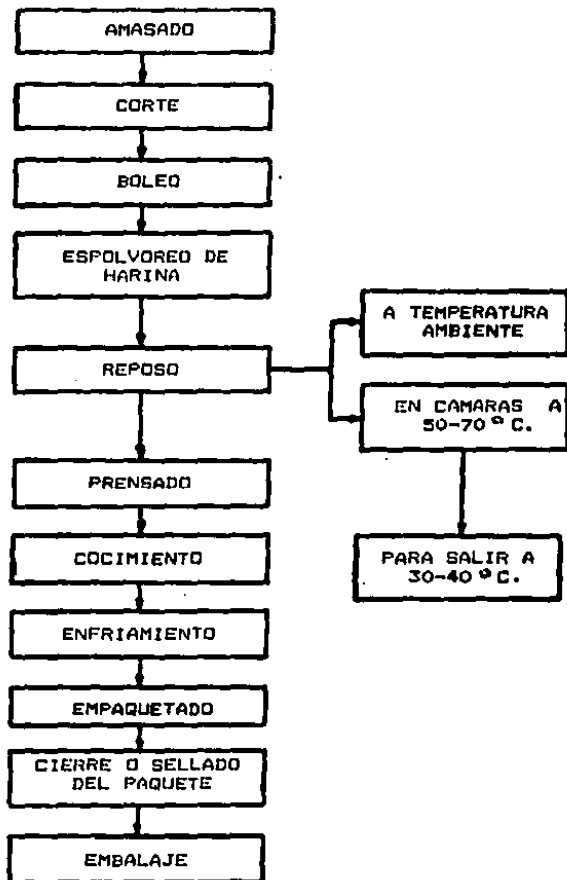
Escala de calor:

ab = muy bajo = quemador con velas apagadas
 b = bajo = al mínimo posible sin que se apaguen velas
 n = normal = velas normales azules medianas
 a = alto = velas grandes punta roja
 aa = muy alto = al máximo.

" TABLA 6 "

GRADOS DE COCIMIENTO DE LA TORTILLA DE
 HARINA DE TRIGO

DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ELABORACION
DE TORTILLAS DE HARINA



- EVALUACION DE LAS TORTILLAS DE HARINA DESDE EL PUNTO DE VISTA DIMENSIONAL, FISICO, SENSORIAL Y BROMATOLOGICO.

Como indica uno de los objetivos, se hará un estudio de proceso de cada una de las diferentes harinas y se evaluarán desde el punto de vista dimensional, físico, sensorial y bromatológico.

A continuación se explicará en que consiste cada uno de estos puntos:

- Dimensional: Este estudio se refiere al diámetro de la tortilla, o sea a su tamaño, el cual depende del proceso de elaboración a seguir y del grosor de la tortilla.

- Físico: Las evaluaciones físicas se refieren a la textura de la tortilla. Este estudio abarca los siguientes parámetros:

Compresión
Penetración
Espesor
Flexibilidad
Color y
pH

Estos parámetros se describen en el capítulo III. La compresión, penetración y espesor evalúan el grado de esponjosidad de la tortilla. Estas determinaciones están relacionadas con la textura, el grado de cocimiento y el grosor de la tortilla. Además de que estas determinaciones sufren modificaciones o variaciones con respecto al envejecimiento.

La flexibilidad indica que tan flexible es la tortilla, o sea cuantas veces se pueden enrollar sin romperse. Este parámetro nos indica la resistencia de la tortilla al servir como utensilio para llevar a la boca el alimento (taco).

El color de la tortilla varía mucho dependiendo del tipo de harina, por lo cual por medio de un muestreo de colores se establecerá el color estándar de la tortilla.

Dependiendo de estas evaluaciones podemos darnos cuenta en que condiciones está la tortilla, o sea que comportamiento tuvo la masa durante el proceso de elaboración de la tortilla y cual el producto terminado.

- Sensorial: Esta evaluación utiliza el sentido del gusto, olfato, vista y tacto para evaluar las características del alimento. Esto es muy importante ya que por medio de nuestros sentidos podemos evaluar la calidad del alimento en programas de control de calidad en algunos desarrollos de un nuevo producto. Para esto es necesario panelistas entrenados o experimentados en el producto. Los resultados que proporcionan los panelistas serán interpretados utilizando análisis estadísticos.

- Bromatológico: Las evaluaciones bromatológicas nos proporcionan datos para constatar la calidad del producto. Los análisis bromatológicos son los siguientes: humedad, proteínas, grasas, cenizas y fibra cruda. El principal fin de estos análisis es el de evaluar la calidad nutricional de las tortillas obtenidas.

- PROBLEMAS DE ELABORACION DE LAS TORTILLAS DE HARINA

Para evitar problemas de elaboración de las tortillas de harina es muy importante tener un control de calidad de la materia prima y del proceso, de lo contrario habría problemas con el producto terminado.

Los principales problemas que ocurren al elaborar tortillas de harina son los siguientes:

La harina debe tener un contenido de cenizas bajo (0.5 %) ya que si es alto indica que tiene restos de salvado lo que no dará el color apropiado a la tortilla. Este color debe ser blanco crema y brillante.

La manteca debe ser fresca para evitar olor y sabor a rancio en la tortilla. Al igual que el agua, esta debe ser pura y libre de microorganismos que perjudiquen la conservación de la tortilla empacada.

Al elaborar la masa es muy importante el tiempo de amasado y la cantidad de agua a agregar, ya que podría quedar la masa muy desarrollada o bien muy aguada o muy dura (al agregar menor o mayor cantidad de agua que la requerida), con lo cual habría problemas en el manejo de la masa.

Es necesario reposar la masa, ya que de lo contrario las enzimas no alcanzarán a actuar sobre la masa y por lo tanto no se suavizará con lo que se obtendrá una tortilla chica, gruesa y apelmazada.

Se debe regular el calor de las placas de aluminio con teflón dependiendo del grado de cocimiento que se desea. Esto es muy importante porque si no se regula el calor, la masa saldrá cruda por el poco cocimiento o bien dorada o tostada por exceso de calor, lo que traería problemas en el mercado.

Ya formada la tortilla debe dejarse enfriar antes de empacarla para evitar que se peguen unas con otras.

El tipo de empaque debe ser especial para este tipo de producto. Debe servir como barrera al agua para evitar una humedad alta en el interior del paquete cerrado y con esto evitar crecimiento de hongos.

En el empaque se debe evitar que los paquetes de tortillas se aplasten y deformen, por lo que se deberá utilizar charolas o cajas de plástico. Las charolas como se mencionó anteriormente son más efectivas para que el producto permanezca en perfectas condiciones.

CAPITULO III

MATERIAL Y METODOS

3.1 OBTENCION DE LA MATERIA PRIMA

Se consiguieron 3 tipos de harinas diferentes con las siguientes características:

- a) Harina para panificación industrial nacional.
Este tipo de harina tiene un alto contenido de proteína y un gluten balanceado fuerte.
- b) Harina para galletería industrial nacional.
Esta harina tiene un alto contenido de proteína y un gluten fuerte.
- c) Harina de triticale.
Contenido de proteína normal y un gluten suave o débil.

NOTA: Molinos patrocinio: GRANASA Y CIMMYT.

3.2 ANALISIS FARINOLOGICO.

- CONTENIDO DE HUMEDAD

Fundamento:

Esta determinación se define como la cuantificación del contenido de humedad por medio de la pérdida de peso por acción de una determinada temperatura (8).

Materiales:

- Balanza Brabender (Semiautomatic moisture test).
- Platinos de muestreo de 5 mm de diámetro con una altura de 15 mm.

Procedimiento:

- 1.- Se pesan 5 gr. de muestra en los recipientes de aluminio (platinos), y se enciende el aparato para que se caliente a una temperatura de 100° C.
- 2.- Cuando llegue a 100° C. Se meten los recipientes con las muestras respectivamente y se dejan por un lapso de 1 hr exactamente en la estufa del aparato.
- 3.- Transcurrido este tiempo se calibra la balanza del aparato (esto es apagando la estufa y prendiendo la balanza) y se pesa cada una de las muestras.

NOTA: Es conveniente seguir las instrucciones del aparato para evitar errores.

Calculos:

La balanza registra directamente el porcentaje de humedad de cada muestra.

* Técnica según el método 44-15 A de A.A.C.C. (4).

- CONTENIDO DE CENIZAS

Cenizas Método básico.-

Fundamento:

A los residuos inorgánicos que quedan después de una combustión se les llama cenizas. Así bien en el caso de las harinas de trigo el contenido de cenizas se correlaciona con el grado de extracción de la harina en la molienda, por ejemplo las integrales dan casi un 2 % y las harinas blancas dan alrededor de 0.4 - 0.6 %.

Campos de acción:

- Aplicable a harinas y al pan.

Apertor:

- Mufia eléctrica con pirómetro para indicar la temperatura.
- Crisoles preferentemente de platino, sílica o porcelana. Es deseable un recipiente amplio y poco profundo.

Procedimiento:

Para harinas y semillas.

- 1.- Pesar 3 - 5 gr. (+/- 0.01 gr) de muestra bien mezclada en el crisol, puesto previamente a peso constante (en la mufia a 600 °C por lo menos 90 minutos), enfriado en desecador hasta temperatura ambiente (15 minutos) y pesarlo inmediatamente después de alcanzar esta temperatura.
- 2.- Poner los crisoles en la mufia no arriba de 350 °C y gradualmente aumentar la temperatura hasta 575 °C (aumentar de 30 - 60 °C cada 7 - 8 minutos de tal manera que la temperatura de 575 °C se alcance en 30 - 35 minutos). Incinerar hasta tener cenizas de color gris claro a peso constante (18 horas) enfriar en desecador (20 minutos) hasta temperatura ambiente y pesar inmediatamente después de alcanzar esta temperatura.
- 3.- Hacer cada determinación por duplicado. Si se excede esto de 0.020 % hacer otra repetición. Al testigo se le da una tolerancia de +/- 0.020 % de un día a otro.

Calculos:

$$\% \text{ de Cenizas} = \frac{\text{peso del residuo}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

Notas:

Como las cenizas de harina son higroscópicas no se deben de poner mas de 6 muestras en un desecador en medio ambiente húmedo.

* Técnica según el método OB-01 del A.A.C.C. (4).

- CONTENIDO DE PROTEINA

Fundamento:

Las proteínas son un grupo de compuestos orgánicos nitrogenados de residuo de aminoácidos. Este contenido de nitrógeno sirve para determinar el contenido de proteína cruda (total).

Aparatos:

- Espectrofotómetro de reflectancia infrarroja.

Procedimiento:

- 1.- Calibrar el aparato según el manual.
- 2.- Poner la muestra en la celdilla y tomar la lectura.

NOTA: Cada instrumento tiene su propio manejo y para evitar errores se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.

El operador deberá estar familiarizado con el instructivo antes de calibrar el instrumento o correr cualquier muestra.

* Técnica según el método 39-10 del A.A.C.C. (4).

**- CONTENIDO DE GLUTEN
MÉTODO DE LAVADO POR MÁQUINA.**

Fundamento:

El contenido de gluten se puede emplear en forma confiable para identificar una harina, además de que indica en forma directa el grado de absorción y la fuerza de la masa (entenderemos por fuerza la resistencia que opone una masa a romperse ante un esfuerzo mecánico). También el contenido de gluten se correlaciona directamente con la cantidad de proteína de la harina.

Campo de acción:

- Aplicable a harinas.

Aparatos:

- Glutomatic 2100.
- Centrífuga.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.
- Plancha caliente para socar el gluten.

Reactivos:

- Solución salina al 2 %.

Procedimiento:

- 1.- Pesar 10 gr de harina aproximadamente, agregar solución salina al 2 % (para trigos harineros se agrega 5.2 ml y para triticale se agrega de 4.6 a 4.9 ml). Este procedimiento se hace en el recipiente del Glutomatic 2100.
- 2.- Se amasa por 40 seg. y se lava durante 5 min. en el aparato.
- 3.- Transcurrido este tiempo se termina de lavar a mano al chorro del agua hasta eliminar totalmente el almidón de la masa. En este paso se chequea la consistencia del gluten (tenacidad, elasticidad o extensibilidad).
- 4.- Centrífuga el gluten húmedo para eliminar el exceso de agua que tenga (3000 rpm/1 min.), y se registra el peso del gluten húmedo.
- 5.- Se realiza prueba de consistencia como sigue:
 - a) Se pone el gluten en un vaso de precipitado con agua destilada por 30 min.
 - b) Checar consistencia (ver si es tenaz o extensible) y compararla con la prueba preliminar de consistencia.
- 6.- Secar el gluten por 5 - 7 min. en una plancha caliente. Y pesar el gluten seco y registrarlo.

NOTA: Reportar como % de gluten húmedo y seco.

* Técnica según el método 38-11 del A.A.C.C. (4).

- MIXOGRAMA

Fundamento:

El mixógrafo es un aparato que mide la plasticidad y movilidad de una masa de harina al ser sometida a un amasado continuo, o sea la resistencia de la masa al mezclado. La curva que se obtiene indica el tiempo óptimo y la tolerancia al amasado. El tamaño de la curva también nos indica la fuerza del gluten en la harina.

Material:

- Mixógrafo de Swanson.

Procedimiento:

- 1.- Ajustar el instrumento (calibrarlo).
- 2.- Pesar la harina de acuerdo al contenido de humedad que tenga ésta (esto se determina por medio de la tabla 7).
- 3.- Poner la harina y el agua que le corresponde en el recipiente de mezclado, bajar las espas poner la plumilla en posición sobre el papel.
- 4.- Encender el aparato y operarlo hasta que la curva requerida se obtenga.

Interpretación:

El tiempo óptimo de amasado puede ser registrado en centímetros como en minutos. Este es tomado del pico con máxima altura de la curva.

NOTA: A menor tiempo de amasado el gluten es débil y a mayor tiempo el gluten es fuerte (o sea que tiene más tolerancia al amasado).

Para un mejor manejo de la muestra y del aparato, seguir el instructivo de este.

* Técnica según el método 54-40 del A.A.C.C. (4).

- ALVEOGRAMA

Fundamento:

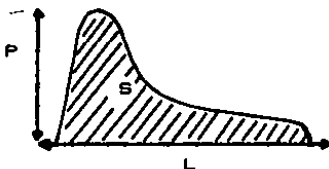
El alveógrafo es uno de los aparatos que mide las propiedades reológicas de la masa y es ampliamente usado en los molinos de trigo de nuestro país.

El equipo completo del alveógrafo se compone de 3 aparatos (figura 3).

1.- La amasadora extractora, que amasa la harina en condiciones normalizadas y que debido al sentido de rotación invertido, extrae por extrusión una tira de masa en la cual las muestras son cortadas.

2.- El alveógrafo propiamente dicho que permite laminar la muestra con un espaciador preciso, que a su vez contiene una platina con una perforación central, sobre la que se ajusta una lámina de masa, preparada como se mencionó anteriormente. Por el orificio de la platina se insufla aire a presión, el cual hincha la lámina de masa y forma una burbuja que finalmente se rompe.

3.- El manómetro hidráulico que permite el registro gráfico de deformación, es decir, la presión en el interior de la burbuja de masa, que depende de sus características plásticas y que se registra de forma automática obteniéndose gráficas como la siguiente:



En el alveograma, la extensibilidad o capacidad de la burbuja de masa para ser estirada antes de romperse se estima por la longitud (L) de la base de la curva. En las ordenadas se mide la presión que existe a cada instante en el interior de la burbuja, la cual depende de la resistencia-tenacidad que opone la masa a su extensión. El valor máximo (P) proporciona una medida de la estabilidad de la masa. La fuerza de la harina (W) se determina a partir de los parámetros P,L y de la superficie o área encerrada por la curva, y expresa el trabajo (en ergios) puesto en juego en el proceso, W es una expresión global de las características plásticas de la masa. Si el valor de W es importante, hay que tener en cuenta también el índice P/S, que expresa el equilibrio existente entre la estabilidad y la extensibilidad de la masa (1,9).

Material:

- Alveógrafo.- amasadora extractora.

Procedimiento:

- 1.- Pesar 250 gr de harina.
- 2.- Agregar solución de cloruro de sodio al 2.5 % según la humedad de la harina. Tabla B.
- 3.- Amasar por 6 minutos. Si se trata de harinas fuertes, el tiempo de amasado aumenta.
- 4.- Extraer 2 trozos de la masa y laminar con el rodillo pasándolo 12 veces.
- 5.- Meter en la cámara de reposo del alveógrafo las pasta por un tiempo de 20 minutos, de tal manera que desde el inicio del amasado hasta la compresión de la masa hayan pasado exactamente 26 minutos.
- 6.- Colocar la primera pasta en la platina y prensarla.
- 7.- Introducir aire con la perilla hasta formar una burbuja.
- 8.- Preparar la plumilla y el papel para graficar, en el cilindro para tal efecto.
- 9.- Colocar el frasco en la parte superior del alveógrafo.
- 10.- Poner en marca el alveógrafo hasta que se revienta la burbuja.

11.- La gráfica indicará las características reológicas de la harina de prueba.

12.- Repetir las operaciones desde el punto 6, con la pasta restante.

13.- Sacar una media del par de gráficas de cada muestra.

Calculos:

$$W = \frac{C \times S \times 1.1}{L} \quad \text{ó} \quad 6.54 \times S = W$$

$$\frac{P}{G} = \frac{P \times 1.1}{G}$$

donde:

P = Tenacidad (cm)

G = Índice de hinchazón

C = Índice de dilatación

L = Extensibilidad (mm)

W = fuerza general

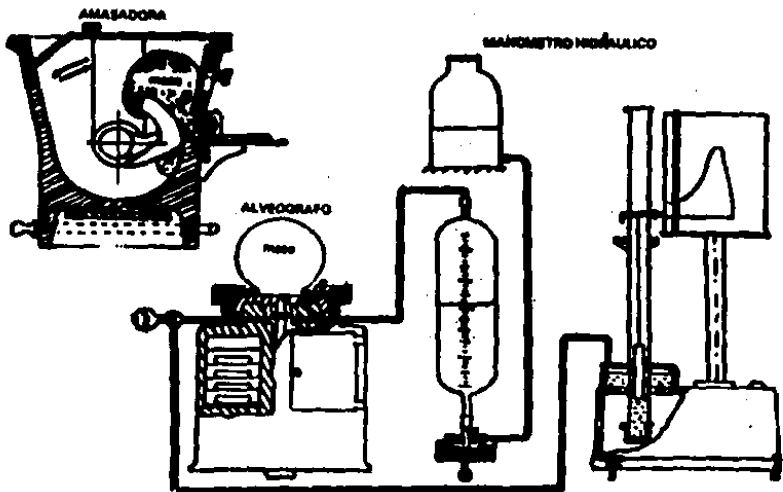
S = Superficie de la curva o pico

1.1 = Constante

Generalmente se toman 2 lecturas de cada una de las muestras sometidas a estudio con el fin de obtener un promedio. A este promedio (pico intermedio) se le determina la lectura que es igual a la tenacidad (P) y la base es equivalente a la extensibilidad de la masa (L). Posteriormente con un planímetro se obtiene la superficie del pico (S). Con estos datos y la ayuda de las tablas que se dan a continuación se calcula el valor de C (tabla 9) que al igual que la constante 1.1 permiten obtener el valor de W (fuerza general) y así clasificar la muestra.

P se determina midiendo con un planímetro en mm. L se determina en mm con una regla y con este valor se determina G en la tabla 9 dando al mismo tiempo el valor de C.

Y por último se determina el valor de P/L que es la relación de la fuerza del gluten. Esta se determina con el índice de fuerza general (W), y con la tabla 10.



" FIGURA 3 "

Alveógrafo.- Consta fundamentalmente de una amasadora, el alveógrafo propiamente dicho, en el que la masa forma una burbuja, y el manómetro hidráulico que registra la presión dentro de la burbuja.

HUMEDAD DE HARINA		HUMEDAD DE HARINA		HUMEDAD DE HARINA		HUMEDAD DE HARINA		HUMEDAD DE HARINA	
CONTENIDO (%)	PESO (gr)	CONTENIDO (%)	PESO (gr)	CONTENIDO (%)	PESO (gr)	CONTENIDO (%)	PESO (gr)	CONTENIDO (%)	PESO (gr)
0.0	86.00	3.5	89.12	7.0	92.67	10.5	96.09	14.0	100.00
0.1	86.09	3.6	89.21	7.1	92.57	10.6	96.20	14.1	100.12
0.2	86.17	3.7	89.30	7.2	92.67	10.7	96.31	14.2	100.23
0.3	86.26	3.8	89.40	7.3	92.77	10.8	96.41	14.3	100.35
0.4	86.35	3.9	89.49	7.4	92.87	10.9	96.52	14.4	100.47
0.5	86.43	4.0	89.58	7.5	92.97	11.0	96.63	14.5	100.58
0.6	86.52	4.1	89.68	7.6	93.07	11.1	96.74	14.6	100.70
0.7	86.61	4.2	89.77	7.7	93.17	11.2	96.85	14.7	100.82
0.8	86.69	4.3	89.86	7.8	93.28	11.3	96.96	14.8	100.94
0.9	86.78	4.4	89.96	7.9	93.38	11.4	97.07	14.9	101.06
1.0	86.87	4.5	90.05	8.0	93.48	11.5	97.18	15.0	101.18
1.1	86.96	4.6	90.15	8.1	93.58	11.6	97.29	15.1	101.30
1.2	87.04	4.7	90.24	8.2	93.68	11.7	97.40	15.2	101.42
1.3	87.13	4.8	90.34	8.3	93.78	11.8	97.51	15.3	101.53
1.4	87.22	4.9	90.43	8.4	93.89	11.9	97.62	15.4	101.65
1.5	87.31	5.0	90.53	8.5	93.99	12.0	97.73	15.5	101.78
1.6	87.40	5.1	90.62	8.6	94.09	12.1	97.84	15.6	101.90
1.7	87.49	5.2	90.72	8.7	94.20	12.2	97.95	15.7	102.02
1.8	87.58	5.3	90.81	8.8	94.30	12.3	98.06	15.8	102.14
1.9	87.67	5.4	90.91	8.9	94.40	12.4	98.17	15.9	102.26
2.0	87.76	5.5	91.00	9.0	94.51	12.5	98.29	16.0	102.38
2.1	87.84	5.6	91.10	9.1	94.61	12.6	98.40	16.1	102.50
2.2	87.93	5.7	91.20	9.2	94.71	12.7	98.51	16.2	102.63
2.3	88.02	5.8	91.30	9.3	94.82	12.8	98.62	16.3	102.75
2.4	88.12	5.9	91.39	9.4	94.92	12.9	98.74	16.4	102.87
2.5	88.20	6.0	91.49	9.5	95.03	13.0	98.85	16.5	102.99
2.6	88.30	6.1	91.59	9.6	95.13	13.1	98.96	16.6	103.12
2.7	88.39	6.2	91.68	9.7	95.24	13.2	99.08	16.7	103.24
2.8	88.48	6.3	91.78	9.8	95.34	13.3	99.19	16.8	103.37
2.9	88.57	6.4	91.88	9.9	95.45	13.4	99.31	16.9	103.48
3.0	88.66	6.5	91.98	10.0	95.56	13.5	99.42	17.0	103.61
3.1	88.75	6.6	92.08	10.1	95.66	13.6	99.54	17.1	103.74
3.2	88.84	6.7	92.18	10.2	95.77	13.7	99.65	17.2	103.86
3.3	88.94	6.8	92.28	10.3	95.88	13.8	99.77	17.3	103.99
3.4	89.03	6.9	92.37	10.4	95.98	13.9	99.88	17.4	104.12

TABLA 7

CORRECCION DEL PESO DE LA HARINA DE TRIGO PARA DAR 100 GRAMOS A 14.0% DE HUMEDAD (4-3)

CANTIDAD DE AGUA A ADICIONAR A 250 GR. DE HARINA, SEGUN LA HUMEDAD QUE CONTENGA (CORREGIDA A 14 %) (1).

%	C.C.	%	CC	%	CC	%	CC
8.0	152.5	11.0	139.4	14.0	126.2	17.0	113.1
2	151.6	2	138.5	2	125.4	2	112.3
4	150.7	4	137.7	4	124.5	4	111.4
6	149.8	6	136.8	6	123.5	6	110.5
8	149.0	8	135.9	8	122.8	8	109.6
9.0	148.1	12.0	135.0	15.0	121.9	18.0	108.8
2	147.2	2	134.1	2	121.0	2	107.9
4	146.3	4	133.2	4	120.1	4	107.0
6	145.4	6	132.3	6	119.3	6	106.1
8	144.5	8	131.4	8	118.4	8	105.2
10.0	143.5	13.0	130.6	16.0	117.5	19.0	104.4
2	142.6	2	129.7	2	116.6	2	103.5
4	141.7	4	128.8	4	115.8	4	102.6
6	140.9	6	127.9	6	114.9	6	101.7
8	140.0	8	127.1	8	114.0	8	100.9

" TABLA B "

VALOR DE G EN FUNCION DEL INDICE DE DILATACION C (1).

G	C	G	C	G	C	G	C
10.0	120	17.0	346	21.0	529	25.0	750
10.5	132	2	354	2	539	2	762
11.0	145	4	363	4	550	4	775
11.5	159	6	372	6	560	6	785
12.0	173	8	380	8	570	8	799
12.5	187	18.0	389	22.0	581	26.0	811
13.0	203	2	398	2	292	2	824
13.5	219	4	406	4	603	4	837
14.0	235	6	415	6	613	6	849
14.5	252	8	424	8	624	8	862
15.0	270	19.0	433	23.0	635	27.0	875
2	277	2	442	2	646	2	888
4	284	4	452	4	657	4	901
6	292	6	461	6	669	6	914
8	299	8	471	8	680	8	928
16.0	307	20.0	480	24.0	691	28.0	941
2	315	2	490	2	703	2	954
4	323	4	500	4	715	4	968
6	331	6	510	6	725	6	982
8	339	8	519	8	738	8	995

" TABLA 9 "

CLASES DE GLUTEN EN FUNCION DEL INDICE DE FUERZA GENERAL (W) Y DE LA RELACION T/L DEL ALVEOGRAMA (BALANCE DE LOS ELEMENTOS DE LA FUERZA) PARA CLASIFICAR MATERIAL GENETICO Y VARIETADES COMERCIALES (19).

MUY FUERTE
W MAYOR QUE 400

FUERTE
W ENTRE 300 Y 400

MEDIO FUERTE
W ENTRE 200 Y 300

T/L CLASE GLUTEN

T/L CLASE GLUTEN

T/L CLASE GLUTEN

mayor 2.5 MF-T
2.4 - 1.3 MF-TB
1.2 - 1.0 MF-BT
0.99- 0.89 MF-BB
0.88- 0.70 MF-BE
0.69- 0.50 MF-EB
menor 0.49 MF-E

Mayor 2.5 F-T
2.4 - 1.3 F-TB
1.2 - 1.0 F-BT
0.99- 0.89 F-BB
0.88- 0.70 F-BE
0.69- 0.50 F-EB
menor 0.49 F-E

Mayor 2.5 mF-T
2.4 - 1.3 mF-TB
1.2 - 1.0 mF-BT
0.99- 0.89 mF-BB
0.88- 0.70 mF-BE
0.69- 0.50 mF-EB
menor 0.49 mF-E

DEBIL
W ENTRE 100 Y 200

MUY DEBIL
W MENOR QUE 100

T/L CLASE GLUTEN

T/L CLASE GLUTEN

mayor 2.5 D-T
2.4 - 1.3 D-TB
1.2 - 1.0 D-BT
0.99- 0.89 D-BB
0.88- 0.70 D-BE
0.69- 0.50 D-EB
menor 0.49 D-E

mayor 2.5 MD-T
2.4 - 1.3 MD-TB
1.2 - 1.0 MD-BT
0.99- 0.89 MD-BB
0.88- 0.70 MD-BE
0.69- 0.50 MD-EB
menor 0.49 MD-E

MF = muy fuerte
F = fuerte
mf = medio fuerte
D = debil

MD = muy debil
B = balanceado
E = extensible
T = tenaz

" TABLA 10 "

3.3 ELABORACION DE LAS TORTILLAS DE HARINA

-AMASADO

Fundamento:

El amasado consiste en incorporar la harina, la manteca, la sal, el propionato de sodio, el polvo de hornear y el agua en una mezcladora si es a nivel industrial. A nivel laboratorio se utiliza una batidora "Hobart" de tres velocidades.

A nivel industrial las amasadoras o mezcladoras normalmente utilizadas son horizontales con agitadores tubulares los cuales son operados a dos velocidades básicamente durante la elaboración de la masa (figura 4)

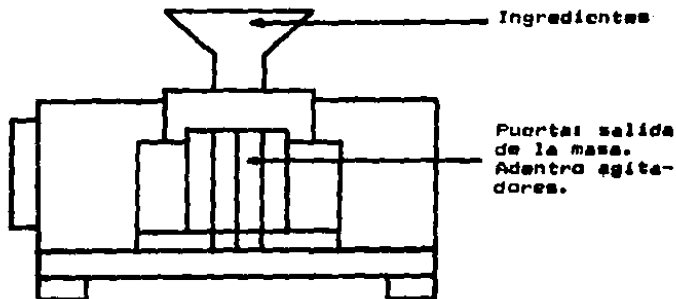
El amasado se detiene tanto a nivel industrial como a nivel laboratorio antes del punto máximo de desarrollo para facilitar el corte y evitar que se pegue tanto en la máquina buleadora como en el reposo (ver 2.4).

Material:

- En este trabajo se elaborarán tortillas a nivel laboratorio por lo tanto solo se utilizará la batidora Hobart.

Procedimiento:

- 1.- Pesar las cantidades que indica la fórmula base (cuadro 1), e incorporar poco a poco el agua en el tazón con la batidora en marcha.
- 2.- Tomar el tiempo con un cronómetro para evitar un amasado incorrecto ya que si el tiempo de amasado se prolonga de lo debido, la masa saldrá en su punto de máximo desarrollo y por lo tanto no se podrá utilizar este batch.



" FIGURA 4 "
Mezcladora a nivel industrial

-TIEMPO DE AMASADO

Fundamento:

El comportamiento de una masa durante el mezclado depende de la calidad y cantidad de proteína que tenga la harina.

Aplicando los principios del mixógrafo se puede evaluar el tiempo de máximo desarrollo de una masa, esto es llevando a la masa a un batido excesivo hasta que alcanza una consistencia tal que se adhiera a las aspas y al tazón de la batidora.

También se puede evaluar el tiempo de desarrollo óptimo, que es cuando el gluten está en su desarrollo óptimo, el cual se alcanza en el momento en que la masa se adhiere al aspa.

Material:

- Batidora "Hobart".
- Aspa de paleta.
- Probeta de 500 ml.
- Cronómetro.
- Balanza granataria.

Procedimiento:

PRUEBA 1.-

El objetivo de esta prueba es determinar el tiempo de desarrollo óptimo de las harinas.

Se procesarán las harinas (sin hacer correcciones de humedad ni de contenido de proteína) excepto el triticale que por ser un cereal con menor contenido de gluten necesita un tratamiento diferente.

Se trabajará con una absorción de agua fija, simulando las condiciones de trabajo industriales.

1.- Pesar una fórmula base de 250 gr de harina de cada una de las 6 diferentes harinas (ver cuadro 1) y se pondrán una a la vez en el tazón de la batidora.

2.- Armar la batidora con el aspa de paleta y agregarle 500 ml de agua.

3.- Encender la batidora y tomar el tiempo con el cronómetro.

4.- Batir hasta que la masa se enrolla en el aspa completamente y permanezca adherida por más de 30 segundos.

5.- Al adherirse la masa al aspa detener el cronómetro y registrar el tiempo en una tabla.

Hacer este procedimiento con cada una de las 6 diferentes tipos de harinas.

PRUEBA 2.-

En esta prueba se determinará el tiempo de desarrollo óptimo y el tiempo de máximo amasado o sea hasta que el gluten está en su desarrollo óptimo.

Se trabajarán las harinas en las mismas condiciones que la prueba 1 pero con una absorción de agua de 510 ml.

- 1.- Pesar una fórmula base de 250 gr de harina de cada una de las harinas (cuadro 1) y procesar una a la vez.
- 2.- Armar la batidora con el aspa de paleta y agregarle 510 ml de agua.
- 3.- Encender la batidora y tomar el tiempo.
- 4.- Batir hasta que la masa llegue a su desarrollo óptimo que es cuando la masa se adhiere al aspa y permanece adherida por más de 30 seg.. Registrar el tiempo en ese momento, y continuar el conteo y el batido hasta que la masa tome una consistencia viscosa (chiclosa). Y esto será el tiempo de máximo amasado.

NOTA: Al referirse al tiempo de desarrollo óptimo que se determinará en estas 2 pruebas se refiere al tiempo que tarda la masa en casi llegar al desarrollo óptimo del gluten. También se lo puede denominar tiempo de amasado óptimo. El batido se detendrá antes de llegar a este punto, para evitar pegajosidad y facilitar el corte para equipos automáticos.

-ABSORCION DE AGUA EN EL AMASADO

Fundamento:

Todas las harinas presentan diversos grados de absorción de agua. Así mismo presentan diferentes tolerancias al amasado. Ambas propiedades son función de la calidad y cantidad de proteína. El farinógrafo Brabender es un aparato que registra gráficamente el comportamiento de la masa durante el mezclado y permite evaluar la absorción de agua en la harina. Aplicando algunos principios del farinógrafo se puede someter una masa a condiciones extremas de batido y absorción obteniéndose resultados reproducibles y que permiten tener una prueba de diferenciación.

En esta prueba se variará la cantidad de agua (4 diferentes cantidades) con un reposo a temperatura ambiente (cerca de los hornos en las máquinas tortilladoras). El agua que se utilizará estará a una temperatura arriba de la que tiene el agua a temperatura ambiente.

Materiales:

- Batidora "Hobart" de 3 velocidades.
- Aspa de gancho.
- Bureta de 10 ml.
- Probeta de 100 ml.
- Espátula.
- Balanza granataria.
- Vasos de precipitado de 500 ml.
- Cronómetro.
- Charolas.
- Termómetro.

Procedimiento:

1.- Pesar 4 formulas bases de 1kg de harina cada uno de los 6 tipos de harinas, según cuadro 1, y poner una a la vez en el tazón de la batidora.

2.- Armar la batidora con el aspa de gancho y agregar la cantidad de agua que le corresponde según la tabla siguiente:

MUESTRA #	% AGUA	ml AGUA	TEMPERATURA DEL AGUA ° C.	TIEMPO DE AMASADO
1	51 %	127.5	60 ° C.	3 minutos
2	55 %	137.5	60 ° C.	3 "
3	59 %	147.5	60 ° C.	3 "
4	63 %	157.5	60 ° C.	3 "

Estas 4 variaciones del porcentaje de agua que se le agregará a cada una de las 6 harinas diferentes, estará a 60 ° C.

Las 24 masas obtenidas se procesarán según el cuadro No. 2. Pero a temperatura ambiente.

NOTA: La masa no se llevará al punto de desarrollo máximo.

Las charolas reposarán aproximadamente 30 minutos cerca de los hornos de las máquinas tortilladoras o sea a temperatura ambiente.

" CUADRO 1 "

FORMULA BASE DE LAS TORTILLAS

INGREDIENTES	CANTIDADES EN gr.	
Harina de trigo o triticale	1,000.0	250.00
Manteca vegetal	145.0	36.25
Sal yodada	20.0	5.00
Propionato de sodio	10.0	2.50
Poivo de hornear	10.0	2.50
Agua	510.0 ml	

NOTA: Para 1 kg. de harina se utiliza el aspa de gancho y para 250 gr. de harina se utiliza el aspa de pala.

" CUADRO 2 "

PROCESAMIENTO DE LA MASA

1.- La masa se corta en trozos que pesen aproximadamente 20 gr y se redondean a mano hasta hacerlos bolitas (testales).

2.- Se ponen en charolas marcadas (para poder diferenciar cada masa) y se enharinan tanto la charola como los testales. Por último se tapan con una hoja grande de polietileno para evitar pérdida de humedad y que se seque la masa.

3.- Se meten las charolas a la cámara de reposo por 30 min. a 60°C. Se registrará en tablas la temperatura inicial, intermedia y final de la cámara, la temperatura inicial y final del testal (introduciendo el termómetro hasta el centro del testal) y el tiempo de reposo exacto.

4.- Transcurrido este tiempo los testales pasan a la máquina tortilladora, la cual estará calibrada a un grado de cocimiento 3 cosa el nivel utilizado industrialmente.

5.- Al enfriarse se empacan en bolsas de polietileno y se sellan las bolsas con la termoselladora. Y se mandan al laboratorio sin aplastar los paquetes para evitar errores en los resultados.

6.- Ya en el laboratorio se les harán a cada uno de los paquetes previamente codificados para evitar confusiones, las determinaciones siguientes:

- Humedad
- Flexibilidad
- Diámetro
- Compresión
- Penetración
- Espesor.

- BOLEO

Fundamento:

El bolco es el corte de la masa en pequeños trozos de aproximadamente 20 gr, los cuales son producidos por una máquina boleadora.

Esta máquina trabaja por medio de presión positiva, o sea que por medio de aire inyectado, la masa es soplada o expulsada por la máquina. Después sigue el corte de la masa y el redondeo de ésta, lo cual también lo realiza la máquina.

Material:

-Máquina boleadora.

Procedimiento:

1.- Se introduce la masa a la boleadora y se arranca, cerrando perfectamente bien la puerta para evitar fuga de presión.

2.- El aire a presión que se le inyecta hace que la masa pase por un tubo, el cual desemboca en una parte de la máquina que es circular y tiene orificios por los cuales pasa (sube y baja) un pistón. Cuando baja el pistón, el orificio se llena de masa y cuando sube, sale la masa (ver figura 5,6,7).

3.- El trozo de masa pasa a una especie de tobogán el cual la sube dándole vueltas y redondeándola.

4.- Y por último, sale el testal de la máquina boleadora y cae en una charola redonda donde manualmente se acomodan y se espolvoréan de harina para facilitar su manejo.

- REPOSO.-

- TEMPERATURA Y TIEMPO DE REPOSO

Introducción:

La temperatura de reposo es importante para que la masa se suavice y tenga una consistencia adecuada para su proceso.

La masa se suaviza ya que hay una hidratación uniforme además de que empiezan a actuar las enzimas de esta.

El reposo puede ser a temperatura ambiente o bien en cámaras con temperatura controlada (figura 8).

La temperatura de reposo está relacionada con el tiempo para poder obtener un gluten en su desarrollo óptimo, o sea listo para procesar la masa.

El tiempo de reposo varía de acuerdo al proceso que se lleve en cada industria.

Material:

- Cámara con temperatura controlada.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Charolas.

Procedimiento:

1.- Los testales se ponen en charolas y se espolvoréan con harina. Estos se meten a la cámara a una temperatura de 60° C (para que el testal salga a una temperatura alrededor de los 30° C por 30 minutos aproximadamente).

2.- También se dejaron las charolas con los testales a temperatura ambiente por 30 minutos.

Calculos:

Reportar en tablas la temperatura inicial, intermedia y final de la cámara, la inicial y final de la masa y el tiempo de entrada y salida del testal de la cámara o el tiempo inicial y final de la masa a temperatura ambiente.

-PRENSADO, HORNEADO, ENFRIADO Y EMPAQUE

Fundamentos:

Después de que la masa ha reposado aproximadamente 30 minutos a 50 °C pasa a la máquina tortilladora (figura 9).

La máquina tortilladora consta de 3 pasos principales:

- a)Prensado
- b)Horneado
- c)Enfriado

Después de estos 3 pasos sigue el empaque que se realiza manualmente al igual que el sellado de las bolsas de polietileno (figura 10).

Material:

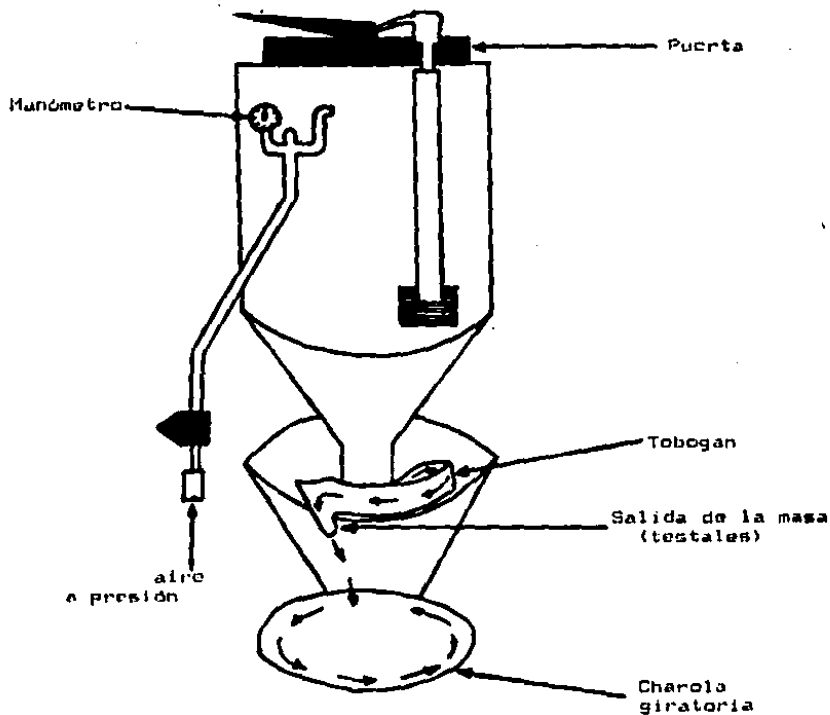
- Máquina tortilladora.
- Termoselladora.
- Bolsas de polietileno.

Procedimiento:

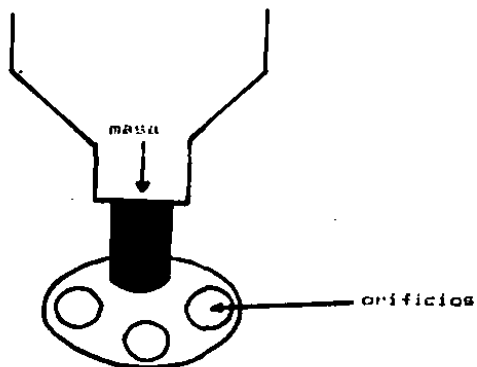
1.- En el prensado se utilizan placas de aluminio con teflón calientes. La placa superior es móvil (sube y baja) y la inferior es fija. Los testales son colocados en una banda de teflón (placa fija) y son prensados por la placa de teflón caliente. Esta banda lleva a la masa a unas mallas finas internas las cuales pasan la masa a los conales del horno donde se realiza el cocimiento por medio de calentamiento con gas. Este paso de horneado consta de 2 pasos: el primero sella la masa y el segundo paso infla la tortilla (primero se cuece por un lado y luego por el otro).

2.- Después, las tortillas ya cocidas pasan a una malla de enfriamiento. Este paso consta de 7 subpasos para que la tortilla quede perfectamente bien fría antes del empaque.

3.- Y por último, se empaca la tortilla manualmente en bolsas de polietileno y se sellan con una termoselladora.

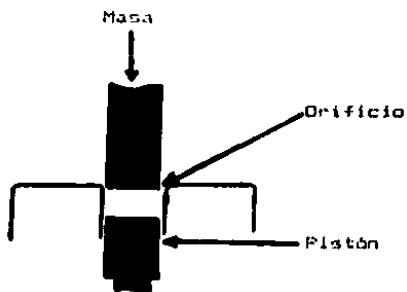


" FIGURA 3 "
 MAQUINA BOLEADORA



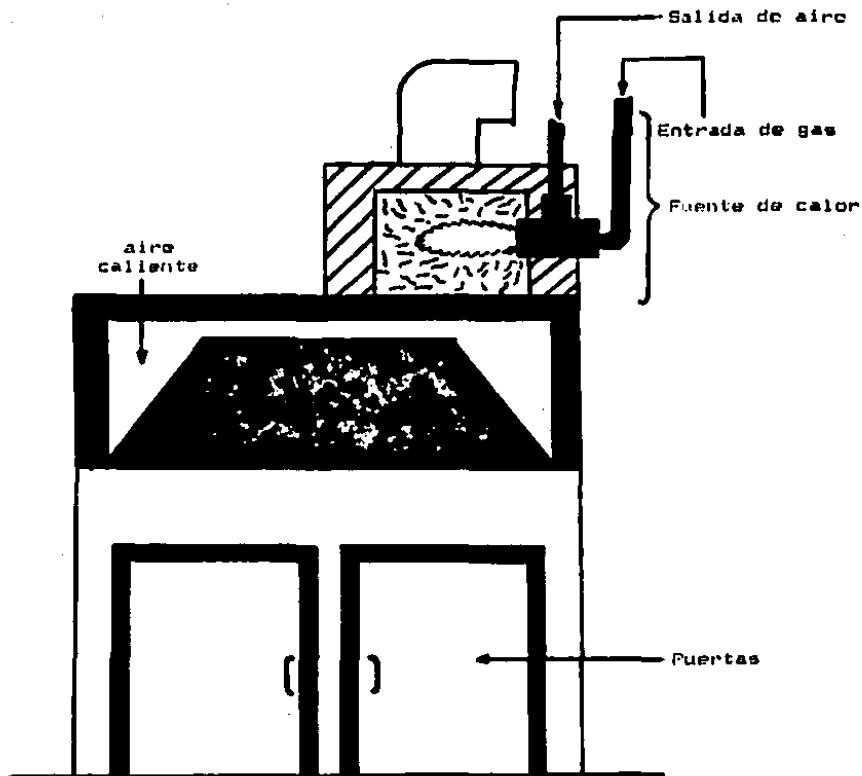
" FIGURA 6 "

VISTA INTERIOR DE LA MAQUINA BOLEADORA



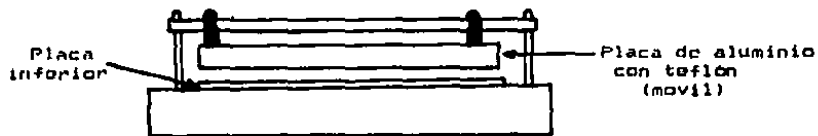
" FIGURA 7 "

VISTA LATERAL DEL CIRCULO CON ORIFICIOS,
DONDE SUBE Y BAJA EL PISTÓN

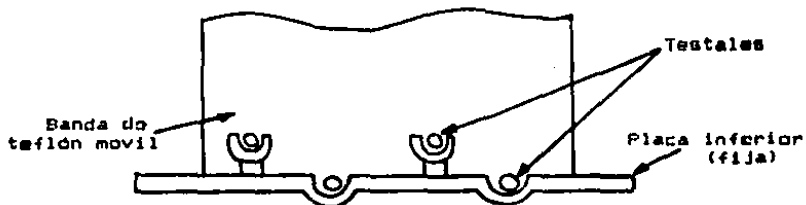


" FIGURA B "

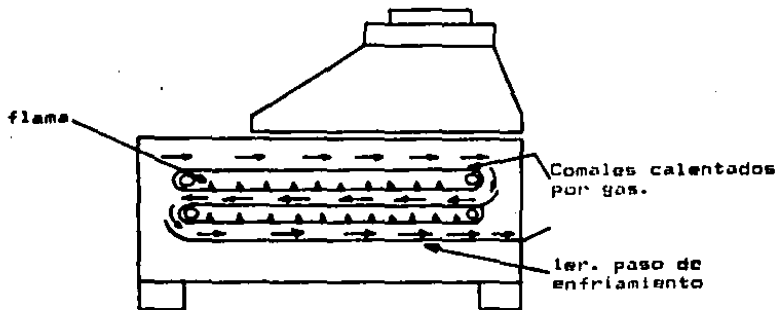
CAMARA DE REPOSO



VISTA LATERAL



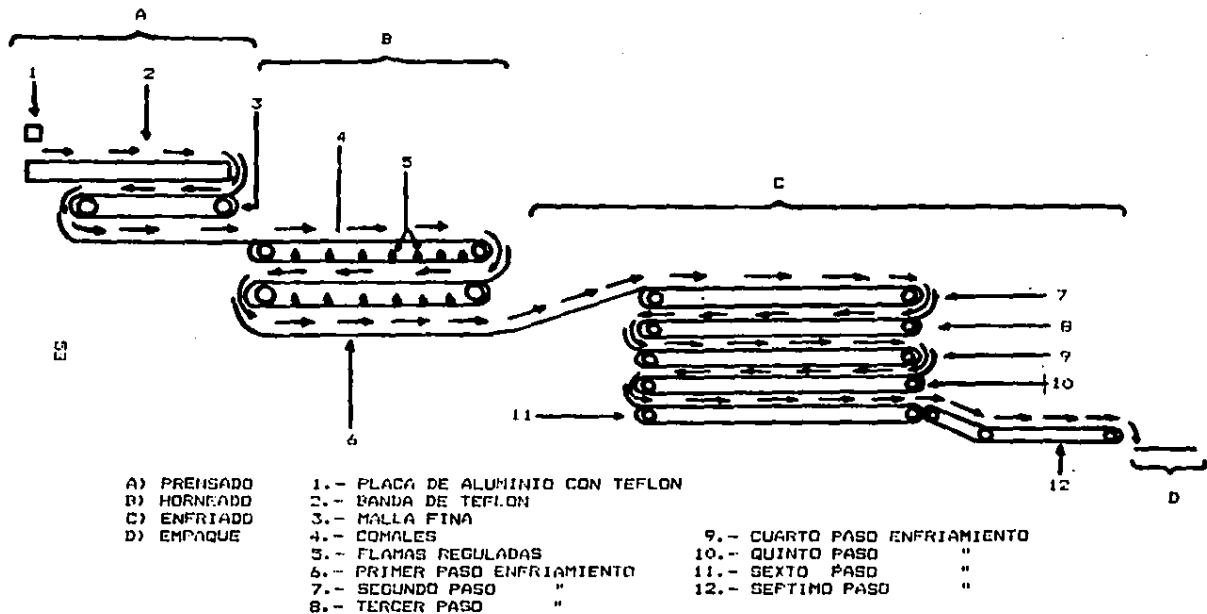
VISTA POR ARRIBA



HORNO
VISTA LATERAL

" FIGURA 9 "

MAQUINA TORTILLADORA EN PARTES



" FIGURA 10 "

DIAGRAMA DE MAQUINA TORTILLADORA

3.4 EVALUACION DE LAS TORTILLAS

- DETERMINACION DE HUMEDAD

Fundamento:

Por medio de la pérdida de peso de la muestra por medio de un secado por calor constante se puede determinar el contenido de humedad en la muestra, reportándola como por ciento.

Material:

- Cápsulas metálicas.
- Espátula.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.
- Estufa de secado.
- Cronómetro.
- Pinzas para crisol.
- Desecador.
- Licuadora.
- Vaso pequeño para licuadora.

Procedimiento:

- 1.- En una cápsula de aluminio, previamente tarada a peso constante, se pesa 10 gr de muestra y se mete a la estufa a 110° C y se deja por 1 hora.
- 2.- Al lapso de este tiempo se saca y se mete en un desecador hasta enfriarlo, y ya frío se pesa.

Cálculos:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Donde: A= peso de la cápsula con muestra húmeda.
B= peso de la cápsula con muestra seca
C= peso de la muestra.

Nota: La muestra debe de molerse previamente a la determinación. La preparación consiste en molerla en un vaso pequeño de licuadora a velocidad media, y posarla inmediatamente.

* Técnica según el método 14.063 del A.O.A.C. (5).

- DETERMINACION DEL DIAMETRO

Fundamento:

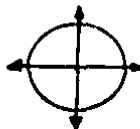
El diámetro se define como la línea recta que pasa por el centro del círculo y termina por ambos extremos de la circunferencia. Esta determinación nos proporciona el tamaño de las tortillas para ver las variaciones que tienen éstas dependiendo del proceso y del tipo de harina.

Material:

- Regla.
- Superficie plana.

Procedimiento:

1.- Se toma una muestra de 10 tortillas y una por una se pone en una superficie plana y blanca. A continuación se mide con la regla de lado a lado (de norte a sur y de este a oeste), cada una de las tortillas como lo muestra la figura:



2.- Se registrarán los datos en una tabla.

Cálculos:

Los valores registrados en una tabla se promediarán entre el número de tortillas medidas. Así bien si midieron 10 tortillas la suma de los valores que serán 20 se dividirán entre 10.

Los valores serán expresados en milímetros.

-DETERMINACION DE COMPRESION, PENETRACION Y ESPESOR

Fundamento:

Con los métodos que a continuación se describen se puede obtener una evaluación objetiva de la esponjosidad de la tortilla al realizar una compresión de una pila de tortillas bajo un peso determinado que debe mantenerse constante (250 g/30 seg), y por otro lado la suavidad de la tortilla al medir la penetración bajo un peso constante también. Estos métodos son utilizados ya que no hay pruebas confiables y objetivas para

evaluar la textura de la tortilla de harina de trigo a diferencia de otros alimentos donde se utilizan aparatos especiales o texturómetros para este fin.

Utilizando la presión uniforme que ejerce el peso constante utilizado en la determinación de penetración y compresión se puede obtener el dato de espesor utilizando un vernier.

La presión ejercida para estas pruebas es de 320 gr de fuerza.

Material:

- Penetrómetro de Fisher.
- Posas para penetrómetro de 250 gr.
- Cono de 70 gr.
- Cronómetro.
- Cortador para discos de tortilla de 5 cm de diámetro.
- Base de plástico de 6 cm de diámetro y 5 cm de altura.
- Tapa metálica de 6 cm de diámetro.

Procedimiento:

1.- Se toma una muestra de 10 tortillas, las cuales se cortan (con el cortador de metal) en 4 discos pequeños cada una. Lo que sobra de las tortillas se puede utilizar para la determinación de pH.

2.- Se forman 4 pilas con los discos obtenidos, de 10 discos cada una procurando que los discos estén colocados con el pollejo hacia arriba (cara del segundo paso en el cocimiento).

3.- Se toma la primera pila de discos de tortilla y se lleva al penetrómetro para realizar la compresión de la siguiente manera:

- Se coloca sobre la base de plástico la pila de tortillas y se cubre con la tapa metálica. Se hace descender el cono lentamente hasta que haga contacto con la tapa.

- Se aprietta el clutch del penetrómetro durante 30 segundos y se lee la compresión que sufrió la muestra en la carátula del penetrómetro.

- Se quita la tapa de metal y se pone en contacto la punta del cono con las tortillas. Se aprietta el clutch durante 30 seg. y se lee la medida que marca la carátula y este es el dato de penetración.

- La pila de tortillas se retira del penetrómetro y se mide la altura de la pila con el calibrador o vernier, lo cual es proporcional al espesor o grosor de la tortilla.

4.- Notas:

- Se escogen tiempos de 30 segs. y 250 gr de peso debido a que son los que presentan una mejor precisión, sin embargo es necesario

realizar la prueba por duplicado dado que la textura de la tortilla es muy irregular.

- No debe demorarse la prueba ya que las muestras pierden humedad por lo que es necesario cubrir las con plástico.

Resultados:

Se hará una tabla donde se registren estas 3 determinaciones.

Las unidades a utilizar serán milímetros.

* Técnicas según el método 50-14 del A.A.C.C. (4).

-DETERMINACION DE PH

Fundamento:

El pH se calcula como "el logaritmo negativo base 10, de la concentración de iones hidrógeno" con lo cual tendremos que las soluciones ácidas poseen un pH menor de 7.0, las soluciones neutras tienen un pH igual a 7.0 y las soluciones básicas serán aquellas con un pH mayor de 7.0. El rango de pH va desde 0 hasta 14.

La acidez medida por el valor de pH es un factor importante para el control de muchos procesos, tanto naturales como de fabricación. Es considerado, este valor de gran importancia en la conservación y almacenamiento de alimentos, por su efecto inhibitor de microorganismos y actividades enzimáticas.

Materiales:

- Próbete de 100 ml.
- Potenciómetro.
- Balanza analítica.
- Piseta.
- Vaso de precipitado de 100 ml.
- Licuadora con varias velocidades.
- Vaso pequeño para licuadora (250 ml).
- Espátula.

Procedimiento:

1. Calibrar el potenciómetro a pH 7.
2. Pesar 10 gr de muestra y añadir 90 ml de agua destilada (pH 7), moler a velocidad media.
3. Vertir el contenido en un vaso precipitado y dejar reposar durante 1 a 2 minutos.
4. Introducir el electrodo en la solución problema y leer su pH. Se debe dejar que el pH se estabilice antes de tomar la lectura (aproximadamente 2 minutos).

* Técnica basada en el Instructivo del potenciómetro y en el método 02-52 del A.A.C.C. (4).

- DETERMINACION DE FLEXIBILIDAD

Fundamento:

La flexibilidad es la propiedad de resistencia al esfuerzo que se haya sometido. En este caso es la propiedad que tiene la tortilla de enrollarse sin romperse.

Esta determinación es muy importante ya que uno de los usos de la tortilla es el de hacer "taco" lo que implica que debe soportar una serie de dobleces que aseguren que la tortilla no se rompa al primer intento.

Esta determinación es directamente proporcional a la frescura del producto, ya que entre mas vieja sea la tortilla menos flexibilidad tendrá.

Material:

- Arpa de 9 espesores diferentes (ver figura 11)

Procedimiento:

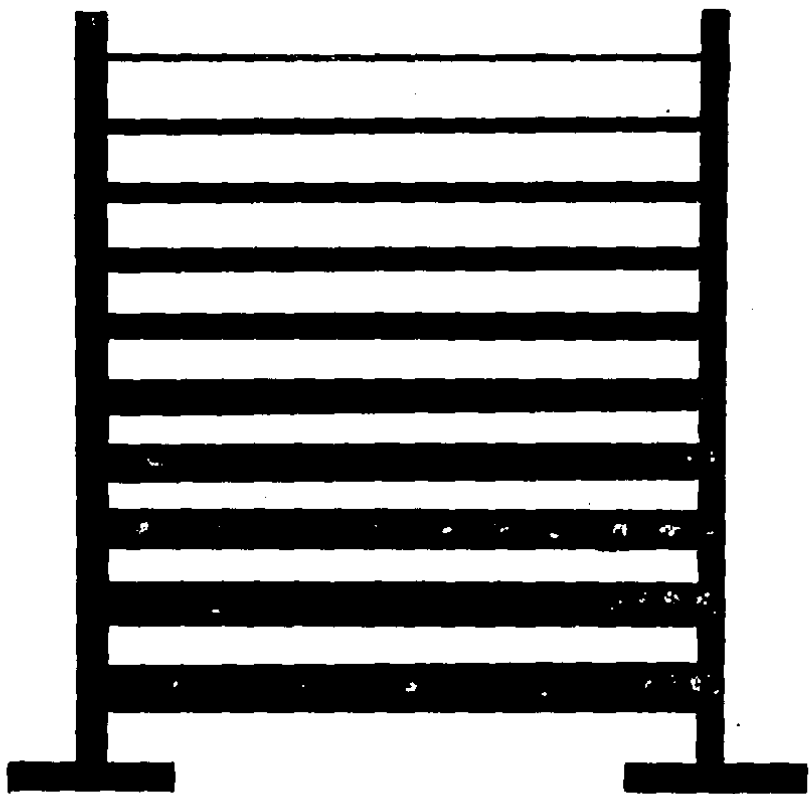
1.- Tomar una muestra de 10 tortillas.

2.- Una por una se hace pasar por el arpa de la siguiente manera:

- Se van a enrollar una por una en cada uno de los barrotos del arpa.
- El primer enrollamiento debe hacerse con el cuerpo hacia arriba o adentro.
- El segundo enrollamiento debe hacerse con el pellicio hacia adentro y así sucesivamente alternando las caras de la tortilla por los 9 barrotos.

3.- Notas :

- Una tortilla fresca debe soportar 9 dobleces, sin embargo a medida que transcurre la vida útil del producto la flexibilidad disminuye.
- La prueba debe detenerse en el momento en que la tortilla sufra una ruptura de lado a lado o bien en las orillas.
- Cuando se detenga la prueba deberá anotarse el número de enrollamientos anteriores a que la muestra sufriera la ruptura.
- La flexibilidad es expresada adimensionalmente como número de dobleces.



" FIGURA 11 "
ARPA PARA DETERMINAR FLEXIBILIDAD

- PRUEBA SENSORIAL

Fundamento:

La evaluación sensorial utiliza los sentidos del tacto, vista, olfato y gusto para medir las características del alimento. Estas pruebas se efectúan por medio de un equipo de catadores (jueces) hábiles y preparados. El número de jueces depende necesariamente en la disponibilidad y habilidad de los individuos.

La información obtenida en esta prueba panel puede ser interpretada usando un simple análisis estadístico.

Tipo de prueba panel:

En esta prueba sensorial se utilizará el método por diferencia (prueba triangular) la cual consta de 3 muestras de las cuales 2 son iguales y una es diferente. Al panelista se le dirá que 2 muestras son idénticas y una diferente y que debe diferenciarlas.

Otra prueba que se utilizará en este panel es la prueba de preferencia, la cual será simple o sea el juez recibirá 2 muestras y dirá cual prefiere y por qué.

La prueba de preferencia indicará el gusto general del producto y el sabor, aroma, textura y consistencia. La razón de la preferencia en base a un atributo en específico.

Guía de como preparar las muestras:

Las muestras deben consistir en tortillas de harina recién elaboradas envueltas en bolsas de polietileno, calientes y puestas en un recipiente térmico (que guarde el calor).

Las muestras deben ser preparadas y servidas lo más uniformemente posible.

Debe de revelarse lo menos posible de información acerca de las muestras problema a los panelistas. La información disponible a los panelistas de las muestras influirá mucho en los resultados de la prueba.

Se deben servir las tortillas a una temperatura uniforme, ya que temperaturas altas o bajas pueden impartir un sabor extraño.

Para codificar las muestras se selecciona una serie de tres dígitos o números de manera que los panelistas no sean capaces de distinguir las muestras por el código o sean influenciados por éste. Se debe hacer un código para cada muestra. Se puede seleccionar una combinación de letras, números o símbolos para hacer las codificaciones, las cuales deben ser aleatorizadas previamente a la prueba.

Selección de los panelistas:

Se escogerá al personal que tenga mayor experiencia con el producto disponible en la planta.

Todas las personas incluidas en la preparación de las muestras para la prueba, no serán incluidas en la prueba por saber el fundamento de ésta.

Se usaran 13 panelistas dadas las restricciones del estudio, ya que dada la relación con el producto serán mas capaces de responder el cuestionario adecuadamente.

Lugar para la prueba:

El cuarto deberá tener ventilación y separaciones (tablas) para dividir a cada participante.

Las paredes del cuarto, deberán ser blancas o de un color neutro como el gris para que el color de la muestra no sea alterado.

Se presentarán las muestras a los panelistas en recipientes limpios, libres de olores y sabores.

La mejor hora para la evaluación de las muestras es en la mañana 1 hora antes de almorzar o bien 2 horas después.

Se debe tener todas las muestras preparadas, antes de empezar la prueba.

Prueba:

Se darán 3 juegos del cuestionario 1 a cada uno de los panelistas. Estos juegos determinarán si hay diferencia entre las tortillas de trigo galletero, de trigo panadero y de triticale entre sí, por medio de un análisis estadístico (36,40).

Y por otra parte se les dará a los mismos panelistas el cuestionario 2. No se darán al mismo tiempo ya que puede haber cansancio de parte de los panelistas.

• Técnica según el método 74-30 del A.A.C.C. (4) y a la cita 43.

CUESTIONARIO DE LA PRUEBA PANEL DE
TORTILLAS DE HARINA DE TRIGO Y DE TRITICALE

FECHA: _____

PRODUCTO : _____

NOMBRE: _____

JUEGO: _____

Esta prueba panel consiste de dos partes. En la primera parte identificará la tortilla diferente de un grupo de tres tortillas (dos muestras son iguales y una es diferente). Y en la segunda parte será cuestionado por una prueba de preferencia en la cual dirá que muestra le gusta más por su sabor, aroma, textura y consistencia, y Porqué?

----- // -----

CUESTIONARIO # 1
(PRUEBA DIFERENCIAL)

Das de las siguientes muestras son iguales y una es diferente. Evalúe las muestras de la manera que desee y encierre en un círculo la clave que represento para usted la muestra diferente:

CUESTIONARIO N.º 2
(PRUEBA PREFERENCIAL)

1.- Cuál de estas dos muestras le agrada más por su sabor y aroma?

Y Por qué?

2.- Cuál le gusta más por su textura y consistencia?

Y por qué?

3.5 ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS TORTILLAS DE HARINA

- CONTENIDO DE HUMEDAD

Fundamento:

Una muestra del producto se somete a secado en estufa a 100 - 105 °C reportándose la pérdida de peso como humedad.

Material:

- Oasa.
- Cristallizador de vidrio de aproximadamente 4.5 cm de alto por 8.0 cm de diámetro.
- Pinzas para crisol.
- Desecador.
- Estufa a 100 - 105 °C.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.

Procedimiento:

- 1.- Cortar un círculo de gase del tamaño del fondo del cristizador, colocarlo en éste y dejar en la estufa a peso constante. Sacar de la estufa, enfriar en un desecador y ya frío pesarlo. Distribuir perfectamente sobre toda la gase 2 gr de muestra.
- 2.- Regresar el cristizador a la estufa, ahora con la muestra y mantener ahí por 4 horas. Después de transcurrido este tiempo dejar enfriar el cristizador en un desecador y ya frío pesarlo.

Cálculos:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{CM - CMS}{PM} \times 100$$

En donde:

- CM= Peso del cristizador con muestra húmeda.
- CMS= Peso del cristizador con muestra seca.
- PM= Peso de la muestra.

* Técnica basada en el método 14.063 del A.O.A.C. (5) y en el Manual of Food Quality Control (26).

-CONTENIDO DE PROTEINAS

Método Kjeldahl- Gunning.

Fundamento:

Este método se basa en la descomposición de los componentes de nitrógeno orgánico por ebullición con ácido sulfúrico.

El hidrógeno y carbón de la materia se oxidan hasta agua y bioxido de carbono. El ácido sulfúrico se transforma en SO_2 , el cual reduce el material nitrogenado a amoniaco. Este amoniaco se libera después por la adición de $NaOH$, y se destila recibiendo en una solución al 4% de ácido bórico. Se titula el nitrógeno amoniacal con una solución valorada de ácido, cuya normalidad dependerá de la cantidad de nitrógeno que contenga la muestra.

En este método se usa el sulfato de cobre como catalizador y el sulfato de sodio para aumentar la temperatura de la mezcla y acelerar la digestión.

Material:

- Matraz de Kjeldahl de 800 ml.
- Matraz erlenmeyer de 500 ml.
- Bureta de 50 ml.
- Probeta.
- Perlas de ebullición.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.
- Digestor - destilador de Kjeldahl.

Reactivos:

- Acido sulfúrico concentrado.
- Sulfato de cobre.
- Sulfato de sodio anhidro.
- Granallas de Zinc.
- Solución de hidróxido de sodio 1 : 1 M/V.
- HCl 0.1 N.
- Indicador de Wesslow: rojo de metilo 0.2 % en una mezcla de 60 ml de etanol y 40 ml de agua.
Azul de metileno al 0.2 % de agua.
Mezclar 2 partes de rojo de metilo con 1 parte de azul de metileno.

Procedimiento:

- 1.- Pesar 2 gr de muestra y pasar a un matraz de kjeldahl, agregar 2 gr de sulfato de cobre, 10 gr de sulfato de sodio anhidro, 25 ml de ácido sulfúrico concentrado y unas perlas de ebullición.
- 2.- Colocar el matraz en el digestor y calentar cuidadosamente a baja temperatura hasta que todo el material esté carbonizado o aumentar gradualmente la temperatura hasta que el contenido del matraz esté completamente claro, y dejar por 30 minutos más.
- 3.- Dejar enfriar y agregar 400 ml de agua destilada, para disolver completamente el residuo del matraz; dejar enfriar, agregar 6-7 granallas de zinc, y sin agitar, agregar 50 ml de solución de hidróxido de sodio.
- 4.- Conectar el matraz al destilador y recibir el destilado en un matraz erlenmeyer de 500 ml que contenga 50 ml de ácido bórico al 4% (H_3BO_3) y unas gotas del indicador de Wesslow (la parte terminal del tubo del destilador debe estar dentro del ácido).
- 5.- Destilar hasta aproximadamente 300ml, retirar el matraz y titular con Acido clorhídrico al 0.1 N.

Cálculo:

$$\% \text{ de Proteína} = \frac{V \times N \times 0.014 \times 100}{PM} \times 5.7$$

En donde :

- V = ml de ácido clorhídrico 0.1 N requerido en la titulación.
- N = Normalidad del ácido clorhídrico.
- PM = Peso de la muestra.
- 5.7 = Factor para convertir nitrógeno a proteína.

* Técnica según el método 2.057 del A.O.A.C. (5).

- CONTENIDO DE GRASA

Método de GoldFisch

Fundamento:

Este método utiliza un sistema en donde se extraen los componentes solubles en éter de petróleo del alimento. El disolvente orgánico pasa a través de la muestra extrayendo la grasa presente.

Material:

- Desecador.
- Pinzas para crisol.
- Aparato de extracción de grasa GoldFisch.
- Estufa a 100 - 150 ° C.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.

Reactivos:

- Éter de petróleo

Procedimiento:

- 1.- Pesar 5 gr de muestra sobre papel encerado y pasarla a un cartucho, al cual previamente se le habrá colocado una pequeña cama de algodón. Colocar una pequeña cantidad de algodón en la parte superior del cartucho como tapadora.
- 2.- Colocar el cartucho en el contenedor, agregar 25-35 ml de éter de petróleo al vaso a peso constante y proceder a la extracción por un período de 8 horas con un reflujo de 4 - 5 gotas por segundo, tomando el tiempo al inicio del goteo.
- 3.- Terminada la extracción llevar el vaso a peso constante en la estufa, enfriar en el desecador y pesar.

Cálculos:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{PG - PV}{PM} \times 100$$

En donde: PG = peso del vaso con grasa.
PV = peso del vaso vacío.
PM = peso de la muestra.

* Técnica basada en el método 7.062 del A.O.A.C. (5) y en la cita bibliográfica 27 y 4.

- CONTENIDO DE CENIZAS

Fundamento:

Las cenizas son los residuos que se obtienen al calcinar el producto a una temperatura de 550 - 600 °C.

Materiales:

- Crisoles de porcelana de 5 cm de diámetro por 4 cm de altura.
- Desecador.
- Mufla.
- Parrilla eléctrica.
- Pinzas para crisol.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.

Procedimiento:

- 1.- Pesar 5 gr de muestra en un crisol de porcelana a peso constante.
- 2.- Carbonizar la muestra sobre una parrilla eléctrica y calcinar la mufla a una temperatura de 550 - 600 °C. Hasta que las cenizas sean gris claro o a peso constante. Sacar los crisoles de la mufla, enfriar en desecador y pesar cuando estén a temperatura ambiente.

Cálculos:

$$\% \text{ de Cenizas} = \frac{CM}{PM} \times 100$$

En donde : CM = peso de las cenizas de la muestra.
PM = peso de la muestra.

* Técnica según el método 14.006 del A.O.A.C. (5) y el Manual⁴ of Food Quality Control (26).

- CONTENIDO DE FIBRA CRUDA

Fundamento:

El término fibra curada se refiere al residuo combustible que queda al removerse las grasas y proteínas por tratamientos sucesivos con soluciones calientes de ácidos y álcalis. Este residuo consta principalmente de celulosa y lignina (carbohidratos no digeribles por humanos).

La muestra se hierve con ácido sulfúrico al 1.25 % por 30 minutos y después otros 30 minutos con hidróxido de sodio al 1.25%. El residuo obtenido se seca, pesa, calcina y se vuelve a pesar, pues la diferencia entre los dos pesos corresponden a la fibra cruda.

Material:

- Vasos de 600 ml sin pico.
- Cricesoles de porcelana.
- Embudos Buchner.
- Matraz KITASATO.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.
- Aparato de digestión para fibra cruda.
- Papel seda o tela de lino (40 hilos/in).
- Papel filtro de cenizas conocidas.
- Perlas de ebullición.

Reactivos:

- Ácido sulfúrico al 1.25 %
- Hidróxido de sodio al 1.25 %.

Procedimiento:

- 1.- Pesar 2 - 5 gr de muestra desengrasada con éter de petróleo, pero si la muestra contiene menos de 1 % de grasa este paso se omite.
- 2.- Transferir la muestra al vaso de 600 ml y añadir 1 gr de asbesto preparado (evitando contaminarlo con papel o cualquier fibra), perlas de ebullición, y 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25 hirviendo, e inmediatamente conectar el vaso al aparato digestor sobre la placa caliente preajustada para que hierva exactamente al minuto y continúe hirviendo vigorosamente por 30 min. exactos. Girar el vaso cada 5 min.
- 3.- Quitar el vaso del digestor y filtrar inmediatamente en papel seda o tela de lino; enjuagar el vaso con 50 - 70 ml de agua caliente o más hasta que el pH del agua de lavado sea igual al del agua destilada (pH 7).
- 4.- Transferir el residuo cuantitativamente al vaso de digestión con ayuda de 200 ml de hidróxido de sodio al 1.25 % hirviendo y hervir exactamente 30 minutos. Quitar el vaso del digestor y filtrar en buchner a través de papel filtro de peso y cenizas conocidas. Lavar con 25 ml de ácido sulfúrico al 1.25 % hirviendo y después con 3 porciones de agua caliente de 50 ml cada una y

filtrar con 15 ml de etanol.

5.- Transferir el papel filtro con el residuo a un crisol a peso constante y secar a 130°C por dos horas, enfriar y pesar. Calcinar a 600°C por 30 minutos, enfriar y pesar (la pérdida de peso será la fibra cruda).

Calculos:

$$\% \text{ de Fibra cruda} = \frac{(P1-P2) - (P4-P3)}{PM} \times 100$$

En donde: P1 = peso del papel y residuos secos a 130°C en gr.
P2 = peso del papel filtro en gramos.
P3 = peso de las cenizas del papel en gr.
P4 = peso de las cenizas calcinadas a 600°C en gr.
PM = peso de la muestra en gr.

* Técnica basada en el método 7.070 del A.O.A.C. (5) y en el Chemical Analysis of Foods (30).

3.6 VALOR CALORICO DE LAS TORTILLAS DE HARINA

-CALCULOS TEORICOS

Fundamento:

Una kilocaloría (Kcal) es una unidad para medir el calor o energía calórica. Es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de un kilogramo de agua de 15 a 16°C. También es la unidad de energía empleada en nutrición y utilizada para regular el peso corporal.

Valores calóricos fisiológicos de uso común (aproximados):

PROTEINAS	:	1 gr	=	4 Kcal.
GRASA	:	1 gr	=	9 Kcal.
CARBOHIDRATOS	:	1 gr	=	4 Kcal.

Calculos:

Se multiplicará la cantidad de proteína, grasa y carbohidratos que contiene la muestra por el valor calórico fisiológico que le corresponde a cada uno.

El valor de los carbohidratos se obtiene sumando los valores de humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra cruda. Esta suma se resta a 100 y la diferencia se reporta como carbohidratos asimilables.

Y por último se suman estos 3 resultados y da el valor calórico de la tortilla.

Este procedimiento se determinará tanto en base húmeda como en base seca (14).

CAPITULO IV

RESULTADOS

Se manejaron 3 diferentes tipos de harinas las cuales son las siguientes:

- Harinas para panificación industrial nacional. A estas harinas se les denominó A1, A2 y A3.
- Harinas para galletería industrial nacional. Catalogadas como B1 y B2.
- Harina de triticale, clasificada como C.

La harina A1 es la harina que normalmente se envía a Granasa (muestra patrón). Esta al igual que la B1 son harinas del molino San Bartolo.

Las harinas A2, A3 y B2 son harinas procedentes del molino La Azunción.

Y por último el triticale (variedad eronga 83) es patrocinio de CIMMYT.

NOTA: La malla final por la que pasaron las 6 harinas al salir de los molinos fué por malla 10x (132 micras).

4.1 ANÁLISIS FARINOLÓGICO.

No. MUESTRA	% PROTEÍNA CRUDA		% HUMEDAD		% CENIZAS	
	1	2	1	2	1	2
A1	8.6	8.6	15.2	15.2	0.4674	0.4641
A2	10.0	10.0	13.9	13.7	0.7304	0.8495
A3	8.9	9.1	13.9	14.1	0.4640	0.4803
B1	10.1	9.9	14.1	13.9	0.5333	0.5052
B2	9.9	9.9	14.1	14.1	0.7311	0.7372
C	9.7	9.6	12.6	12.5	0.4140	0.4182

- DETERMINACION DE GLUTEN:

No. muestra	Peso harina (gr)	Tiempo entrada	Tiempo lectura	Peso gluten humedo (gr)	Peso gluten seco (gr)	Consistencia	OBSERVACIONES
A1	10.1	12:20	12:50	1.97	0.730	Tenaz	Tenaz
A1	10.1	12:37	13:17	2.03	0.735	Tenaz	Tenaz
A2	10.0	12:47	13:27	2.18	0.794	Tenaz	Tenaz
A2	10.0	13:00	13:30	2.19	0.783	Tenaz	Tenaz
A3	10.0	13:41	14:15	2.09	0.780	Tenaz	Tenaz
A3	10.0	13:55	14:25	2.10	0.771	Tenaz	Tenaz
B1	10.0	14:07	14:37	2.48	0.903	Extensible	Extensible
B1	10.0	14:25	14:50	2.52	0.931	"	"
B2	9.8	14:30	15:00	2.12	0.783	"	"
B2	9.8	14:45	15:15	2.12	0.801	"	"
C	10.0	14:55	15:25	1.84	0.655	Tenaz	"
C	10.0	15:05	15:35	1.93	0.674	Tenaz	"

NOTAS:

1.- La consistencia se determinó después de haber estado 30 minutos en un vaso con agua destilada.

2.- Las observaciones se realizaron a simple vista al último de la determinación para comprobar la consistencia.

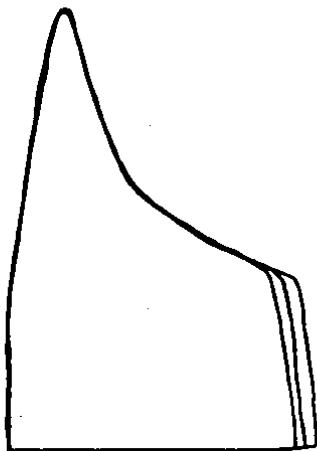
- MIXOGRAMA:

No. muestra	% Humedad harina	gr de harina (tabla)	ml de agua (tabla)	% Proteina corregida al 14 %	Tiempo de amasado (min).
A1	15.1	35.6	21.3	8.7	2'30"
A2	13.0	35.0	21.7	10.0	2'15"
A3	14.0	35.1	21.4	8.9	2'20"
B1	14.0	35.1	20.7	10.0	2'40"
B2	14.1	35.1	21.7	9.9	2'35"
C	12.6	34.5	20.6	9.5	1'35"

- ALVEOGRAMA:

NO. MUESTRA	% HUMEDAD	ABSORCION-AQUA (ml)	MEZ-CLADO (min)	Pri.1	B	C	S	P/B	L	W
A1	15.2	31.5	5'	111.1	17.4	363.0	35.1	6.4	61	230.0
A2	13.9	33.4	5'	101.2	17.8	380.0	33.0	5.7	64	215.8
A3	13.9	33.4	5'	91.3	18.2	398.0	31.8	5.0	67	208.0
B1	14.1	34.2	5'	35.0	28.6	982.0	38.2	1.9	165	249.8
B2	14.1	34.8	5'	68.2	18.9	428.5	20.5	3.6	72	134.1
C	12.5	31.8	5'	92.4	14.0	235.0	17.9	6.6	40	117.0

ALVEOGRAMAS



MUESTRA: A1

Humedad: 15.2 %. Agua cc 31.5

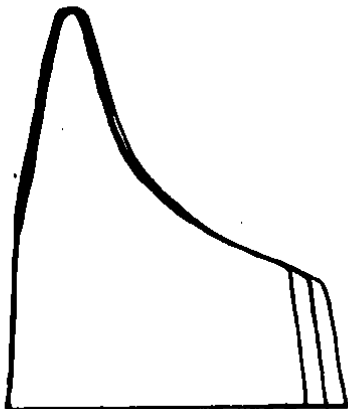
Mezclado: 5 min. Reposo 20 min.

$P=101 \times 1.1 = 111.1$

$G=17.4$ $C=363$ $S=35.1 \text{ cm}^2$

$W=230$ $P/G=6.4$ $L=61.$

$P/L=1.82.$



MUESTRA: A2

Humedad: 13.2%. Agua cc 33.4

Mezclado: 5 min. Reposo 20 min.

$P=92 \times 1.1 = 101.2$

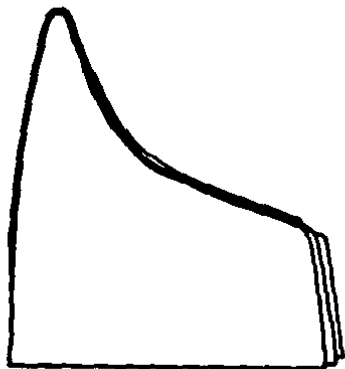
$G=17.8$ $C=380$ $S=33.0 \text{ cm}^2$

$W=215.8$ $P/G=5.7$ $L=44.$

$P/L=1.58$

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ALVEOGRAMAS



MUESTRA: A3

Humedad: 13.9%. Agua cc 34.1

Mezclado 5 min. Reposo 20 min.

$P = 83 \times 1.1 = 91.3$

$G = 18.2$ $C = 398$ $S = 31.8 \text{ cm}^2$

$W = 208$ $P/G = 5$ $L = 67.$

$P/L = 1.36.$

MUESTRA: B1

Humedad: 14.1%. Agua cc 34.2

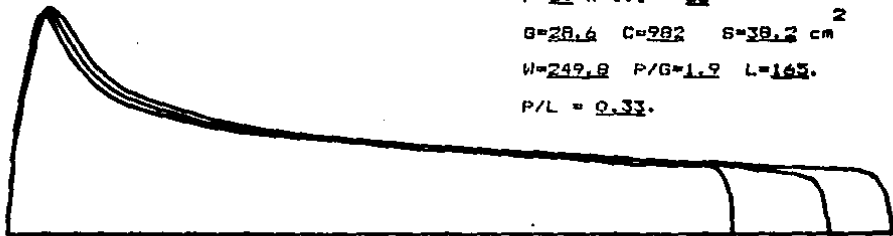
Mezclado 5 min. Reposo 20 min.

$P = 50 \times 1.1 = 55$

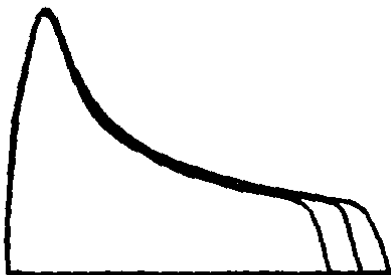
$G = 28.6$ $C = 982$ $S = 38.2 \text{ cm}^2$

$W = 249.8$ $P/G = 1.9$ $L = 165.$

$P/L = 0.33.$



ALVEDGRAMA



MUESTRA: B2

Humedad: 14.1%. Agua cc 34.8

Mezclado 5 min. Reposo 20 min.

$$P = 62 \times 1.1 = 68.2$$

$$G = 18.9 \quad C = 428.5 \quad S = 20.5 \text{ cm}^2$$

$$W = 134.1 \quad P/G = 3.6 \quad L = 72.$$

$$P/L = 0.94$$



MUESTRA: C

Humedad: 12.5%. Agua cc 31.8.

Mezclado 4 min. Reposo 15 min.

$$P = 84 \times 1.1 = 92.4$$

$$G = 14 \quad C = 235 \quad S = 17.9 \text{ cm}^2$$

$$W = 117 \quad P/G = 6.6 \quad L = 40$$

$$P/L = 2.31.$$

4.2 EVALUACION DE LAS TORTILLAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DIMENSIONAL Y FISICO

PRUEBA 1

Se determinó el "tiempo de amasado" que requiere el gluten para llegar a su desarrollo óptimo, con una absorción de agua fija.

Se registró también la temperatura de reposo en la cámara, la de la masa al salir de la cámara y el tiempo de reposo. Además de las determinaciones de compresión, penetración, espesor y humedad de la tortilla.

PRUEBA 2

Esta prueba consiste en determinar el "Tiempo de desarrollo óptimo" y el "Tiempo de máximo amasado" con una absorción de agua fija.

El inciso 1 trabaja la masa en condiciones normales, las cuales son las siguientes:

-Trigo: Agua = 510 ml Tiempo de amasado = 5' 30"

-Triticalor: Agua = 510 ml Tiempo de amasado = 4' 30"

El inciso 2 indica el tiempo que tarda en llegar a su máximo desarrollo el gluten.

Conjuntamente se determinará lo siguiente:

Temperatura de reposo y de la masa al salir de la cámara de reposo, tiempo de reposo, compresión, penetración, espesor, humedad, flexibilidad y diámetro.

PRUEBA 3

En esta prueba se varió la cantidad de agua para cada una de las harinas (4 diferentes cantidades) con un reposo a temperatura ambiente. El tiempo de reposo fué de 30 minutos y con un tiempo de amasado fijo de 3 minutos para todas las harinas.

También se trabajará con una temperatura de 60 C, del agua que se le agrega al amasado, además se determinará la temperatura de la masa al terminar el tiempo de reposo, diámetro, compresión, penetración, espesor y humedad de todas las tortillas.

PRUEBA 4

Esta prueba es una repetición de la prueba 3, en las mismas condiciones de amasado y temperatura.

Solamente se determinará la prueba de diámetro y espesor, además de la determinación de pH tanto en la harina sola como en la tortilla.

NOTA:

La flexibilidad y el diámetro se promedió sumando los paquetes de tortillas M 1 + M 2 + M 3 de cada una de las harinas y sacando una media.

ACLARACION:

Al final de estos resultados aparecerán los mismos resultados promediados en tablas.

RESULTADOS OBTENIDOS DE TODAS LAS DETERMINACIONES DE LAS 4
PRUEBAS "NO PROMEDIADOS"

PRUEBA 1

No. PAQUETE TORTILLA	No. MUESTRA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD
M 1	A1	4.2	14.1	17.17	
		3.9	14.2	17.98	
		4.5	14.4	17.17	
M 2	A1	3.9	14.0	17.67	30.33
		5.1	15.5	17.19	
		4.0	15.5	17.60	
M 3	A1	4.8	15.5	18.46	29.51
		5.0	15.3	17.80	
		3.9	14.5	17.83	
M 3	A1	3.8	14.1	16.99	
		3.7	14.1	17.83	
		3.5	14.0	16.84	
M prom	A1	4.19	14.6	17.54	30.07
M 1	A2	4.3	15.0	18.11	
		4.4	14.4	17.67	
		5.0	14.1	16.43	
M 2	A2	4.5	15.1	17.37	29.78
		4.9	14.2	16.96	
		4.4	12.5	16.40	
M 3	A2	4.4	13.6	14.63	30.06
		4.6	13.2	16.68	
		5.2	14.6	15.95	
M 3	A2	5.0	14.7	16.25	
		5.2	14.8	15.90	
		4.6	15.0	17.42	
M prom	A2	4.7	14.26	16.65	29.78

PRUEBA 1

No. PAQUETE	No. MUESTRA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD
M 1	A3	4.1	14.4	18.46	30.24
		3.6	13.9	20.39	
		3.4	13.7	20.67	
		4.2	14.7	20.85	
M 2	A3	4.5	14.1	19.25	30.33
		4.3	14.2	19.25	
		4.6	13.5	19.27	
		4.6	14.3	18.66	
M 3	A3	5.0	14.6	19.53	30.56
		3.0	12.9	18.49	
		4.4	13.7	18.59	
		4.2	14.1	18.99	
M prom	A3	4.1	14.0	19.37	30.37
M 1	B1	4.4	13.6	19.07	30.69
		3.7	13.3	18.66	
		3.4	13.9	18.41	
		4.0	13.3	18.51	
M 2	B1	3.5	14.5	18.38	30.13
		3.6	13.6	18.44	
		3.4	15.3	19.86	
		3.9	13.9	18.69	
M 3	B1	3.4	14.0	20.29	30.61
		4.5	14.6	19.15	
		4.5	13.5	20.21	
		3.3	13.0	18.46	
M prom	B1	3.80	13.87	19.01	30.47

PRUEBA 1

No. PAQUETE	No. MUESTRA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD
M 1	B2	5.0	17.2	19.50	30.01
		4.5	16.3	18.33	
		3.8	14.0	17.80	
		4.1	14.8	18.59	
M 2	B2	5.0	15.5	18.74	29.67
		5.0	15.0	18.44	
		4.5	14.6	18.08	
		5.1	15.5	18.11	
M 3	B2	4.7	16.0	18.66	29.69
		5.1	15.6	17.34	
		4.0	15.3	18.61	
		3.9	16.4	18.31	
M prom	B2	4.56	15.52	18.38	29.79
M 1	C	4.9	15.4	17.32	28.10
		5.0	14.2	16.38	
		-	16.0	18.49	
		4.9	14.5	16.66	
M 2	C	4.4	15.1	17.72	27.40
		4.7	13.8	17.34	
		4.8	13.1	16.89	
		4.7	14.4	17.50	
M 3	C	4.5	14.2	18.28	27.20
		4.2	13.0	17.04	
		4.3	13.2	17.19	
		4.7	14.2	17.83	
M prom	C	4.64	14.26	17.38	27.59

PRUEBA 2

No. MUES-TRA	No. PAQUETE TORTILLA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	FLEXIBILIDAD	DIAMETRO (mm)	
1) A1	M 1	5.3	14.4	17.09	30.58	2	145.0-150.0	
		5.0	14.7	18.08		4	145.0-145.0	
		6.0	15.1	18.21		3	145.0-145.0	
		5.7	14.8	18.16		3	145.0-150.0	
						3	145.0-140.0	
						5	135.0-140.0	
						4	145.0-145.0	
						5	145.0-140.0	
				6	135.0-145.0			
				1	160.0-160.0			
		M 2	4.7	13.2	17.70	29.99	3	150.0-160.0
			5.9	14.8	18.21		4	130.0-150.0
			5.8	14.8	18.32		4	150.0-140.0
			5.2	13.6	18.31		4	150.0-150.0
							3	145.0-145.0
							5	140.0-155.0
							5	145.0-140.0
							3	150.0-145.0
					4	155.0-160.0		
					2	155.0-150.0		
	M 3	5.6	15.2	17.95	30.03	4	140.0-140.0	
		5.9	15.5	18.13		6	135.0-150.0	
		6.0	15.3	18.13		5	150.0-160.0	
		7.0	15.9	17.85		5	140.0-140.0	
						4	145.0-150.0	
						4	145.0-145.0	
						4	155.0-135.0	
						3	145.0-140.0	
				4	140.0-140.0			
				5	150.0-150.0			
2) A1	M 1	6.3	15.7	16.84	29.74	5	150.0-145.0	
		5.4	14.9	15.74		9	140.0-135.0	
		6.0	14.3	16.33		6	155.0-155.0	
		5.7	15.4	17.93		7	155.0-140.0	
						6	150.0-140.0	
						7	140.0-130.0	
						9	140.0-135.0	
						8	150.0-140.0	
						7	140.0-140.0	
						7	145.0-150.0	

PRUEBA 2

No. MUESTRA	No. PAQUETE TORTILLA	COMRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	FLEXIBILIDAD	DIAMETRO (mm)	
2) A1	M 2	6.0	14.3	17.09	30.03	6	150.0-140.0	
		5.1	14.0	17.09		8	140.0-140.0	
		6.2	13.9	18.38		4	150.0-150.0	
		6.4	14.1	17.24		6	150.0-135.0	
						7	160.0-160.0	
						7	155.0-140.0	
						9	140.0-135.0	
				7	145.0-140.0			
				7	160.0-150.0			
				7	145.0-140.0			
		M 3	5.6	14.1	17.55	30.33	7	150.0-140.0
			5.8	13.9	16.96		6	135.0-150.0
			5.7	15.1	17.75		6	145.0-140.0
			5.3	14.8	17.27		6	150.0-145.0
					9		150.0-150.0	
					3		140.0-140.0	
					5		145.0-140.0	
				4	155.0-140.0			
				6	150.0-145.0			
				7	150.0-145.0			
1) A2	M 1	5.1	14.0	20.90	29.75	5	125.0-125.0	
		4.8	14.0	20.92		5	135.0-135.0	
		5.4	15.1	20.19		6	155.0-135.0	
		5.9	14.7	20.98		5	135.0-140.0	
						1	155.0-145.0	
						4	130.0-125.0	
						5	135.0-135.0	
				2	160.0-155.0			
				3	145.0-140.0			
				6	150.0-170.0			
		M 2	4.2	13.5	21.25	29.98	6	155.0-155.0
			4.4	14.7	23.01		5	145.0-145.0
			4.4	14.7	22.98		2	145.0-140.0
			4.3	15.3	22.14		5	140.0-140.0
					4		140.0-145.0	
					3		125.0-145.0	
					5		160.0-140.0	
				4	135.0-145.0			
				6	150.0-135.0			
				3	150.0-150.0			

PRUEBA 2

No. MUESTRA	No. PAQUETE TORTILLA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	FLEXIBILIDAD	DIAMETRO (mm)
1) A2	M 3	2.8	14.1	20.59	29.40	3	135.0-150.0
		3.9	14.0	19.50		7	135.0-135.0
		4.0	13.6	21.56		5	145.0-130.0
		3.7	14.4	21.51		4	150.0-150.0
						6	135.0-135.0
						4	140.0-165.0
						6	145.0-145.0
						7	145.0-135.0
						3	155.0-155.0
						5	150.0-150.0
2) A2	M 1	3.6	14.5	18.46	28.41	8	145.0-140.0
		3.5	14.4	19.32		3	135.0-140.0
		3.2	14.3	18.13		9	145.0-125.0
		3.6	14.1	18.84		3	145.0-140.0
						7	155.0-175.0
						5	140.0-130.0
						5	145.0-135.0
						7	145.0-125.0
						3	140.0-150.0
						8	140.0-140.0
	M 2	3.9	14.3	17.15	28.75	5	135.0-150.0
		4.0	14.5	18.77		7	135.0-140.0
		3.9	13.9	18.38		7	140.0-130.0
		3.8	14.5	18.23		5	140.0-135.0
						8	140.0-135.0
						5	130.0-140.0
						9	145.0-130.0
						8	135.0-135.0
						7	150.0-145.0
						9	135.0-140.0
M 3	3.2	14.2	17.90	28.99	4	135.0-140.0	
	3.8	14.5	18.97		6	140.0-140.0	
	3.8	14.7	18.99		7	145.0-140.0	
	3.7	14.4	19.40		9	125.0-140.0	
					6	135.0-140.0	
					9	125.0-140.0	
					7	140.0-140.0	
					9	135.0-135.0	
			9	150.0-140.0			
			8	140.0-140.0			

PRUEBA 2

No. MUES-TRA	No. PAQUETE TORTILLA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	FLEXIBILIDAD	DIAMETRO (mm)	
1) A3	M 1	4.6	13.2	16.28	29.75	5	135.0-145.0	
		3.5	12.2	16.23		2	160.0-145.0	
		3.5	13.5	17.34		4	140.0-145.0	
		3.2	12.7	17.42		5	140.0-150.0	
						3	140.0-150.0	
						3	160.0-160.0	
						5	150.0-160.0	
						4	140.0-150.0	
				3	140.0-140.0			
				4	165.0-165.0			
		M 2	3.3	13.1	15.62	29.74	5	150.0-145.0
			3.3	14.5	18.31		6	160.0-135.0
			3.3	12.4	17.72		7	160.0-155.0
			2.9	12.7	18.08		4	155.0-145.0
							2	145.0-155.0
							7	160.0-150.0
							7	150.0-135.0
							3	145.0-155.0
					3	170.0-160.0		
					2	160.0-150.0		
	M 3	3.8	12.0	17.04	29.67	7	145.0-150.0	
		4.5	12.4	17.29		3	140.0-160.0	
		5.5	14.2	17.60		4	150.0-145.0	
		3.1	13.2	17.70		3	145.0-145.0	
						2	145.0-150.0	
						3	145.0-140.0	
						3	150.0-140.0	
						4	145.0-155.0	
				5	155.0-140.0			
				2	145.0-140.0			
2) A3	M 1	3.7	11.3	16.05	30.40	4	150.0-135.0	
		4.0	14.5	16.61		5	145.0-135.0	
		3.6	14.4	17.93		8	145.0-130.0	
		3.5	14.0	17.19		3	140.0-145.0	
						6	120.0-140.0	
						5	130.0-140.0	
						5	145.0-145.0	
						8	145.0-145.0	
						5	150.0-155.0	
						2	135.0-135.0	

PRUEBA 2

No. MUES-TRA	No. PAQUETE TORTILLA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	FLEXIBILIDAD	DIAMETRO (mm)	
2) A3	M 2	3.3	12.1	16.17	30.40	7	145.0-140.0	
		3.6	13.0	17.32		3	135.0-140.0	
		4.5	13.5	19.05		3	145.0-155.0	
		2.5	12.0	18.11		5	140.0-145.0	
						4	150.0-150.0	
						5	140.0-145.0	
						6	140.0-135.0	
				4	140.0-145.0			
				5	150.0-145.0			
				4	140.0-155.0			
		M 3	4.5	13.7	18.26	30.87	9	155.0-155.0
			4.1	13.4	17.47		6	145.0-155.0
			5.1	13.8	18.28		8	135.0-155.0
			4.6	13.7	17.80		6	135.0-150.0
					7		145.0-145.0	
					7		125.0-140.0	
					5		130.0-135.0	
				5	130.0-145.0			
				5	150.0-150.0			
				6	130.0-145.0			
1) B1	M 1	7.0	15.8	17.60	28.68	5	145.0-155.0	
		5.3	17.4	18.11		5	165.0-155.0	
		5.6	15.1	16.71		4	145.0-150.0	
		5.2	15.3	17.67		4	170.0-155.0	
						3	155.0-160.0	
						2	155.0-160.0	
						6	150.0-155.0	
				2	150.0-145.0			
				3	155.0-160.0			
				4	165.0-155.0			
		M 2	4.3	14.0	18.44	28.74	5	165.0-155.0
			4.5	14.7	19.76		7	150.0-170.0
			4.5	13.9	16.30		5	155.0-155.0
			5.0	13.4	17.14		4	155.0-170.0
					5		155.0-160.0	
					6		155.0-155.0	
					4		165.0-150.0	
				6	160.0-175.0			
				4	165.0-170.0			
				2	145.0-150.0			

PRUEBA 2

No. NUES-TRA	No. PAQUETE TORTILLA	COMPRESION (mm)	PENETRA-CION (mm)	ESPOSOR (mm)	% HUME-DAD	FLEXI-BILI-DAD	DIAMETRO (mm)		
1) B1	M 3	5.0	16.3	17.93	29.51	4	135.0-155.0		
		5.5	15.9	17.57		6	155.0-155.0		
		5.4	14.7	16.84		2	180.0-175.0		
		4.4	15.6	16.89		4	155.0-160.0		
						6	140.0-150.0		
						5	140.0-160.0		
						5	145.0-155.0		
						3	145.0-160.0		
						6	140.0-155.0		
						4	160.0-175.0		
2) B1	M 1	5.5	14.3	16.45	29.00	5	140.0-145.0		
		4.8	14.6	18.16		8	130.0-140.0		
		5.3	14.3	16.68		7	155.0-165.0		
		5.7	15.6	17.62		5	135.0-150.0		
						7	135.0-140.0		
						7	130.0-140.0		
						7	145.0-150.0		
						7	140.0-155.0		
						7	140.0-140.0		
						6	155.0-155.0		
		M 2	4.4	14.7		18.41	29.22	8	135.0-150.0
			5.0	15.6		18.46		8	170.0-150.0
	3.6		13.7	18.03	7	135.0-150.0			
	4.4		14.7	19.35	7	140.0-155.0			
					7	160.0-165.0			
					6	155.0-155.0			
					8	150.0-155.0			
					8	140.0-145.0			
					6	150.0-160.0			
					9	150.0-160.0			
	M 3		5.0	15.6	18.11	29.16		7	150.0-160.0
			6.9	16.1	17.75			7	140.0-140.0
		5.0	15.1	18.55	8		135.0-140.0		
		4.9	14.0	16.84	7		155.0-160.0		
				5	160.0-165.0				
				9	140.0-145.0				
				7	145.0-145.0				
				7	150.0-165.0				
				6	160.0-150.0				
				8	140.0-135.0				

PRUEBA 2

No. MUES-TRA	No. PAQUETE TORTILLA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	FLEXIBILIDAD	DIAMETRO (mm)
1) B2	M 1	5.1	14.1	18.99	29.74	1	145.0-155.0
		4.7	13.1	17.99		1	145.0-145.0
		4.2	13.4	18.34		1	155.0-140.0
		3.5	14.1	19.02		2	155.0-160.0
						3	145.0-145.0
						1	160.0-160.0
						1	150.0-160.0
						2	145.0-155.0
	M 2	2.8	13.0	17.34	29.60	4	145.0-150.0
		2.9	13.3	16.33		5	145.0-155.0
		4.0	13.5	16.74		3	155.0-140.0
		3.7	14.6	15.72		6	145.0-150.0
						5	150.0-155.0
						4	160.0-160.0
						2	165.0-160.0
						2	155.0-150.0
	M 3	4.2	14.4	17.72	29.32	4	165.0-155.0
		3.6	14.2	17.24		3	150.0-140.0
		2.7	13.4	17.70		3	155.0-155.0
		4.2	13.9	17.70		2	155.0-150.0
						2	135.0-150.0
						1	150.0-150.0
						2	150.0-150.0
						2	160.0-140.0
2) B2	M 1	5.2	14.3	17.09	30.03	5	150.0-155.0
		3.2	13.9	17.72		5	140.0-145.0
		4.8	14.0	17.19		5	150.0-145.0
		4.5	14.9	18.03		7	150.0-150.0
						6	165.0-155.0
						8	155.0-160.0
						8	135.0-145.0
						7	135.0-145.0
						6	155.0-150.0
						6	155.0-150.0
						5	155.0-150.0

PRUEBA 2

No. MUES-TRA	No. PAQUETE TORTILLA	COMPRESION (mm)	PENETRACION	ESPESOR	% HUMEDAD	FLEXIBILIDAD	DIAMETRO	
2) B2	M 2	4.7	13.3	17.65	30.07	8	160.0-145.0	
		4.9	14.1	17.55		6	140.0-130.0	
		4.5	13.9	17.95		6	135.0-145.0	
		4.9	13.7	17.80		5	150.0-140.0	
						4	130.0-150.0	
						4	140.0-130.0	
						6	165.0-145.0	
						7	150.0-145.0	
		M 3	5.3	12.9	17.57	29.61	6	140.0-140.0
	6.5		14.7	17.62	7		140.0-130.0	
	5.1		14.4	17.47	4		135.0-130.0	
	4.9		14.3	18.18	6		130.0-140.0	
					4		150.0-140.0	
					6		140.0-150.0	
					4		145.0-135.0	
					7		130.0-140.0	
1) C	M 1	6.3	14.3	16.61	27.75	5	165.0-155.0	
		6.4	14.1	16.68		5	165.0-160.0	
		7.0	14.8	17.29		4	170.0-185.0	
		6.5	16.1	19.05		5	160.0-180.0	
						3	145.0-160.0	
						5	165.0-165.0	
						4	170.0-170.0	
						3	165.0-145.0	
		M 2	6.1	15.8	16.71	27.78	4	170.0-155.0
	5.9		14.5	15.97	6		145.0-165.0	
	5.3		15.0	16.61	4		140.0-150.0	
	5.2		14.5	17.01	4		175.0-175.0	
					4		145.0-150.0	
					4		135.0-160.0	
					6		155.0-160.0	
					6		155.0-170.0	
			4	175.0-160.0				
			2	130.0-145.0				

PRUEBA 2

No. MUES-TRA	No. PAQUETE TORTILLA	COMPRESION (mm)	PENE-TRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	FLEXIBILIDAD	DIAMETRO (mm)	
1) C	M 3	6.1	13.5	16.10	27.75	5	160.0-170.0	
		5.3	13.6	16.86		5	160.0-175.0	
		6.2	13.6	16.66		2	145.0-170.0	
		5.8	14.6	16.10		7	170.0-180.0	
						5	155.0-180.0	
						5	155.0-160.0	
						7	175.0-175.0	
						4	175.0-160.0	
						3	165.0-165.0	
						5	160.0-170.0	
	2) C	M 1	6.0	12.6	17.09	27.38	5	165.0-165.0
			6.0	14.2	17.47		7	170.0-180.0
6.2			16.3	17.95	5		150.0-160.0	
5.5			16.0	17.55	8		170.0-180.0	
					6		160.0-170.0	
					2		150.0-165.0	
					5		160.0-170.0	
					5		170.0-175.0	
				3	170.0-185.0			
				4	165.0-170.0			
		M 2	7.3	14.3	17.11	27.56	5	150.0-145.0
5.5			13.7	17.27	6		170.0-170.0	
5.3			14.2	16.45	6		165.0-175.0	
4.3			13.6	16.33	5		155.0-155.0	
					6		170.0-180.0	
					6		170.0-150.0	
					7		170.0-165.0	
					4		185.0-175.0	
				2	170.0-150.0			
				5	160.0-170.0			
		M 3	5.7	14.7	16.17	27.40	5	145.0-170.0
4.6			13.3	16.89	5		155.0-165.0	
5.8			13.9	16.05	5		160.0-175.0	
5.3			15.5	17.88	5		175.0-175.0	
				5	165.0-175.0			
				6	175.0-185.0			
				4	160.0-165.0			
				5	165.0-165.0			
			6	170.0-165.0				
			4	180.0-180.0				

PRUEBA 3

No. MUESTRA	% AGUA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	DIAMETRO (mm)
A1	51.0	4.8	15.7	23.13	30.41	120.0-125.0
		---	16.0	21.31		110.0-120.0
		5.1	15.3	21.92		120.0-130.0
		5.3	15.0	23.03		135.0-140.0
						120.0-130.0
					125.0-130.0	
						130.0-135.0
						125.0-125.0
						135.0-145.0
						130.0-140.0
A1	55.0	4.8	15.7	20.62	31.86	130.0-130.0
		5.3	15.5	20.54		130.0-130.0
		4.2	14.7	19.96		135.0-135.0
		5.0	16.4	19.07		125.0-130.0
						125.0-130.0
						135.0-140.0
						140.0-135.0
						135.0-145.0
						130.0-135.0
						135.0-140.0
A1	59.0	5.6	16.7	18.56	32.32	150.0-145.0
		5.1	16.9	17.98		140.0-130.0
		5.4	15.6	17.52		130.0-125.0
		5.0	16.1	19.93		150.0-145.0
						140.0-135.0
						135.0-125.0
						135.0-130.0
						130.0-150.0
						140.0-120.0
						150.0-145.0
A1	63.0	4.7	14.6	14.73	32.90	160.0-150.0
		4.6	15.3	16.28		145.0-150.0
		4.8	15.1	15.46		150.0-140.0
		4.1	14.1	15.62		150.0-140.0
						150.0-145.0
						145.0-145.0
						155.0-150.0
						150.0-145.0
						150.0-145.0

PRUEBA 3

No. MUESTRA	% AGUA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	DIAMETRO (mm)
A2	51.0	4.0	14.3	22.37	31.05	120.0-115.0
		4.0	13.3	22.98		120.0-130.0
		4.4	15.7	23.08		120.0-125.0
		4.9	13.2	22.52		135.0-140.0
						125.0-120.0
						125.0-130.0
						120.0-135.0
						125.0-135.0
						120.0-120.0
						125.0-125.0
A2	55.0	5.9	15.7	21.20	32.04	115.0-140.0
		4.6	15.8	21.10		130.0-140.0
		4.7	15.2	19.53		130.0-130.0
		4.7	15.9	19.53		130.0-140.0
						130.0-135.0
						140.0-140.0
						145.0-140.0
						135.0-135.0
						135.0-130.0
						140.0-130.0
A2	59.0	5.5	17.5	18.44	33.38	130.0-145.0
		5.2	16.1	19.38		150.0-140.0
		5.3	17.2	19.22		140.0-140.0
		4.4	15.6	18.94		145.0-140.0
						140.0-135.0
						125.0-125.0
						140.0-135.0
						140.0-140.0
						150.0-145.0
						140.0-130.0
A2	63.0	4.0	16.5	17.93	33.16	145.0-135.0
		4.7	16.0	17.24		155.0-150.0
		2.9	14.6	16.76		140.0-145.0
		4.8	14.0	16.43		150.0-140.0
						150.0-140.0
						140.0-145.0
						135.0-135.0
						135.0-145.0
						130.0-135.0
						150.0-150.0

PRUEBA 3

No. MUESTRA	% AGUA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	DIAMETRO (mm)
A3	51.0	4.7	15.5	21.66	30.72	145.0-135.0
		5.1	16.5	22.22		140.0-140.0
		5.0	14.7	21.94		130.0-130.0
		5.1	15.1	22.17		135.0-135.0
						140.0-130.0
						125.0-135.0
						125.0-125.0
						135.0-135.0
						125.0-130.0
						130.0-135.0
A3	55.0	5.0	15.8	18.71	32.38	140.0-145.0
		5.8	16.7	18.66		140.0-140.0
		4.7	17.9	21.20		145.0-145.0
		5.6	16.9	19.63		130.0-135.0
						135.0-125.0
						140.0-140.0
						130.0-135.0
						145.0-150.0
						135.0-140.0
						155.0-140.0
A3	59.0	5.4	15.5	18.08	33.55	135.0-140.0
		5.4	16.9	19.48		140.0-135.0
		5.7	16.2	19.10		150.0-150.0
		5.3	15.3	18.11		150.0-145.0
						150.0-145.0
						130.0-140.0
						130.0-125.0
						150.0-130.0
						145.0-145.0
						140.0-130.0
A3	63.0	6.1	17.2	16.73	33.65	140.0-140.0
		5.1	16.2	17.72		135.0-140.0
		5.5	15.5	16.30		150.0-145.0
		5.4	15.2	16.63		145.0-150.0
						140.0-130.0
						145.0-145.0
						145.0-140.0
						140.0-130.0
						140.0-135.0
						155.0-150.0

PRUEBA 3

No. MUESTRA	% AGUA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	DIAMETRO (mm)
B1	51.0	6.0	17.2	24.63	31.19	130.0-125.0
		6.1	16.1	22.91		125.0-140.0
		4.8	16.4	23.54		125.0-140.0
		5.9	17.2	24.43		140.0-120.0
						120.0-130.0
						125.0-125.0
						130.0-125.0
						130.0-125.0
B1	55.0	5.6	17.3	20.72	31.34	135.0-130.0
		5.8	17.0	21.00		145.0-145.0
		5.7	16.6	19.68		150.0-140.0
		4.9	17.0	19.68		130.0-130.0
						135.0-140.0
						125.0-135.0
						140.0-130.0
						140.0-135.0
B1	59.0	4.7	15.3	20.95	31.67	145.0-125.0
		5.2	16.9	19.10		150.0-145.0
		5.1	16.6	19.40		125.0-130.0
		4.5	16.0	20.49		130.0-145.0
						135.0-135.0
						140.0-140.0
						130.0-135.0
						140.0-135.0
B1	63.0	4.9	15.7	14.22	31.90	150.0-155.0
		4.8	14.7	14.42		155.0-155.0
		3.9	15.3	16.07		125.0-140.0
		5.4	16.2	15.74		150.0-160.0
						165.0-160.0
						150.0-150.0
						160.0-150.0
						150.0-150.0

PRUEBA 3

NO. MUESTRA	% AGUA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	DIAMETRO (mm)
B2	31.0	4.7	15.1	20.65	31.35	145.0-145.0
		5.5	14.7	21.69		135.0-130.0
		5.2	14.6	21.79		125.0-125.0
		5.2	14.6	20.87		135.0-135.0
						135.0-125.0
						145.0-130.0
						140.0-140.0
						145.0-145.0
						140.0-140.0
						145.0-140.0
B2	55.0	5.8	16.3	17.42	30.57	135.0-135.0
		5.0	15.6	20.72		140.0-135.0
		5.2	15.2	20.29		135.0-140.0
		4.6	15.8	20.57		130.0-140.0
						140.0-150.0
						145.0-140.0
						150.0-135.0
						135.0-140.0
						140.0-130.0
						135.0-135.0
B2	59.0	5.7	15.9	19.50	32.80	140.0-145.0
		4.7	14.7	19.07		135.0-130.0
		5.0	16.2	19.15		135.0-130.0
		5.6	15.1	19.02		135.0-135.0
						145.0-145.0
						140.0-140.0
						130.0-130.0
						135.0-130.0
						135.0-140.0
						140.0-150.0
B2	63.0	6.3	17.4	17.65	33.09	135.0-140.0
		5.0	15.5	16.23		145.0-150.0
		5.9	17.0	17.52		140.0-130.0
		5.8	16.1	16.94		145.0-140.0
						140.0-135.0
						135.0-130.0
						135.0-135.0
						135.0-145.0
						150.0-130.0
						145.0-135.0

PRUEBA 3

No. MUESTRA	% AGUA	COMPRESION (mm)	PENETRACION (mm)	ESPESOR (mm)	% HUMEDAD	DIAMETRO (mm)
C	51.0	7.1	16.1	19.17	30.24	130.0-135.0
		6.4	16.0	21.36		130.0-135.0
		6.2	15.3	20.37		145.0-150.0
		5.9	18.1	19.98		135.0-140.0
						135.0-130.0
						135.0-135.0
						140.0-140.0
C	53.0	5.0	16.0	20.49	30.49	150.0-135.0
		5.8	17.0	19.83		150.0-130.0
		6.0	15.1	20.19		135.0-140.0
		6.7	13.7	19.86		135.0-130.0
						135.0-125.0
						145.0-140.0
						145.0-150.0
C	56.6	4.6	15.3	18.03	30.51	140.0-145.0
		6.3	16.7	18.66		150.0-150.0
		6.4	14.7	17.83		150.0-145.0
		6.8	16.2	19.22		150.0-140.0
						140.0-140.0
						140.0-145.0
						145.0-160.0
C	59.4	6.8	14.7	14.37	31.07	150.0-145.0
		5.6	13.9	15.59		165.0-155.0
		6.1	13.8	15.69		165.0-160.0
		7.6	13.6	14.88		165.0-155.0
						165.0-150.0
						175.0-150.0
						170.0-155.0

PRUEBA 4

No. MUESTRA	% AGUA	ESPESOR (mm)	DIAMETRO (mm)	pH HARINA	pH TORTILLA
A1	51.0	18.94	155.0-135.0	6.2	6.7
			150.0-135.0		
		125.0-125.0			
		140.0-140.0			
		125.0-110.0			
		140.0-130.0			
		125.0-140.0			
		150.0-135.0			
		145.0-140.0			
		145.0-150.0			
		A1	55.0		
135.0-135.0					
145.0-130.0					
125.0-130.0					
145.0-150.0					
150.0-135.0					
145.0-155.0					
130.0-140.0					
140.0-135.0					
145.0-145.0					
A1	59.0			18.05	135.0-155.0
		125.0-130.0			
		155.0-145.0			
		135.0-140.0			
		140.0-135.0			
		140.0-150.0			
		150.0-130.0			
		150.0-135.0			
		160.0-155.0			
		150.0-135.0			
		A1	55.0	17.07	155.0-150.0
155.0-155.0					
150.0-150.0					
140.0-145.0					
135.0-145.0					
155.0-150.0					
140.0-135.0					
150.0-150.0					
155.0-155.0					
145.0-135.0					

GRUPO 4

No. MUESTRA	% AGUA	ESPESOR (mm)	DIAMETRO (mm)	pH HARINA	pH TORTILLA
A2	51.0	17.75	130.0-150.0	6.1	6.5
			135.0-150.0		
		19.54	145.0-145.0		
			135.0-140.0		
		145.0-150.0			
		130.0-145.0			
		150.0-160.0			
		155.0-145.0			
		140.0-125.0			
		150.0-160.0			
A2	55.0	18.18	145.0-150.0		
			150.0-140.0		
		17.70	155.0-135.0		
			150.0-145.0		
		140.0-145.0			
		140.0-140.0			
		150.0-165.0			
		150.0-160.0			
		155.0-155.0			
		160.0-155.0			
A2	59.0	15.11	150.0-155.0		
			155.0-150.0		
		15.67	140.0-135.0		
			150.0-145.0		
		155.0-160.0			
		150.0-155.0			
		150.0-160.0			
		145.0-140.0			
		165.0-150.0			
		145.0-170.0			
A2	63.0	12.59	170.0-160.0	6.1	6.7
			150.0-155.0		
		12.90	165.0-165.0		
			155.0-155.0		
		165.0-155.0			
		160.0-160.0			
		145.0-145.0			
		155.0-160.0			
		160.0-155.0			
		155.0-150.0			

PRUEBA 4

No. MUESTRA	% AGUA	ESPESOR (mm)	DIAMETRO (mm)	PH HARINA	PH TORTILLA
A3	51.0	18.79	155.0-144.0	6.1	6.9
			150.0-150.0		
		20.11	155.0-140.0		
			145.0-140.0		
		150.0-135.0			
		135.0-140.0			
		140.0-130.0			
		120.0-120.0			
		140.0-135.0			
		130.0-120.0			
		A3	55.0		
145.0-135.0					
18.16	135.0-130.0				
	155.0-150.0				
135.0-135.0					
155.0-145.0					
140.0-130.0					
135.0-140.0					
155.0-145.0					
135.0-140.0					
A3	59.0			14.52	165.0-150.0
		135.0-155.0			
		14.35	160.0-145.0		
			160.0-135.0		
		150.0-150.0			
		145.0-145.0			
		135.0-140.0			
		150.0-150.0			
		155.0-155.0			
		145.0-150.0			
		A3	63.0	13.08	150.0-150.0
160.0-155.0					
14.07	160.0-155.0				
	175.0-160.0				
170.0-155.0					
160.0-160.0					
160.0-160.0					
150.0-135.0					
160.0-145.0					
165.0-170.0					

PRUEBA 4

No. MUESTRA	% AGUA	ESPESOR (mm)	DIAMETRO (mm)	pH HARINA	pH TORTILLA
B1	51.0	16.45	160.0-150.0	6.1	6.6
			145.0-145.0		
		17.14	155.0-155.0		
			155.0-155.0		
		145.0-165.0			
		150.0-160.0			
		145.0-150.0			
		145.0-150.0			
		145.0-150.0			
		145.0-150.0			
		170.0-155.0			
B1	55.0	16.73	170.0-160.0		
			160.0-170.0		
		15.92	155.0-155.0		
			140.0-135.0		
		150.0-150.0			
		150.0-150.0			
		150.0-150.0			
		150.0-150.0			
		150.0-145.0			
		150.0-150.0			
		155.0-133.0			
B1	59.0	13.91	150.0-150.0		
			155.0-160.0		
		14.83	165.0-135.0		
			155.0-155.0		
		175.0-160.0			
		145.0-150.0			
		165.0-160.0			
		155.0-155.0			
		140.0-135.0			
		145.0-140.0			
		B1	63.0		
170.0-165.0					
12.90	150.0-140.0				
	160.0-160.0				
160.0-165.0					
160.0-165.0					
170.0-165.0					
153.0-150.0					
165.0-170.0					
170.0-175.0					
175.0-175.0					

PRUEBA 4

No. MUESTRA	% AGUA	ESPESOR (mm)	DIAMETRO (mm)	pH HARINA	pH TORTILLA
B2	51.0	18.41	140.0-120.0	6.1	6.5
			140.0-135.0		
		18.71	135.0-130.0		
		150.0-150.0			
		135.0-150.0			
		135.0-140.0			
		150.0-150.0			
		150.0-135.0			
		150.0-145.0			
		155.0-155.0			
B2	55.0	14.02	140.0-160.0		
			155.0-150.0		
		16.63	140.0-150.0		
		140.0-150.0			
		140.0-135.0			
		150.0-135.0			
		140.0-145.0			
		140.0-140.0			
		140.0-140.0			
		145.0-145.0			
B2	59.0	14.78	155.0-150.0		
			160.0-155.0		
		14.78	170.0-155.0		
		160.0-155.0			
		150.0-150.0			
		155.0-145.0			
		135.0-140.0			
		160.0-155.0			
		150.0-140.0			
		150.0-155.0			
B2	63.0	15.03	145.0-160.0	6.1	6.5
			150.0-145.0		
		14.30	145.0-145.0		
		160.0-150.0			
		165.0-165.0			
		145.0-145.0			
		150.0-155.0			
		155.0-150.0			
		150.0-150.0			
		160.0-155.0			

PRUEBA 4

No. MUESTRA	% AGUA	ESPESOR (mm).	DIAMETRO (mm)	pH HARINA	pH TORTILLA
C	51.0	18.74	135.0-145.0	6.2	7.1
			155.0-145.0		
		18.00	150.0-155.0		
			145.0-140.0		
		155.0-160.0			
		130.0-135.0			
		145.0-150.0			
		160.0-155.0			
		145.0-165.0			
		160.0-150.0			
C	53.8	17.39	140.0-140.0		
			150.0-135.0		
		17.55	150.0-155.0		
			145.0-130.0		
		130.0-140.0			
		150.0-145.0			
		160.0-160.0			
		160.0-160.0			
		160.0-155.0			
		130.0-145.0			
C	56.6	15.16	160.0-160.0		
			140.0-135.0		
		14.93	160.0-150.0		
			150.0-145.0		
		175.0-150.0			
		170.0-155.0			
		155.0-150.0			
		170.0-150.0			
		160.0-155.0			
		150.0-150.0			
C	59.4	14.57	155.0-155.0	6.2	7.1
			170.0-170.0		
		15.87	155.0-155.0		
			160.0-155.0		
		160.0-165.0			
		160.0-160.0			
		160.0-165.0			
		160.0-135.0			
		150.0-145.0			
		155.0-150.0			

A continuacion se muestran las tablas de resultados anteriores procedidas y con todos los datos de las pruebas:

RESULTADOS "PROMEDIADOR" DE TODAS LAS DETERMINACIONES DE LAS 4 PRUEBAS

PRUEBA 1

No. MUESTRA	A N A S A D O TIEMPO (min)	AGUA (ml)	TEMPERATURA CAMARA (°C)			TEMPERATURA MASA		P R O M E D I O				
			INICIAL	INTER- MEDIA	FINAL	INICIAL	FINAL	TIEMPO REPOSO (min)	COMPRESION (mm)	PENE- TRACION (mm)	ESPESOR (mm)	S MUEBDA
A 1	3'30"	500.0	61	52	55	21	33	33'	4.19	14.60	17.54	30.07
A 2	3'30"	500.0	54	57	57	18	34	30'	4.71	14.26	16.65	29.78
A 3	3'30"	500.0	54	57	57	17	34	30'	4.16	14.00	19.37	30.37
B 1	3'30"	500.0	54	57	57	18	32	30'	3.80	13.87	19.01	30.47
B 2	3'30"	500.0	61	52	55	22.5	32	33'	4.54	15.52	18.38	29.79
C	4'30"	500.0	61	52	55	37	34	33'	4.64	14.26	17.38	27.99

OBSERVACIONES PRUEBA 1:

No. MUESTRA	OBSERVACIONES
A 1	Masa ligeramente color crema
A 2	Masa de color muy oscura
A 3	Masa de color más clara que la anterior
B 1	Masa de color igual que A 3
B 2	Masa más oscura que la muestra A 2, es muy dura y por lo tanto necesita más agua.
C	Masa de color muy blanca. Se le agrego la misma cantidad de agua y dio buenos resultados.

PRUEBA 2

No. PRUEBA	ANCLASADO TIEMPO (min)	AGUA (ml)	TEMPERATURA REPOSO (°C)			TEMPERATURA MIDA (°C)			TIEMPO REPOSO (min)	COMPRESION (mm)	PROMEDIO			FLEXI- METRO BILIBRO (mm)	DIA- METRO (mm)
			INICIAL	INTER- MEDIA	FINAL	INICIAL	FINAL	FGAE- TRACCION (mm)			ESPEGR (mm)	Z MUEBRO			
11 A 1	5'30"	510	57	69	62	18	32	30"	5.67	14.77	18.01	30.20	5.89	145.00	
21 A 1	16'00"	510	57	69	62	19	30	30"	5.86	14.54	17.18	30.03	6.70	145.00	
21 A 2	5'30"	510	79	80	80	19	37	24"	3.66	14.35	18.71	28.88	6.58	138.50	
21 A 2	20'00"	510	79	80	80	20	35	25"	4.47	14.34	21.30	29.71	6.76	139.00	
11 A 3	5'30"	510	55	69	70	19	42	29'45"	3.70	13.00	17.22	29.72	4.02	168.90	
21 A 3	16'00"	510	55	69	70	20	35	29'45"	3.91	13.28	17.52	30.56	5.04	143.90	
11 B 1	5'30"	510	79	80	80	18	35	24"	5.14	15.17	17.58	29.11	6.36	136.40	
21 B 1	16'00"	510	79	80	80	19	39	24"	5.04	14.85	17.85	29.70	7.83	168.00	
11 B 2	5'30"	510	55	69	70	20	41	29'45"	3.78	14.08	17.59	29.62	2.58	151.68	
21 B 2	16'00"	510	55	69	70	19	36	29'45"	4.87	14.11	17.65	29.90	5.80	163.40	
11 C	4'30"	510	63	63	62	19	37	27"	6.80	14.53	16.88	27.76	4.58	144.90	
21 C	8'00"	500	63	63	62	20	37	27"	5.59	14.35	15.42	27.38	5.04	148.50	

PRUEBA 2

No.
MUESTRA

O B S E R V A C I O N E S

TODAS

Se aumentó la cantidad de agua ya que en la prueba 1 se vio que necesitaban un poco más para el amasado.

1) A 2

La masa tuvo una consistencia dura lo que indica que tiene una mayor resistencia al amasado.

2) A 3

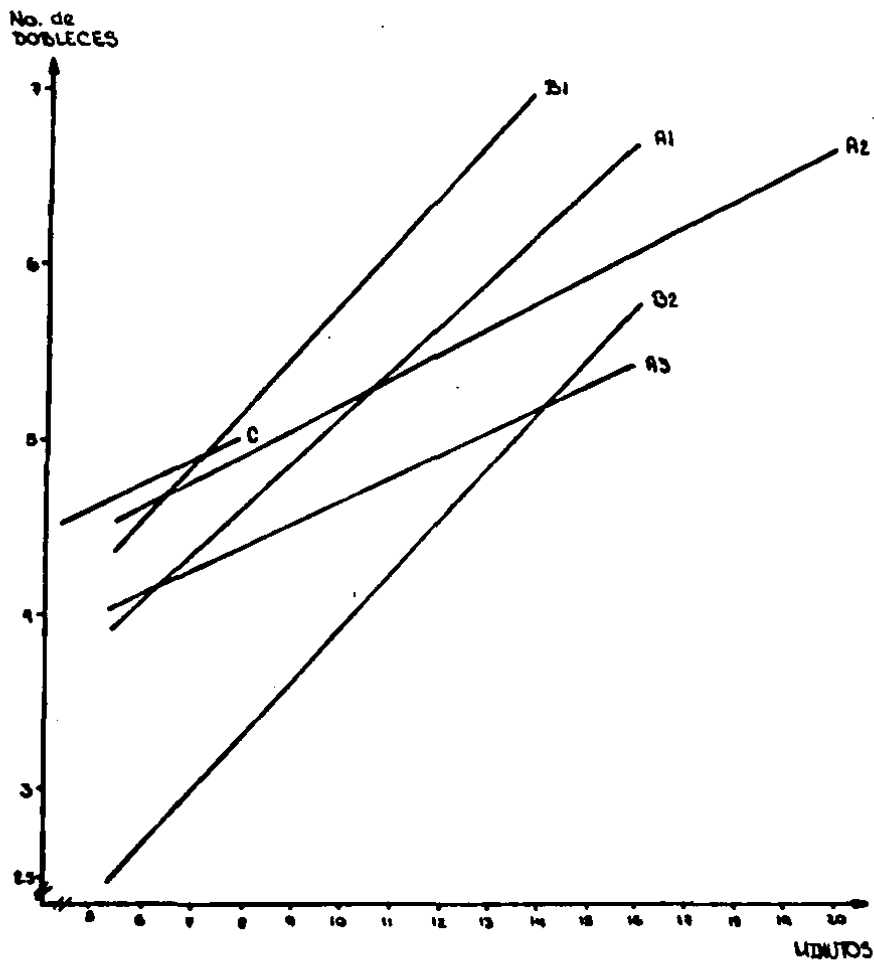
Al determinarle flexibilidad mostraron las tortillas una separación de la película delgada, lo cual puede ser debido a que haya una mayor flexibilidad.

1) y 2) B1

La masa tuvo una consistencia muy pegajosa.

1) y 2) C

Tanto la masa como las tortillas fueron muy blancas, grandes y muy delgadas.



" GRAFICA 1 "

GANANCIA DE LA FLEXIBILIDAD EN FUNCION
DEL TIEMPO DE AMASADO

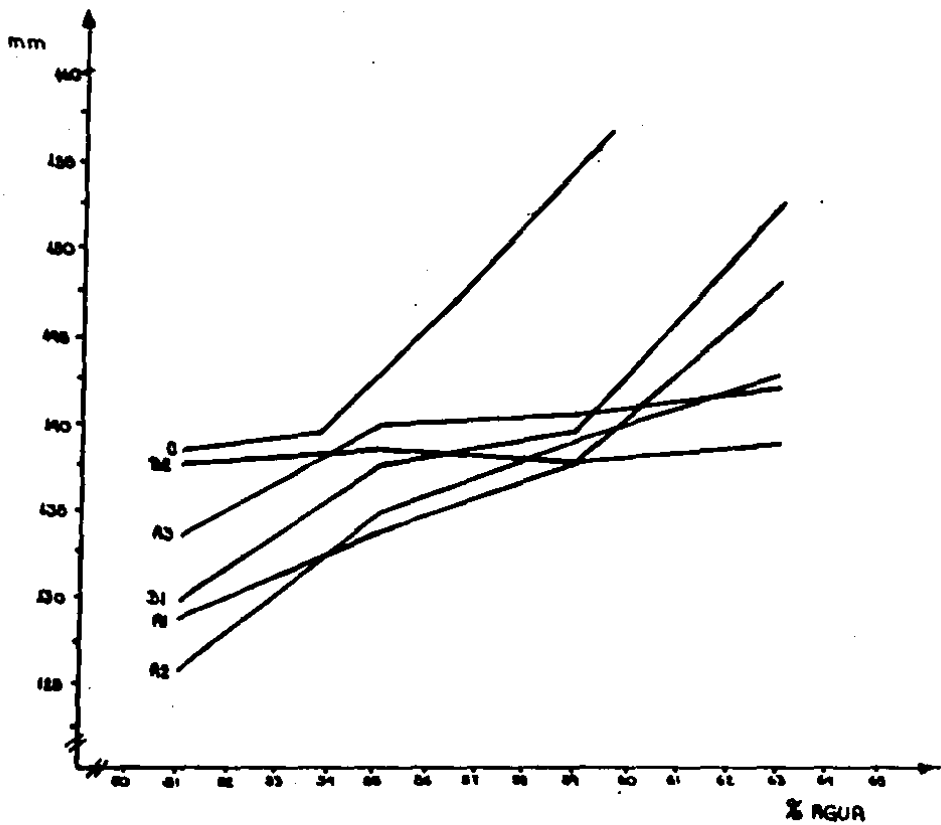
PRUEBA 3

No. MUESTRA	AGUA (l)	AGUA (ml)	TEMP. AGUA °C	TIEMPO AMASADO (min)	TIEMPO DEPOSITO (min)	TEMPERATU RA F (MIL RASA (°C)	P R O B E S I O				Z
							ØIA NETRO (mm)	COMPRESION (mm)	PENE TRACION (mm)	ESPESOR (mm)	
A1	51	127.50	60	3'	30'	22	128.0	5.06	15.50	22.35	30.41
A1	55	137.50	60	3'	30'	23	133.3	4.82	15.57	20.04	31.64
A1	99	147.50	60	3'	30'	22	137.5	5.27	16.32	18.49	32.32
A1	63	157.50	60	3'	30'	22	147.5	4.55	14.77	15.52	32.90
A2	51	127.50	60	3'	30'	25	125.5	4.32	14.12	22.73	31.60
A2	58	137.50	60	3'	30'	23	134.5	4.97	15.63	20.34	32.04
A2	99	147.50	60	3'	30'	25	138.7	5.10	16.60	18.99	33.30
A2	63	157.50	60	3'	30'	25	142.5	4.50	15.27	17.09	33.16
A3	51	127.50	60	3'	30'	25	133.0	4.97	15.45	21.99	30.72
A3	58	137.50	60	3'	30'	26	139.5	5.27	16.82	19.55	32.38
A3	99	147.50	60	3'	30'	25	140.2	5.45	15.97	18.69	33.55
A3	63	157.50	60	3'	30'	27	142.0	5.52	16.02	16.84	33.65
B1	51	127.50	60	3'	30'	23	129.5	5.70	16.72	23.87	31.19
B1	55	137.50	60	3'	30'	22	137.2	5.50	16.97	20.27	31.34
B1	99	147.50	60	3'	30'	22	139.2	4.87	16.20	19.98	31.67
B1	63	157.50	60	3'	30'	23	152.0	4.75	15.47	15.11	31.90
B2	51	127.50	60	3'	30'	23	137.2	5.15	14.75	21.25	31.35
B2	55	137.50	60	3'	30'	23	138.2	5.50	15.72	19.76	30.57
B2	99	147.50	60	3'	30'	24	137.5	5.25	15.47	19.19	32.80
B2	63	157.50	60	3'	30'	26	138.7	5.75	16.50	17.08	33.09
C	51	127.50	60	3'	30'	26	138.0	6.45	16.37	20.22	30.24
C	53.8	134.50	60	3'	30'	26	139.2	5.87	15.45	20.09	30.49
C	56.6	141.50	60	3'	30'	25	144.7	6.57	15.72	18.39	30.51
C	99.4	148.50	60	3'	30'	26	155.7	6.45	14.00	15.13	31.07

PRUEBA 3

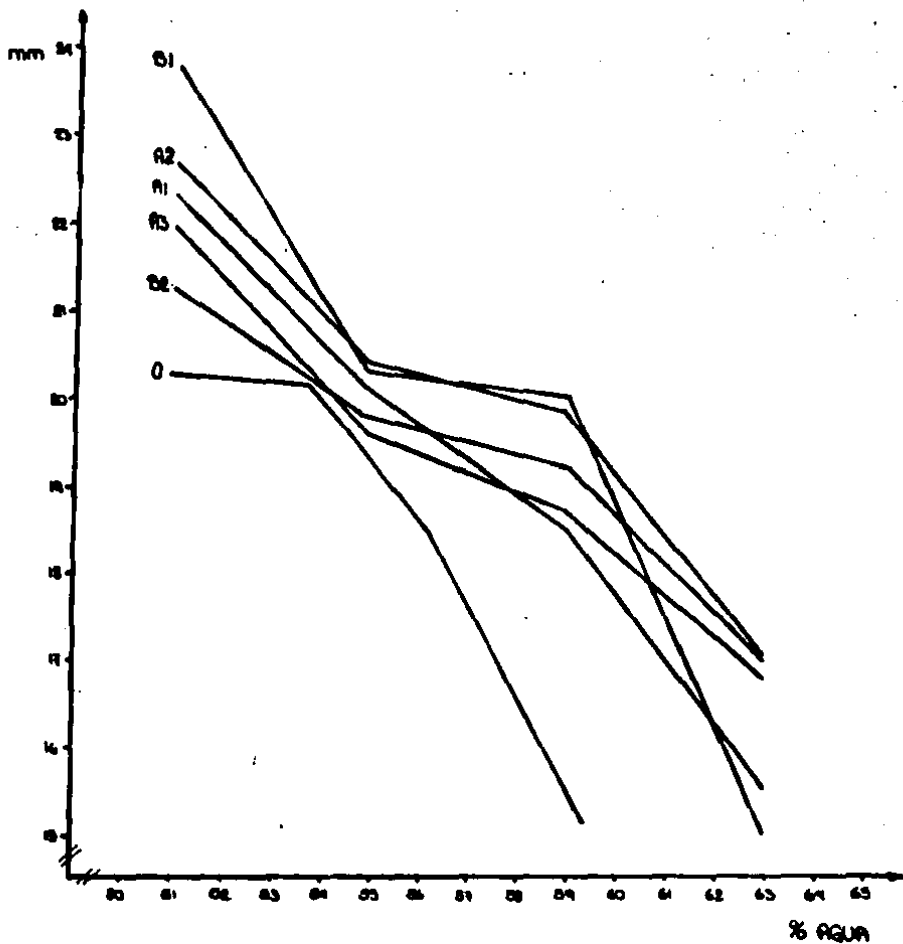
No. MUESTRA	% AGUA	OBSERVACIONES
A1	51	Las tortillas presentan bordes rugosos y la piel muy arrugada.
A1	55	Casi todo el borde es normal al igual que la piel
A1	59	Las tortillas tuvieron una textura normal.
A1	63	Las tortillas son delgadas, con una textura normal y con una mayor tendencia a doblarse y a inflarse en el horno.
A2	51	Orillas rugosas, muy pequeñas y oscuras todas las tortillas.
A2	55	Orilla de las tortillas menos rugosa, muy oscuras y un poco más grandes que las anteriores. Son muy gruesas y por lo tanto tienen manchas transparentes o sea están crudas.
A2	59	Tortillas muy oscuras, poco más grandes que las anteriores y menos gruesas.
A2	63	Tortillas oscuras un poco más grandes que la anteriores.
B1	51, 55 59, 63	Tortillas muy oscuras, todas con orilla rugosa, reseca y muy gruesas. Disminuye el grosor ligeramente conforme aumenta el contenido de agua.
B2	51, 55 59, 63	Masa muy pegajosa al batirla.

NOTA: Se les llama Normal a todas las características con que se ven las muestras patrón.



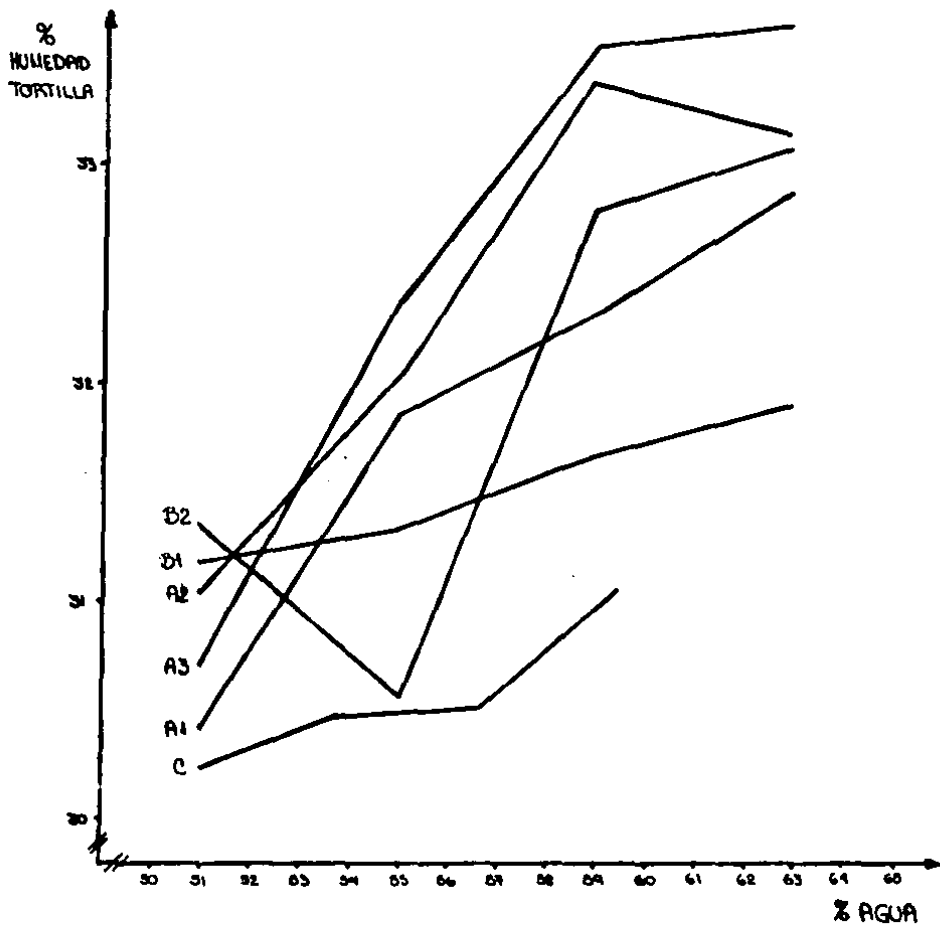
" GRAFICA 2 "

GANANCIA DEL DIAMETRO EN FUNCION DE LA ABSORCION DE AGUA



" GRAFICA 3 "

PERDIDA DEL ESPESOR EN FUNCION DE LA
ABSORCION DE AGUA



" GRAFICA 4 "

% DE HUMEDAD CONTRA ABSORCION DE AGUA

PRUEBA 4

[----- promedio -----]

No. MUESTRA	% AGUA	ml AGUA	DIAMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	pH HARINA	pH TORTILLA
A1	51.0	127.5	139.00	19.05	6.0	6.7
A1	55.0	137.5	142.70	18.22		
A1	59.0	147.5	144.50	17.51		
A1	63.0	157.5	167.50	14.52		
A2	51.0	127.5	144.25	18.14	6.1	6.6
A2	55.0	137.5	149.25	17.94		
A2	59.0	147.5	151.25	15.39		
A2	63.0	157.5	157.00	12.75		
A3	51.0	127.5	138.50	19.45	6.1	6.9
A3	55.0	137.5	141.00	18.71		
A3	59.0	147.5	150.70	14.43		
A3	63.0	157.5	157.75	13.57		
B1	51.0	127.5	152.50	16.79	6.1	6.6
B1	55.0	137.5	152.50	16.33		
B1	59.0	147.5	154.50	14.37		
B1	63.0	157.5	162.70	13.28		
B2	51.0	127.5	143.50	18.56	6.1	6.5
B2	55.0	137.5	145.00	16.33		
B2	59.0	147.5	152.25	14.88		
B2	63.0	157.5	153.25	14.65		
C	51.0	127.5	149.00	18.36	6.2	7.1
C	53.8	134.5	147.00	17.47		
C	56.6	141.5	154.50	15.04		
C	59.4	148.5	158.00	15.21		

PRUEBA 4

No. MUESTRA	%	O B S E R V A C I O N E S
A1	51	Tortillas no muy redondas (ovaladas ligeramente) con orilla un poco rugosa.
A1	55	Orilla de las tortillas lisas (normal), con manchas transparentes.
A1	59	Tortillas de tamaño variable, hay algunas grandes y otras pequeñas.
A1	63	La masa totalmente pegada al recipiente de amasado. Tortillas grandes.
A1	63	La masa totalmente pegada al recipiente de tortillas normales y grandes.
A2	51	Masa muy oscura. Tortillas igual de oscuras, no son redondas, con bordes rugosos y lisos, muy gruesas y duras además de resacas.
A2	55	Tortillas más delgadas, bordes más lisos y más redondas.
A2	59	Tortillas más delgadas con bordes más lisos y más redondas y grandes.
A2	63	Tortillas más grandes y delgadas se ven más tersas y suaves. La masa se pegó menos en el recipiente de batido que la muestra A1 con 63 % de agua.
A3	51	Masa clara. Tortillas blancas, gruesas con bordes lisos.
A3	55	Tortillas menos gruesas que las anteriores, blancas y con bordes lisos.
A3	59	Son más delgadas las tortillas que las anteriores, bordes lisos.
A3	63	Masa pegada en el recipiente de batido. Tortillas más delgadas con bordes lisos.

PRUEBA 4

No. MUESTRA	% AGUA	OBSERVACIONES
B1	51	Masa clara amarillenta. Tortillas delgadas, chicas y grandes.
B1	55	Tortillas con piel arrugada.
B1	59	Masa aguada amarillenta. Tortillas con piel arrugada.
B1	63	Masa ligeramente más aguada que la anterior. Tortillas con menos piel arrugada y más delgadas y grandes.
B2	51	Masa poco oscura. Tortillas oscuras con zonas translúcidas y gruesas.
B2	55	Tortillas gruesas con zonas translúcidas.
B2	59	Tortillas menos gruesas y con zonas translúcidas.
B2	63	Tortillas muy delgadas, con zonas translúcidas, grandes con borde liso, además de que son más delgadas de las orillas.
C	51	Masa muy blanca. Tortillas blancas con orilla rugosa, un poco gruesas, sin forma en las orillas, piel arrugada. Tortillas sin forma.
C	53.8	Tortillas más malformadas de la orilla que las anteriores, son más chicas.
C	56.6	Tortillas con la orilla menos rugosa y más grandes.
C	59.4	Masa pegajosa. Tortillas con orillas y poco menos rugosa que las anteriores y más grandes y malformadas.

4.3 RESULTADOS DEL ANALISIS SENSORIAL

- PRUEBA TRIANGULAR

13 jueces evaluaron lo siguiente:

Juego 1: Tortilla de harina panadera vs Tortilla de harina galletera.

Juego 2: Tortilla de harina panadera vs Tortilla de harina de triticale.

Juego 3: Tortilla de harina galletera vs Tortilla de harina de triticale.

	Juego 1	Juego 2	Juego 3
ACIERTOS	6	8	6
NO ACIERTOS	7	5	7

Estos resultados nos dicen que en el juego 1 y 3 no hay diferencia entre los tipos de tortillas, y en el juego 2 sí hay diferencia entre las tortillas. Esto se evaluó según la tabla estadística triangular en donde el número mínimo de aciertos para establecer diferencia es de 5, en el caso de 13 jueces (40,36).

Por lo tanto lo que nos indica esta prueba triangular es que los jueces detectan una diferencia entre la harina panadera y la de triticale.

-PRUEBA DE PREFERENCIA

Los juegos utilizados en esta prueba consistieron en lo mismo. Y se evaluaron con la tabla estadística de preferencia de acuerdo al número de jueces.

a) Preferencia por sabor y aroma.

Juego 1

(Número mínimo para establecer diferencia es de 10).

8 Jueces, prefirieron tortillas de harina panadera.

4 Jueces, prefirieron tortillas de harina galletera.

1 Juez, sin preferencia.

Juego 2

(Número mínimo para establecer diferencia es de 10)

- 5 Jueces, prefirieron tortillas de harina panadera.
- 3 Jueces, prefirieron tortillas de harina triticale.
- 2 Jueces, sin preferencia.

Juego 3

(Número mínimo para establecer diferencia es de 11)

- 5 Jueces, prefirieron tortillas de harina galletera.
- 7 Jueces, prefirieron tortillas de harina de triticale.

Por lo tanto no hay diferencia significativa en ninguno de los tres juegos.

b) Preferencia por textura y consistencia.

Juego 1

(Número mínimo para establecer diferencia es de 10)

- 5 prefirieron tortillas de harina panadera.
- 5 prefirieron tortillas de harina galletera.
- 2 sin preferencia.

Juego 2

(Número mínimo para establecer diferencia es de 8)

- 5 prefirieron tortillas de harina panadera.
- 4 prefirieron tortillas de harina triticale.
- 4 sin preferencia.

Juego 3

(Número mínimo para establecer diferencia es de 10)

- 5 prefirieron tortillas de harina galletera.
- 6 prefirieron tortillas de harina triticale.
- 2 sin preferencia.

Por lo tanto no hay diferencia significativa en ninguno de los 3 juegos.

4.4 ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS TORTILLAS DE HARINA.

TORTILLA DE HARINA DE:	% HUMEDAD	% PROTEINA	% GRASA	% CENIZAS	% FIBRA CRUDA
TRIGO (A1)	4.6713 4.6101	8.7639 8.7400	13.2188 13.1970	3.0745 3.2997	0.0044 0.0045
media	4.6407	8.7519	13.2079	3.1871	0.00445
TRITICALE (C)	3.3625 3.4983	8.8267 8.6454	14.4317 14.5011	3.1114 3.2166	0.0049 0.0050
media	3.4254	8.7360	14.4664	3.1640	0.0049

NOTA: Las tortillas utilizadas para este analisis se secaron para bajar el contenido de humedad y evitar que se deterioraran en lo que se realizaban las pruebas. Ademas se molio la muestra para homogenizarla y se guardó en un frasco de vidrio bien cerrado.

Las pruebas se determinaron por duplicado para una mayor seguridad de los resultados y se zaco una media.

Para estos analisis se utilizaron las harinas : A1 y C.

Se escogieron estas harinas al azar, ya que estos analisis son solo para comparar bromatologica y caloricamente al trigo y al triticale.

4.5 VALOR CALORICO DE LAS TORTILLAS DE HARINA

-BASE SECA

IRI90:

Proteinas: 4 X 8.75 = 35.00
 Grasas: 9 X 13.20 = 118.87
 Carbohidratos: $100 - (4.64 + 8.75 + 13.20 + 3.18 + 0.00445) = 70.20$
 4 X 70.20 = 280.83

Valor calórico, en base seca = 434.70 Kcal/gr

IBIICALE:

Proteínas	4 x 8.73	= 34.94
Grasas	9 x 14.46	= 130.19
Carbohidratos	100 - (3.42 + 8.73 + 14.46 + 3.16 + 0.0049)	= 70.20
	4 x 70.20	= 277.44

Valor Calórico, en base seca = 442.57 Kcal/gr

-BASE HUMEDA**IBIQQ:**

La humedad de la tortilla es de aproximadamente 30.07% (según prueba 1 y 2).

Proteína	4 x 8.75	= 35.00
Grasa	9 x 13.20	= 118.87
Carbohidratos	100 - (30.07 + 8.75 + 13.20 + 3.18 + 0.0045)	= 44.84
	4 x 44.84	= 179.39

Valor calórico, en base húmeda = 333.27 Kcal/gr

IBIICALE:

La humedad de la tortilla es de aproximadamente 27.5 % (según Prueba 1 y 2).

Proteína	4 x 8.73	= 34.94
Grasa	9 x 14.46	= 130.19
Carbohidratos	100 - (27.5 + 8.73 + 14.46 + 3.16 + 0.0049)	= 46.12
	4 x 46.12	= 184.51

Valor calórico, en base húmeda = 349.65 kcal/gr.

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS

Un punto que hay que destacar es que no existen bibliografías de pruebas confiables y objetivas para evaluar la textura de la tortilla de harina e diferencia de otros alimentos donde se cuenta con aparatos especiales o texturómetros para este fin. Por lo que existió la necesidad de desarrollar técnicas que permitieran esta evaluación. Algunas técnicas que aquí se utilizan no tienen una bibliografía específica, pero tienen un grado de confiabilidad alto.

Por otro lado se encontró un problema en cuanto a la calidad de las harinas ya que desafortunadamente para los molinos es muy difícil obtener la variedad adecuada de trigo para fabricar harina que satisfaga las demandas del mercado, ya que hay muchas diferencias geográficas entre las regiones donde se cultivan las diferentes variedades. Y esto repercute en el producto terminado ya que no se obtiene éste con las características deseadas.

Al no contar los molinos con los trigos adecuados hace que estos dependan de otros factores como son procesos y aditivos para asegurar en su harina la calidad necesaria. Esto ocasiona que al llevar las técnicas a cabo, algunas veces se vean modificadas por los aditivos (blanqueadores, oxidantes, etc), ya que se alteran las gráficas del alveograma por ejemplo.

Además según el estudio denominado "La harina de trigo en México: su calidad" del Dr. Carbajal, nos podemos dar cuenta de que en México hay un bajo porcentaje de harinas extrafinas o altas patentes. Esto puede ser debido a la demanda del mercado, por lo que se hace necesaria la compra de harinas de menor calidad para poder seguir produciendo tortillas para el consumidor.

Ahora bien, casi toda la información recolectada para este trabajo es para panificación, lo cual "NO" nos proporciona mucha información acerca de las tortillas de harina. Por ejemplo el alveograma da mucha información en panificación pero la tortilla no es pan sino un producto medio cocido por lo que no nos proporciona mucha información al respecto.

Otro aspecto importante es el cocimiento de la tortilla. El grado de cocimiento que se utilizó fue lo más uniforme posible, teniendo en cuenta que la máquina tortilladora tuviera un comportamiento correcto y constante.

Para entender los resultados es muy importante lo siguiente:

- 1) La esponjosidad es la medida de compresión de una pila de 10 discos de tortillas entre 2 placas bajo un peso y tiempo constante. Se expresa en mm.

- 2) La suavidad es la medida obtenida de la penetración de la punta del cono del penetrometro en la pila de 10 discos de tortillas. Se expresa en mm.
- 3) El espesor es el grosor que tiene la tortilla recién hecha. Se expresa en mm.
- 4) La humedad es la pérdida de peso al secado expresado en %.
- 5) Las cenizas es el residuo de minerales o material inorgánico expresado en %.
- 6) La flexibilidad expresa el promedio del número de tacos (enrollamientos) de cada una de las tortillas. Esta prueba se expresa adimensionalmente como número de dobleses.
- 7) El color de la tortilla varía dependiendo al % de cenizas que tenga la harina, ya que a mayor % de cenizas será más oscura la tortilla.

Así bien la compresión mide la esponjosidad y la penetración y está relacionada con la suavidad de la tortilla, ambas mediciones dependen del grado de cocimiento y del espesor de la tortilla.

El espesor depende de la presión, del aplastón de la placa o plancha de teflon caliente sobre el testal. Por lo tanto a mayor grosor mayor suavidad de la tortilla.

Estos parámetros solo son validos en tortillas frescas (recién fabricadas) ya que al dejarlas envejecer o tomar estas mediciones para un día despues, sufrirían variaciones significativas.

El espesor y la penetración se ven muy afectadas a medida que el producto envejece ya que se torna dura.

La humedad final de la tortilla depende de la cantidad de agua añadida al amasado. Sin embargo durante el proceso existen variaciones, sobre todo en el cocimiento que modifican el contenido de humedad final.

Con respecto a las cenizas al haber mayor contenido de estas en una harina, la masa toma un color oscuro, al igual que la tortilla. Pero si el % de cenizas es bajo da una harina blanca o clara. Esto es debido a que cuando hay un contenido de cenizas alto hay mayor cantidad de minerales, los cuales provienen de la cascarrilla del grano (salvador).

El alto % de cenizas altera las características del producto terminado en el aspecto físico.

Entonces para poder analizar los resultados se establecieron los siguientes parámetros:

para que haya una diferencia numerica en base a una escala (según la experiencia de la empresa) de una muestra a otra debe haber una diferencia de valores superior a:

- 1.0 mm en la determinación de compresión
- 0.8 mm en la determinación de penetración
- 1.0 mm en la determinación de espesor
- 0.5 mm en la determinación de diámetro

Con respecto al color, la variación de este es la siguiente:

- Tortillas blancas ó claras (normales). (color marfil).
- Tortillas claras amarillentas (color amarillo paja).
- Tortillas oscuras (color pergamino).
- Tortillas muy oscuras (color champaña).

Para estos colores se tomo como referencia el muestrario de pinturas VinEco.

Al referirse los resultados a piel arrugada, se da a entender que la superficie de la tortilla no es lisa.

También se hace mención de orillas o bordes lisos o rugosos. Lo que quiere decir que la orilla de la tortilla está totalmente delineada o bien es ondulada.

También se puede hacer notar con mucho énfasis en este trabajo que el estudio se realizó al mismo tiempo que la operación rutinaria de la industria por lo que hay un leve grado de variación por fallas de un estricto control, lo que provoca una variación mínima en los resultados obtenidos. Por esta razón estas técnicas están diseñadas para obtener un promedio con lo cual se reducen las variaciones que puedan existir en los resultados.

-ANÁLISIS FARINOLÓGICO

Al analizar los resultados obtenidos del análisis farinológico nos damos cuenta de que:

La muestra A1 es una harina medio fuerte con un gluten tenaz, lo cual nos indica que es una harina dura. Tiene un % de proteína ligeramente bajo pero dentro de lo establecido (9.5-14.0%). Además de que tiene un % de cenizas bajo dentro de lo establecido (0.4-0.75%), lo que produce una harina clara (blanca). El contenido de humedad es ligeramente alto (14.0 + / - 0.5).

La muestra A2 es una harina con un gluten medio fuerte y tenaz. Con un % de proteína dentro de lo establecido y con un % de cenizas ligeramente fuera de la normal por lo que produce una harina muy oscura, lo quiere decir que tiene un alto contenido de salvado, que es en donde se encuentra el mayor contenido de minerales. El contenido de humedad entra en lo establecido.

La muestra A3 es una harina con un gluten medio fuerte y tenaz, con un contenido de cenizas normal y un % de proteína ligeramente bajo pero dentro de lo establecido. Su contenido de humedad es normal.

La muestra B1 tiene un % tanto de proteína como de cenizas dentro de lo establecido, con un gluten medio fuerte y extensible. Con un porcentaje de proteína, cenizas y humedad dentro de lo establecido.

La muestra B2 tiene un gluten débil y extensible, lo que nos indica que es una harina suave. El % de proteína y humedad está dentro de lo establecido pero el % de cenizas es muy alto lo que ocasiona una harina muy oscura mucho más que la muestra A2.

La muestra C que es el triticale, tiene un gluten débil y tenaz. Es una harina muy blanca por que tuvo una molienda en el laboratorio por lo tanto es una harina con un proceso muy cuidadoso. Por lo tanto, bajo estas condiciones obviamente tuvo un % de cenizas muy bajo (es el más bajo de todos). El análisis de proteína muestra una cantidad normal de esta, y el de humedad es ligeramente bajo comparado con las otras muestras.

-ELABORACION DE LAS TORTILLAS DE HARINA

-En la prueba 1 se determinó lo siguientes:

En esta prueba se determinó el tiempo de amasado óptimo o sea antes de que el gluten esté en su desarrollo óptimo para evitar que se pegue la masa en el equipo.

Las harinas de trigo tardaron 5'30" en llegar a este punto y la de triticale 4'30". Esta tardó menos ya que tiene un gluten débil.

La determinación de humedad está dentro de los límites establecidos que es de 29-31 % de humedad.

En la compresión no hubo diferencia significativa entre las muestras.

En donde si hubo una diferencia significativa entre las muestras es en la harina B2 y C. Las cuales muestran una suavidad más alta que las demás.

Las muestras A3, B1, B2 y C muestran un espesor mucho más elevado que las muestras A1 y A2. Lo que quiere decir que son más gruesas que las últimas.

-Los resultados de la prueba 2 indican lo siguientes:

Los resultados de compresión que se determinaron a cada una de las muestras revelan que al aumentar el tiempo de amasado variaron ligeramente los datos pero no significativamente (según la tabla de diferencia de valores, pag. 125), menos en la muestra B2 donde hubo una diferencia de 1 mm entre los dos tiempos de amasado.

Al analizar las 6 muestras por separado los resultados muestran diferencias significativas muy altas en las muestras A1, B1, B2 y C, lo cual quiere decir que son mucho más esponjosas que las otras.

Al variar el tiempo de amasado ninguna de las muestras tuvo variación en la determinación de penetración significativa.

Pero al comparariás entre sí la muestra A2 y B1 son las que mayor suavidad tienen.

En cuanto al espesor de las tortillas en la mayoría de las muestras (A1, A2, A3 y C) hubo un espesor mayor al variar el tiempo de amasado.

La humedad de las tortillas está dentro de lo establecido.

También se puede notar que al llevar al gluten a su máximo desarrollo la flexibilidad aumenta considerablemente, lo cual es un punto muy importante. (Gráfica No. 1).

Con respecto al diámetro se observa que al aumentar el tiempo de amasado aumenta el diámetro. Las muestras B1, B2 y C son las que mayor variación tienen. (Gráfica No. 2).

- La prueba 3 nos indica lo siguiente:

Se observa que el diámetro aumenta conforme aumenta la absorción de agua en todas las harinas.

En cuanto al espesor, este disminuye conforme aumenta la absorción de agua. Esta determinación está directamente relacionada con la absorción de agua en estas harinas. Las tortillas más gruesas presentan mayor resistencia al cocimiento y por lo tanto tienen mayor cantidad de manchas transparentes (zonas crudas).

La variación de espesores está dada en estas tortillas por la resistencia del testal al aplacón de la placa de teflón de la máquina tortilladora.

Haciendo un promedio de todos los espesores de las muestras de trigo y un promedio de los de triticale se puede ver que el espesor del triticale es ligeramente menor que los espesores de las tortillas de trigo. Esto puede ser debido a que se triticale tiene menor contenido de proteína, menor fuerza y menor contenido de gluten que el trigo. O bien a que los aditivos que le agregan a las harinas en los molinos hayan variado la tendencia de las mases que se utilizaron en este trabajo igualandolas casi en su totalidad. U también puede ser el tiempo o tipo de amasado y reposo que se les dio, eliminando así las diferencias entre ellas dando una textura igual.

En general se observa que al aumentar a 63 % el agua, las mases tienden a pegarse en las aces y en el recipiente de la amasadora. Ya que para las muestras de harinas utilizadas aquí tal vez sea una absorción de agua muy grande. Se puede ver con estos estudios que el triticale tiene baja absorción de agua y tiempos cortos de amasado (es poco estable al sobreamasado) ya que este tiene un contenido menor de gluten que el trigo.

La compresión y la penetración no detectan ninguna diferencia en las harinas que usamos, lo cual no quiere decir que no tengan la misma textura las tortillas. De esto se puede concluir que la textura aparentemente no se modifica al aumentar el agua.

En la prueba 4 se corroboraron los resultados obtenidos en la prueba 3 ya que es un duplicado de algunas de las determinaciones que se realizaron en esa prueba.

Aquí se demuestra por segunda vez que el diámetro aumenta al aumentar el agua, y que el espesor disminuye al aumentar el agua. Con lo que deducimos que a mayor diámetro menor espesor.

Ahora bien con respecto al pH que se les determinó a las tortillas nos podemos dar cuenta que este es mayor que el de las harinas. Esto puede ser debido a la resultante de los pH parciales de los ingredientes (harina, polvo de hornear, etc).

-ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Se observa que el contenido de proteína no varía nada en la harina de trigo y en la tortilla de harina de trigo. Pero en la tortilla de triticale el % de proteína es mayor que en la harina de este mismo cereal.

La cantidad de cenizas no varió notablemente de la harina de trigo y triticale a las del producto terminado.

No tienen un alto contenido de grasa las tortillas tanto de trigo como de triticale. Y con respecto al contenido de fibra cruda el valor de este es relativamente bajo.

El % de humedad se bajó para poder almacenar la muestra del producto terminado, para evitar descomposición o variación de algún otro factor.

-VALOR CALÓRICO DE LAS TORTILLAS

Este dato se obtuvo tanto en base seca como en base húmeda para obtener un valor teórico, el cual nos indica que aporta un alto contenido de calorías.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

En general se puede concluir lo siguiente:

-La compresión y la penetración no detectan ninguna diferencia al aumentar la absorción de agua, lo cual no quiere decir que no tenga la misma textura la tortilla. Por lo tanto la textura aparentemente no se modifica con la absorción de agua en nuestras harinas.

-La ganancia de la flexibilidad en función del tiempo de amasado es una variable muy importante. Se puede ver que a mayor tiempo de amasado (sin salirse del tiempo óptimo en el mixógrafo) mayor flexibilidad. Esta variable aumenta considerablemente con respecto al tiempo de amasado, porque se le está dando mayor trabajo al gluten por medio del amasado y por lo tanto éste se hace más elástico. Pero este tiempo de amasado no debe ser mayor que el que la masa aguante (tiempo óptimo de amasado) ya que de lo contrario se vuelve una masa chiclosa debido a que se rompe la estructura del gluten.

-El espesor está directamente relacionado con la absorción de agua. A mayor absorción de agua menor espesor.

- El diámetro es directamente proporcional a la absorción de agua. A mayor absorción de agua mayor diámetro. Esto es debido a que el aumento de agua afloja la masa y la vuelve más maquinable. Por lo que se puede concluir de estos dos últimos puntos que:

El diámetro es inversamente proporcional al espesor.
A mayor diámetro menor espesor.

- La humedad de la tortilla aumenta cuando es mayor el contenido de agua en la masa.

A mayor absorción de agua mayor humedad.

Por lo tanto a mayor absorción de agua mayor humedad, mayor diámetro y menor espesor.

- El análisis sensorial no detectó ninguna diferencia ni ninguna preferencia por alguno de los dos tipos de trigo y del triticale por los panelistas.

En resumen, con respecto a los cereales se puede concluir que la variable tipo de harina no modifica las características de la típica tortilla de harina que conocemos. Lo mismo da que sea una harina fuerte o débil, o de trigo o triticale.

Las únicas diferencias significativas que se observaron en este trabajo son:

-El tiempo de amasado del triticale, es notablemente menor que el de los trigos. Lo cual quiere decir que hay un menor tiempo de mezclado y de reposo en el proceso de elaboración de tortillas industrialmente. Esto es debido a que el triticale tiene un gluten débil y en menor cantidad que el trigo, por lo tanto requiere de un tiempo de amasado menor. Se puede ver en los resultados que el triticale utiliza la mitad del tiempo de máximo amasado que los trigos.

- El diámetro de la tortilla de triticale es mayor y el espesor es menor que las de trigo, esto es debido a que el gluten del triticale es más débil que el de los trigos.

- El color de las de triticale son muy blancas y las de trigo son más oscuras. Además entre las de trigo varía mucho el color debido al porcentaje tan alto de cenizas en algunas harinas. Entre más alto el contenido de cenizas es más oscura la harina y por consiguiente la tortilla. Por lo tanto es importante el color pero no es básico, ya que la coloración es según el contenido de cenizas.

Si los molinos de trigo tuvieran cuidado al seleccionar los trigos y las clases de harinas, tendrían en gran parte asegurada la calidad de su harina. Pero desafortunadamente para los molinos es en ocasiones difícil obtener la variedad y la cantidad adecuada para fabricar la harina que satisfaga las demandas del mercado local.

- Con respecto a los aspectos nutricios el triticale usualmente tiene un mayor contenido de proteína y un mejor balance de aminoácidos esenciales, tiene un mayor contenido de licina que el trigo, así lo demuestran los estudios realizados en el CIMMYT. Y con respecto a los minerales se encontró que el triticale tiene una fuente de K,P,Na,Fe, mayor que el trigo y el centeno.

Por lo tanto se puede concluir que la harina de triticale se puede usar indistintamente con previo ajustes del tiempo de amasado y de la cantidad de agua a agregar para la elaboración de tortillas de harina, tomando en cuenta que hay triticales con bajo contenido de gluten y baja absorción de agua.

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

- 1.- Anónimo. Alveógrafo - Amasadora-Extractor. Aparatos de ensayo mecánico de pastas. Sistema Chopin - Patente S.G.D.G. en Francia y en el extranjero.
- 2.- Anónimo. 1906. Trigo Cebada, Avena. S.E.P., Manuales para educación agropecuaria. Ed. trillas. México.
- 3.- Anónimo. 1981. Widely used in the baking industry, wheat gluten is now setting its sights on a variety of engineered foods. on: New horizons for wheat gluten. Food Engin. 53(3):106-107.
- 4.- A.A.C.C.. 8th. Edition. USA. March. 1983.
- 5.- A.O.A.C.. 13th. Edition. 1980.
- 6.- Belitz H.D., et al. 1986. Structure and Function of Gluten Proteins. Cereals Chem. 63(4): 336-341.
- 7.- Blatchford S.M., et al. 1974. Cereales y sus Productos. en: Manejo de los alimentos. Conservación de su calidad. Ed. Pax-México. México: 199-212 pp.
- 8.- Carbajal Gil M. J. Dr.. Determinación de la humedad del trigo y sus productos. PAN No. 362. 1983.
- 9.- Carbajal Gil M. J. Dr.. El alveógrafo, Qué tan exacto es?. Departamento de Farinología de Probst, S.A.. 1983.
- 10.- Carbajal Gil M. J. Dr.. 1982. Enzimas (amilasas y proteasas) en molinería, panadería y galletería. Congreso PAN: 20:7-11.
- 11.- Carbajal Gil M.J. Dr.. 1980. La harina de trigo en México: su calidad. PAN. México.
- 12.- Chouda V.K. Kapoor A.E.. 1982. Chemical composition and proteins quality of wheat-triticale Chapatis. J. Food Sci.-47(6): 2015-2017.
- 13.- Cooke Robert. 1982. La búsqueda de un trigo mejor. Contextos 11-17. Marzo: 35-37 pp.
- 14.- De Orellana S.R., 1981. Dietas normales y terapéuticas. Ed. La Prensa Médica Mexicana. México. 137-159 pp.

15. **Envase-Película de polietileno para envasar pan de caja y bollería. Especificaciones.** Comité Consultivo Nacional de Normalización de Envase y Envolaje.

16.- Graveland Aris., et al. 1980. The functionality of wheat proteins. en: Inglott E.B., **Cereals for food and beverages. Recent progress in cereal chemistry.** Academic Press USA. New York: 171-181 pp.

17.- Greene Frank C., et al. 1965. Control of wheat protein biosynthesis. **Cereal Chem.** 62(5):390-405.

18.- Hulse H, Laing E.M.. 1974. Nutritive value of triticale protein. International Development Research Center. Ottawa, Canada.

19.- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas S.A.R.H. Depto. de Cereales. Laboratorio de farinología.

20.- Jensen S.A., Martens H.. 1983. The botanical constituents of wheat and wheat milling fractions. II Quantification by amino acids. **Cereal Chem.** 60(2):170-176.

21.- Junda P.K., Kawatra B.L., Bajaj S.. 1980. Nutritive value of triticale and the effects of its supplementation to wheat and Bengal Grain (*Cicer arietinum*) flour. **J. Food Sci.** 45(2):328-330.

22.- Kent N.L.. 1971. Tecnología de los cereales. Ed. ACRIBIA. Zaragoza, España.

23.- Lupano C.F., et al. 1985. Characterization of Triticale Protein. **Cereal Chem.** 62(3):174-177.

24.- Lupano C.E., et al. 1986. Denaturation of wheat germ proteins during drying. **Cereal Chem.** 63(3):259-262.

25.- Mangelsdorf P.C.. 1978. El trigo. en: Los alimentos, cuestiones de bromatología. Aspectos químicos, biológicos, agropecuarios y sociales. Selecciones del Scientific American. Ed. H. Blume. España. 122-133 pp.

26.- **Manual of food Quality control.** FAO. 13th. edition. 1979.

27.- **Método de la Dirección General de Investigaciones en Salud Pública. Técnicas para el análisis Físicoquímico de alimentos.**

28.- Miller B.B., Pomeranz Y., et al. 1981. Wheat hardness: time required to grind wheat with the Brabender automatic micro hardness tester. **J. Food Sci.** 46(6):1863-1865.

- 29.- Novelo Guillermo Ing.. 1986. Aplicación y uso de agentes leudantes en alimentos. GAMEGA.
- 30.- Pearson David. 1976. The chemical analysis of foods. Chemical Publishing Company. 7th. edition. USA, New York. 204-224 pp.
- 31.- Peterson C. J., et al. 1986. Influence of cultivar and environment on mineral and protein concentrations of wheat flour, bran and grain. Cereal Chem. 63(3): 183-186.
- 32.- Bushuk W., et al. 1980. Triticales: production, chemistry and technology. en: Pomranz Y. Advances in cereal science and technology. USA. 3(4,6): 115-157, 227-265.
- 33.- Pomranz Y. 1978. Food Analysis: Theory and Practice. AVI Publishing Company. West port, Connecticut. USA. 419-431 pp.
- 34.- Quisenberry K.S., et al. 1967. Wheat and wheat improvement. Agronomy No. 3. American Society of Agronomy. USA .
- 35.- Ranhotra G.S.. 1985. Nutritional profile of corn and flour tortillas. Cereals Food World. 30(10): 703-704.
- 36.- Rosciler E.R., et al. 1978. Expanded statistical tables for estimating significance in Paired-Preference, Paired-Difference, Duo-trio, and Triangle test. J. Food Sci. 43(3):940-943, 947.
- 37.- Saldana G., et al. 1984. Nutritional composition of corn and flour tortillas. J. Food Sci. 49: 1202-1207.
- 38.- Santin H.C., et al. 1987. Consumo y conservación de energía en la industria de la masa y la tortilla. Tec. de alim. México 22(4): 14-20.
- 39.- Sarkki Marja-Leena. 1980. Wheat gluten. en: Inglett G.E., et al. Cereals for food and beverages recent progress in cereal chemistry. Academic Press. New York, USA. 155-169 pp.
- 40.- Stone H., Sidel J.L.. 1978. Computing Exact Probabilities in Sensory Discrimination Test. J. Food Sci. 43(3):1028-1029.
- 41.- Taylor R.J.. 1980. Food Additives. John Wiley and Sons. USA. 20-26 pp.
- 42.- The Merck Index. 8th. Edition. USA. 1987.

43.- Tellez Giron A., et al. Methods of sensory analysis in Mexican food products. Cereal Quality Lab. Texas A. and University college Station. Texas.

44.- Waniska R.D. Dr.. Wheat flour tortillas. Processes and flour used. Cereal Quality Lab., Soil and Crop Sciences. Dept. Texas A and M. University College Station.

45.- Wingfield J., 1980. Bread and Soft wheats: Recent Milling progress. in: Inglett G.E.. Cereals for food and beverages. Recent progress in cereal chemistry. Academic Press New York, USA. 233-243 pp.