

3006 27

9
24



UNIVERSIDAD LA SALLE

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

**DESARROLLO DE UNA FORMULA CON HARINA
PREPARADA PARA ELABORAR PAN DANES.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A

MA. C. CAROLINA DIAZ SOBERON

MEXICO, D. F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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

INDICE DE TABLAS	1
INDICE DE GRAFICAS	11
INDICE DE FIGURAS	111
INDICE DE ESQUEMAS	1111
 OBJETIVOS	
 CAPITULO I	
Introducción	1
Generalidades	4
 CAPITULO II	
Estudio de Mercado	6
 CAPITULO III	
Conceptos Teóricos	16
 CAPITULO IV	
Desarrollo de Fórmula.	
Material y Métodos	53
Desarrollo Experimental	54
 CAPITULO V	
Resultados y Discusión	65
Criterios de Calidad	74
 CAPITULO VI	
Conclusiones y Recomendaciones	80
 CAPITULO VII	
Bibliografía	82

INDICE DE TABLAS.

TABLA No. 1	
Variedades del Trigo en Base a la Calidad del Gluten Según los Requerimientos de la Industria Harinera y de la Panificación	20
TABLA No. 2	
Clases de Gluten en Función del Índice de Fuerza General - (W) y de la Relación P/G del Alveograma (Balance de los -- Elementos de la Fuerza). Para Clasificar Material Genético y Variedades Comerciales	22
TABLA No. 3	
Composición Promedio de la Harina de Trigo	24
TABLA No. 4	
Algunas de las Enzimas de las Levaduras	32
TABLA No. 5	
Producción Relativa de Gas a Diferentes Temperaturas	33
TABLA No. 6	
Análisis Fisicoquímicos de Diferentes Harinas de Trigo	57
TABLA No. 7	
Pruebas para Determinar la Calidad de la Proteína de Diferentes Harinas de Trigo	57
TABLA No. 8	
Pruebas para Eliminar los Problemas del Color. Variación en el Orden de Mezclado	61

TABLA No. 9	
Pruebas para Eliminar los Problemas del Color.	
Eliminación del Propilén glicol y Variaciones en la Concentración	62
TABLA No. 10	
Pruebas para Eliminar los Problemas del Color.	
Eliminación del Propilén glicol y Sustitución de los Colorantes por Lacas Aluminicas	63
TABLA No. 11	
Variación de la Concentración de Dextrosa y Sacarosa en la Mezcla	64
TABLA No. 12	
Formulación Obtenida	70
TABLA No. 13	
Número Mínimo de Jueces Para Establecer Diferencia Significativa en Pruebas Triángulo	72
TABLA No. 14	
Criterios de Calidad Materia Prima	75
TABLA No. 15	
Criterios de Calidad Producto Terminado	79

INDICE DE GRAFICAS.

GRAFICA No. 1

Crecimiento Anual Compuesto y Pronóstico de Ventas de Harinas Preparadas 7

GRAFICA No. 2

Estructura Actual Volumen-Ventas 8

GRAFICA No. 3

Influencia de la Temperatura en la Actividad Diastásica 28

GRAFICA No. 4

Influencia del pH en la Actividad Diastásica 29

INDICE DE FIGURAS.

FIGURA No. 1	
Mercado Existente por Producto	9
FIGURA No. 2	
Captación del Mercado por Producto	10
FIGURA No. 3	
Producción por Ciento en Toneladas por Producto	12

INDICE DE ESQUEMAS.

ESQUEMA No. 1

Areas Geográficas Según Nielsen 14

ESQUEMA No. 2

El Trigo y sus Partes 17

O B J E T I V O S

1. Desarrollar una fórmula con harina preparada para elaborar pan danés no existente en el - mercado mexicano, en base a un producto ex-- tranjero.
2. Estudiar la funcionalidad de los ingredientes que participan en la formulación.
3. Establecer estándares de calidad de materia - prima y producto terminado.

CAPITULO I

INTRODUCCION.

Hace aproximadamente 50 años, se introdujo en el mercado un nuevo producto conocido como harina preparada, el cual ha alcanzado un mayor desarrollo durante los años más recientes tanto en calidad como en variedad.

Entiéndase por harina preparada al producto en que todos los ingredientes secos como la harina, el azúcar, la leche en polvo, la grasa y en algunos casos huevo en polvo, son mezclados de acuerdo a fórmulas establecidas en la industria. (1) Así, a este tipo de mezclas, el panadero solamente adiciona la cantidad apropiada de líquido, mezcla la masa y continúa con el proceso de manera convencional.

El empleo de harinas preparadas acarrea consigo un gran número de ventajas, entre las que se pueden mencionar las siguientes:

- Ahorro de tiempo, ya que no se requiere pesar por separado cada ingrediente.
- Disminución de los requerimientos de almacenamiento.
- Uniformidad en el producto horneado.

Las harinas pre-mezcladas utilizadas comúnmente pueden dividirse en tres grupos generales:

- a). La primera de ellas incluye las mezclas para donas y hot-cakes, - las cuales usan polvos para hornear. Los ingredientes adicionales de este tipo de mezclas son azúcar, grasa vegetal, leche en polvo descremada, un agente leudante, huevo en polvo y algunas mezclas contienen también harina de soya en cierto porcentaje.

- b). El segundo grupo de harinas preparadas comprende a los productos fermentados con levadura que pueden variar desde panecillos hasta roles dulces, pastelillos y pan danés. Este tipo de productos pueden encontrarse preparados en forma entera, requiriendo solamente la adición de levadura y líquido, o bien, en base semi-preparada, las cuales requieren de harina adicional. (2) Estas harinas semi-preparadas permiten una mayor riqueza de la masa, ya que la cantidad de harina agregada puede variar, lográndose también de esta manera masas más esponjosas.

Estos productos son mezclados y producidos en forma similar a los del primer grupo excepto que la incorporación de grasa generalmente presenta un mayor problema, debido a que se requieren mayores niveles de grasa, teniendo que ser ésta de tipo plástico e hidrogenada. Esta grasa así preparada se añade en forma cremada o bien se funde y se aplica en forma de rocío.

Estas harinas preparadas pueden recibir también un tratamiento final después del mezclado y de la incorporación de la manteca (que consiste en una centrifugación para lograr una mayor homogeneización), con el fin de asegurar un producto uniforme y suave.

La harina empleada debe ser de tipo duro sin blanquear, o bien, una mezcla de trigo duro y blando sin blanquear.

La mayoría de este tipo de harinas preparadas contienen emulsificantes de grasa, que se caracterizan por una excelente estabilidad y una calidad dispersante de humedad muy buena. En algunos casos pueden incluirse en la fórmula una mezcla de emulsificantes.-(3)

Pueden también incorporarse exitosamente en las harinas prepara--

das, procesándose junto con la manteca, materiales higroscópicos como sólidos de melazas o jarabes invertidos.

- c). El tercer grupo importante de harinas preparadas consiste en las harinas para pasteles como pastel oro, blanco, de chocolate, etc. Este tipo de mezclas requiere un mayor número de ingredientes individuales como sólidos de huevo, manteca, sólidos de leche, co-coa, agentes leudantes, que deben ser mezclados en las cantidades exactas para resultados óptimos.

GENERALIDADES.

En base a lo anteriormente expuesto y en virtud de los grandes adelantos que ha habido en lo referente a la adquisición de equipo semi-automático y automático, tales como: bombas de grasa, extrusoras, cortadoras de guillotina, rotatorios, etc., las harinas para pan danés están ganando cada día más mercado. Sin embargo, a pesar de estos adelantos, todavía existen operaciones manuales y semi-automáticas principalmente en lo que se refiere a la fase final de las piezas individuales en la que se les da la forma.

Aunado a esto, se tienen también los adelantos logrados en las propiedades funcionales de ciertos ingredientes, principalmente de las grasas y de ingredientes nuevos y modificados.

Así, las harinas para pan danés se diferencian en dos tipos básicamente:

- a) Las harinas para pan danés regulares, que pueden contener de 20 a 25% de ingredientes como azúcar, grasa, y huevos, basándose en la harina, y
- b) Las harinas para pan danés, en las que generalmente se disminuye el contenido de grasa en la masa y se aumenta en un 15 a 25% el contenido de una grasa especial para enrollar que puede ser mantequilla, margarina o una grasa vegetal de composición especial. (4)

Las primeras están diseñadas básicamente para productos fermentados — con levadura como roles dulces y pastelillos; mientras que las segundas son para la producción de pan danés y sus variedades.

Puede considerarse aún, un tercer tipo de harinas para pan danés, en el que se incluyen dos mezclas, adicionándose azúcar, leche y yemas de huevo durante el segundo mezclado.

Las harinas para pan danés para enrollar, se diferencian de las harinas para pan danés regulares en que llevan una grasa especial para enrollar, incorporada mediante una serie de operaciones de doblado y amasado subsecuentes a la fase de mezclado y fermentación. (5)

En general, las harinas para pan danés mezclan convenientemente en forma concentrada azúcar, sal, sólidos de leche, saborizantes, emulsificantes, huevo y grasa, requiriendo únicamente la adición de harina, levadura y agua en su uso panadero.

Se recomienda que la harina empleada sea de trigo fuerte de primavera con un contenido aproximado de 14% de proteína, con el fin de que el gluten soporte la fuerza física severa al que es sometido durante el proceso de extrusión. Una harina de trigo de invierno con un 12% de proteína es recomendada cuando las operaciones del proceso se hacen manualmente.

Sin embargo, en México, no es posible encontrar harinas con estos porcentajes de proteína, por lo que se tienen que trabajar con aquellas que tienen de 9 a 10%.

Las margarinas y las mantecas especiales con propiedades plásticas modificadas son las más empleadas en el campo de las harinas para pan danés; sin embargo, estudios recientes han probado que las mantecas líquidas modificadas con sistemas emulsificantes y con altos puntos de fusión, proporcionan resultados también satisfactorios.

CAPITULO II

ESTUDIO DE MERCADO.

Se entiende por estudio o investigación de mercado al uso sensible de las herramientas disponibles (tales como estadística, psicología, comportamiento del consumidor, etc.) para comprender y reaccionar como es debido ante los consumidores. (6) El estudio de mercado ayuda en la toma de decisiones, y además presenta alternativas muy importantes que deben ser consideradas en forma oportuna, es decir, el estudio de mercado puede ayudar a encontrar nuevas oportunidades en lo que se refiere a ideas para nuevos productos, así como su colocación y lanzamiento, considerando hábitos, necesidades y expectativa de los consumidores. Ayuda a evitar fracasos que se reflejan en pérdidas para la empresa. Proporciona una dinámica de mercado con el fin de mantener un contacto adecuado, y por último, ayuda a la reacción a los cambios en el mercado, observando así su desarrollo. (7)

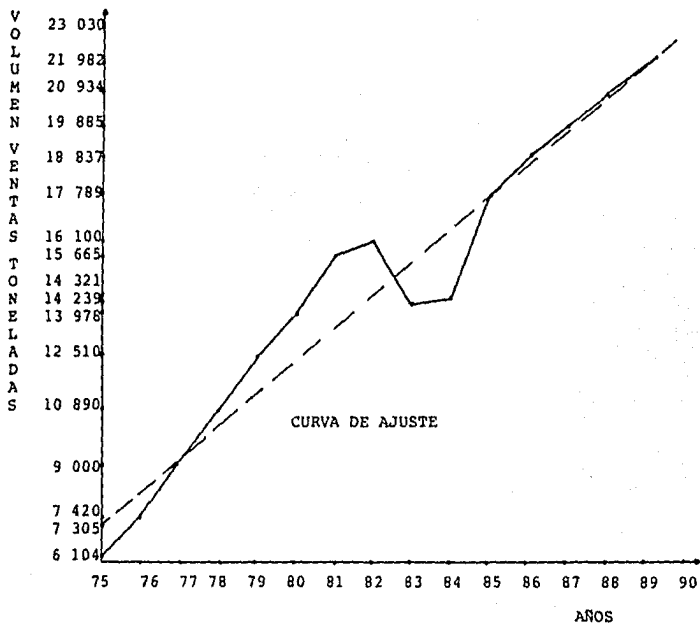
Considerando lo anterior, la introducción de nuevos productos se logrará con gran éxito y con la seguridad de que la inversión será rentable.

Ahora bien, haciendo un enfoque sobre el estudio de mercado de harinas preparadas realizado, se puede decir, que el crecimiento anual compuesto del mismo de 1975 a 1982 fue de 15.1%. En 1983, debido a la crisis económica del país, el mercado se contrajo en un 20%. Durante 1984, el mercado permaneció constante. A partir de 1985, el mercado empezó a crecer con una tasa anual del 3.22%*, observándose este mismo crecimiento en los años 1986 y 1987, y esperándose que continúe el mismo desarrollo durante los años siguientes. (8) La siguiente gráfica muestra dicho crecimiento anual compuesto de 1975 a 1987, y el pronóstico de ventas hasta 1990: (9)

*Tasa de Crecimiento Compuesto = Factor constante de crecimiento en un período dado.

GRAFICA NO. 1

CRECIMIENTO ANUAL COMPUESTO Y PRONOSTICO DE VENTAS
DE HARINAS PREPARADAS.



FUENTE: ESTUDIO DE MERCADO. GRUPO OLAZABAL-PILLSBURY, S. A. DE C. V.

La estructura actual del mercado indica que Anderson-Clayton (PRONTO) guarda una fuerte posición en el mercado de las harinas preparadas, siendo el líder con un 38.8% en volumen y 42.79% en ventas, seguido por Gamesa (GAMESA) y Lanceo (TRES ESTRELLAS). Nabisco (MARY - BAKER) se encuentra en cuarto lugar y por último La Azteca (AUNT JEMINA). Esto se puede observar claramente en la siguiente gráfica:

(10)

GRAFICA No. 2

ESTRUCTURA ACTUAL VOLUMEN-VENTAS.

	MILES TONELADAS	MILLONES PESOS
PRONTO	38.8%	42.79%
GAMESA	24.8%	21.03%
TRES ESTRELLAS	16.9%	18.75%
MARY BAKER	9.8%	8.23%
A. JEMINA	9.2%	8.80%
OTRAS	0.5%	0.40%

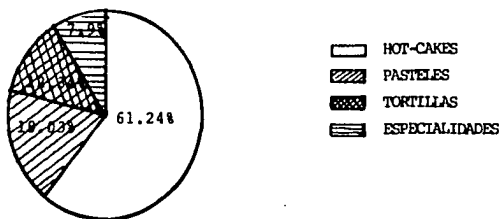
FUENTE: ESTUDIO DE MERCADO. GRUPO CLAZABAL-PILLSBURY, S. A. DE C. V.

Se considera que Anderson-Clayton y Lance son las dos compañías más afectadas por la crisis económica de México, no obstante se espera su recuperación durante 1985 y su avance de producción hasta 1990.

Por otro lado, el mercado existente por producto durante 1984 puede representarse como sigue: (11)

FIGURA NO. 1

MERCADO EXISTENTE POR PRODUCTO



Dentro de las especialidades se incluyen panqués, pays, morenitas, pizzas, churros, bisquets, donas.

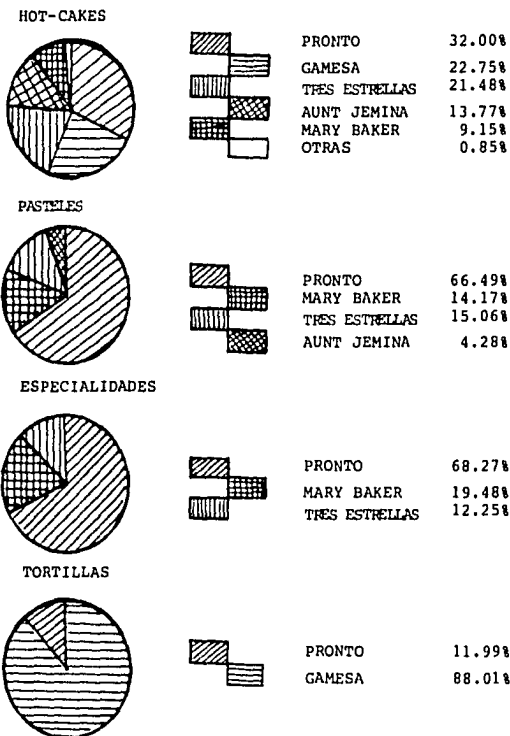
FUENTE: ESTUDIO DE MERCADO. GRUPO OLAZABAL-PILLSBURY, S. A. DE C. V.

COMPETENCIA.

A continuación se detalla la captación del mercado por producto, de las diferentes compañías productoras de harinas preparadas: (12)

FIGURA No. 2

CAPTACION DEL MERCADO POR PRODUCTO



FUENTE: ESTUDIO DE MERCADO. GRUPO GLAZABAL-PILLSBURY, S. A. DE C. V.

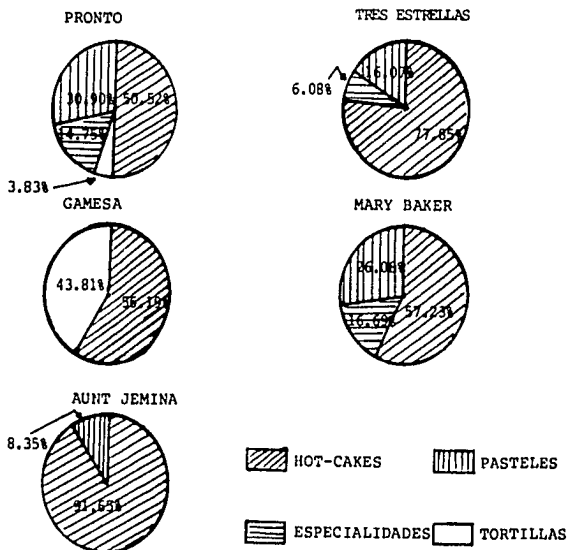
Analizando las gráficas anteriores, se puede observar, que en el mercado de hot-cakes, domina la marca PRONTO, seguida por GAMESA, en una proporción del 10% menos, ocupando TRES ESTRELLAS el tercer lugar. Las otras marcas que compiten con este producto quedan distantes de los primeros lugares.

En el mercado de harinas preparadas para pasteles, el dominio de la marca PRONTO es sencillamente abrumador, como asimismo en el de las especialidades; mientras que en el mercado de harina para tortilla - el primer lugar es en forma absoluta para GAMESA.

Complementando lo antes expuesto, se proporciona la producción por ciento de las compañías, en toneladas por producto, con el fin de mostrar el predominio en las ventas de un artículo sobre otro, como consecuencia de la preferencia de los consumidores en las diferentes variedades que se le ofrecen: (13)

FIGURA NO. 3

PRODUCCION POR CIENTO EN TONELADAS POR PRODUCTO



FUENTE: ESTUDIO DE MERCADO. GRUPO OLAZABAL-PILLSBURY, S. A. DE C. V.

En lo que se refiere a hábitos de consumo de las harinas preparadas, PRONTO, que como ya se citó con anterioridad es el líder en el campo debido a que posee la mejor imagen de marca, encuentra su máximo desarrollo en los segmentos socio-económicos** más altos (A/B). Junto a ésta, se encuentra en este segmento de mercado, en segundo término MARY BAKER, siendo ambas las más populares.

Por otro lado se tiene que, GAMESA y TRES ESTRELLAS son más conocidas en los segmentos C y D.

PRONTO es la harina preparada con mayor incidencia de compra, aproximadamente el 58%, seguida por TRES ESTRELLAS con un 51% y GAMESA con un 43%. (14)

Distribución de Consumo por Areas Geográficas Según Nielsen.

De acuerdo a la localización que se presenta en el siguiente mapa, se puede decir que PRONTO es el líder en las áreas I, II, III, IV y V; mientras que GAMESA en el área IIA y TRES ESTRELLAS en el área V. (15)

Por otro lado, las zonas de mayor frecuencia de compra son: (16)

<u>AREA</u>	<u>POBLACION QUE COMPRA HARINAS PREPARADAS</u> <u>POR LO MENOS DOS VECES POR MES. (%)</u>
IIA	75
I	68
II	66
V	61
III	60
VI	51
IV	22

**Los segmentos socio-económicos se determinan en base al número de veces del salario mínimo.

ESQUEMA No. 1

AREAS GEOGRAFICAS SEGUN NIELSEN



Concluyendo, se tiene que aproximadamente el 40% de la población con pra mezclas pasteleras por lo menos una vez cada 15 días y el 77% -- por lo menos una vez al mes.

En lo que respecta al mercado potencial de harina preparada para pan danés, hay que considerar dos puntos: primero, el mercado presentado por las amas de casa, el cual es prometedor basándose en la información señalada en el párrafo anterior, y por la ausencia de este producto en el mercado nacional, puesto que la competencia existente -- dentro de este campo es indirecta, es decir, con panqués, pays, tortillas, etc., pero no con pan danés; y segundo, el mercado representado por panaderías y pastelerías, el cual es amplio, teniendo en cuenta que el número de dichos negocios en la República Mexicana es considerable. Por lo tanto, se concluye que el mercado para el multi citado artículo es prometedor, si la harina que se introduzca es de superior calidad y a precio competitivo.

CAPITULO III

CONCEPTOS TEORICOS.

Para lograr plenamente los fines de este trabajo, es necesario realizar un previo estudio sobre todos y cada uno de los ingredientes que integran la fórmula para elaborar pan danés. El primero a considerar es el trigo.

BOTANICA DEL TRIGO.

Planta herbácea de 80 a 180 cm. de altura, formada por una caña con nudos y entrenudos y hojas en forma de vaina. En la parte superior se localizan las inflorescencias que son trímeras (dos flores fértiles por una no fértil). Al ser hermafrodita se autofecunda. (17)

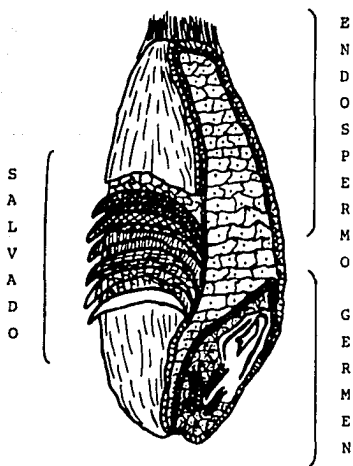
El grano de trigo tiene forma ovoide, redondeada, en uno de sus extremos, se localiza el germen y en el otro el pincel o cepillo. El grano tiene una cara ventral en la que existe un surco que está formado por el enrollamiento de capas aleurónicas, cuyo fondo es colorido por estar muy pigmentado.

PARTES DEL GRANO DE TRIGO.

A continuación se presenta un esquema del grano de trigo y sus partes.

ESQUEMA No. 2

EL TRIGO Y SUS PARTES



FUENTE: PRACTICAL BAKING; SULTAN, WILLIAM.

CLASIFICACION DEL TRIGO.

El trigo se clasifica desde tres puntos de vista:

- a) agricultor: primavera e invierno.
- b) molturación: duro o blando.
- c) panadero: fuerte o débil.

La clasificación de trigos de primavera e invierno, están dados de acuerdo a sus fechas de siembra. Los de primavera se siembran a finales de invierno o principios de primavera, maduran en verano y se cosechan a finales del verano o inicios de otoño. Los de invierno se siembran a finales de otoño o principios de invierno, germinan en invierno, maduran en primavera y se cosechan a finales de ésta o principios de verano.

Los trigos de primavera producen harina granular, tienen células completas en el endospermo y son blandos. Los trigos de invierno producen harina fina, tienen fragmentadas las células del endospermo y son duros. (18)

Por otro lado se tiene el grupo de los trigos duros y blandos. Esta clasificación está dada desde el punto de vista de molturación y se da de acuerdo a la forma en que se fragmenta el endospermo. Un trigo duro al ser cortado longitudinalmente y ser humedecido, al secarse formará fisuras que siguen cierto orden de acuerdo a la conformación de las células del endospermo. Un trigo blando, en las mismas condiciones, al formar las fisuras, éstas no seguirán ningún patrón, ya que las células del endospermo están dispuestas al azar.

Los trigos duros producen harinas de tamaño grande, arenosas, son fáciles de cernir y están formadas por células completas del endospermo. Los trigos blandos producen harinas muy finas y difíciles de cernir, están formadas por fragmentos irregulares de células del endospermo y algunas membranas que cubren esas células. (19)

Desde el punto de vista de panificación, se clasifica de acuerdo al tipo de harina que forman: en fuertes y débiles o flojos.

Esta clasificación está dada en base a la calidad protéica de la harina que da la amplitud para formar migas de buena textura y piezas de gran volumen.

Un trigo fuerte tiene más proteína y por tanto formará mayor cantidad de gluten, los panes que con él se obtengan tienen gran volumen, poco peso y miga pequeña.

Los débiles contienen menor cantidad de proteínas, por lo tanto forman menos gluten, los panes tienen menos volumen, mayor peso, miga grande y muchos túneles.

Los trigos fuertes son ideales para panificación, panquelería y pastelería. Los débiles para galletas y pastas. (20)

Ciertos hidrocoloides, como las carrageninas y los alginatos ayudan a mejorar y hacer más útil la harina de trigo débil. Cuando se añaden a las masas antes de mezclar en concentraciones menores de 0.6% aumentan al máximo la estabilidad de la masa originando que las características de la mezcla en la misma puedan variarse extensivamente llegando así a aproximarse a las características de una masa en la que se ha utilizado para su elaboración harinas de trigo fuerte. (21)

La cantidad de proteínas es un indicio de la riqueza en gluten, el cual da a la masa la tenacidad necesaria para la elaboración del pan. Así, la clasificación de las variedades del trigo en base a la calidad del gluten según requerimientos de la industria harinera y de la panificación es:

TABLA No. 1

VARIETADES DEL TRIGO EN BASE A LA CALIDAD DEL GLUTEN SEGUN LOS REQUERIMIENTOS DE LA INDUSTRIA HARINERA Y DE LA PANIFICACION .

GRUPO 1
FUERTES



GLUTEN FUERTE,
ELASTICO, PARA
LA INDUSTRIA
MECANIZADA DE
LA PANIFICACION.
MEJORADORES DE
TRIGOS DEBILES
EN LOS MOLINOS

GRUPO 2
MEDIO FUERTES



GLUTEN MEDIO
FUERTE, FIAS
TICO, PARA LA
INDUSTRIA DEL
PAN HECHO A
MANO, MEJORADOR
DE TRIGOS DE-
BILES.

GRUPO 3
SUAVES



GLUTEN DEBIL,
SUAVE, EXTEN
SIBLE, PARA
LA INDUSTRIA
GALLETERA.

GRUPO 4
TENACES



GLUTEN CORTO,
TENAZ . PARA
LA INDUSTRIA
PASTELERA Y
GALLETERA

GRUPO 5
CRISTALINOS



GLUTEN CORTO,
TENAZ . PARA
LA INDUSTRIA
DE LAS PASTAS
Y MACARRONES

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS, S.A.R.H.
DEPTO DE CEREALES. LABORATORIO DE FARINOLOGIA .

Las gráficas que se muestran en la tabla anterior, representan los diferentes alveogramas, los cuales sirven para determinar la calidad de la harina con que se está trabajando. Para tal fin, se utiliza un aparato llamado alveógrafo de Chopin.

Generalmente, se toman tres 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 altura que es igual a la tenacidad y la base es equivalente a la extensibilidad de la masa. Posteriormente con un planímetro se obtiene la superficie del pico, la cual es una medida de la fuerza de la harina. El planímetro es un instrumento de lectura directa, que pasando sencillamente su índice por el gráfico en el sentido de las manecillas del reloj, da una lectura directa del área del gráfico, en cm^2 . (22)

Así, la fuerza general de la harina (W) se obtiene de la siguiente manera:

$$W = \text{Constante} \times \text{Superficie del Pico} = \text{---} \times 10^3 \text{ ergios}$$

$$W = 6.54 \times \text{Superficie del Pico} = \text{---} \times 10^3 \text{ ergios}$$

De este modo, con el valor de W y la relación P/G (Tenacidad/Extensibilidad), se determina la clase de gluten, conforme la siguiente tabla: (23)

TABLA No. 2

CLASES DE GLUTEN EN FUNCION DEL INDICE DE FUERZA GENERAL (W) Y DE LA RELACION P/G DEL ALVEOGRAMA. (BALANCE DE LOS ELEMENTOS DE LA FUERZA). PARA CLASIFICAR MATERIAL GENETICO Y VARIEDADES COMERCIALES.

MUY FUERTE W MAYOR QUE 400		FUERTE W ENTRE 300 Y 400		MEDIO FUERTE W ENTRE 200 Y 300		DEBIL W ENTRE 100 Y 200		MUY DEBIL W MENOR QUE 100	
P/G	CLASE GLUTEN	P/G	CLASE GLUTEN	P/G	CLASE GLUTEN	P/G	CLASE GLUTEN	P/G	CLASE GLUTEN
mayor 2.5	MF-T	mayor 2.5	F-T	mayor 2.5	mF-T	mayor 2.5	D-T	mayor 2.5	MD-T
2.4-1.3	MF-TB	2.4-1.3	F-TB	2.4-1.3	mF-TB	2.4-1.3	D-TB	2.4-1.3	MD-TB
1.2-1.0	MF-BT	1.2-1.0	F-BT	1.2-1.0	mF-BT	1.2-1.0	D-BT	1.2-1.0	MD-BT
0.99-0.89	MF-BB	0.99-0.89	F-BB	0.99-0.89	mF-BB	0.99-0.89	D-BB	0.99-0.89	MD-BB
0.88-0.70	MF-BE	0.88-0.70	F-BE	0.88-0.70	mF-BE	0.88-0.70	D-BE	0.88-0.70	MD-BE
0.69-0.50	MF-EB	0.69-0.50	F-EB	0.69-0.50	mF-EB	0.69-0.50	D-EB	0.69-0.50	MD-EB
menor 0.49	MF-E	menor 0.49	F-E	menor 0.49	mF-E	menor 0.49	D-E	menor 0.49	MD-E

MF = Muy fuerte MD = Muy débil
 F = Fuerte B = Balanceado
 mF = Medio fuerte E = Extensible
 D = Débil T = Tenaz

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS, SARH
 CIAMEC LABORATORIO DE FARINOLOGIA.

Propiedades y Características.

Absorción: Esta característica se refiere a la facilidad de la harina para absorber y retener humedad desde la mezcla de la masa hasta el producto final ya horneado. Esta facilidad de absorción depende de la calidad y cantidad de proteínas, las cuales varían en harinas diferentes. La absorción de la humedad varía de 54 a 65% basándose sobre el peso de la harina a usar. La harina debe almacenarse en un lugar iluminado y ventilado a una temperatura de 24 a 26°C. Un almacenamiento inadecuado hará que la harina "sude" y el producto horneado obtenido con ésta, será de inferior calidad. Este "sudor" se refiere a la absorción de humedad adicional.

Fuerza: Es la facilidad de una harina para producir productos de gran volumen y apilamiento uniforme de gránulos de azúcar que son lisos y pulidos además de fina textura. Un gran volumen con un grano tosco y no liso, puede indicar que la harina usada no es de gran calidad.(24)

Gluten: Puede definirse como una matriz acuosa permanente, formada de proteína con lípidos, la cual contiene dispersadas burbujas de gas.(25)

Existe en forma de proteína seca en la harina. Está compuesto de aproximadamente de la misma proporción de gliadina y glutenina. La glutenina da la fuerza a la masa para mantener los gases durante la fermentación y determina la estructura del producto horneado. La gliadina da las propiedades de elasticidad y alargamiento al gluten.

TABLA NO. 3

COMPOSICION PROMEDIO DE LA HARINA DE TRIGO.

	<u>% PROMEDIO EN TRIGO</u>	<u>% PROMEDIO EN HARINA PASTELERA</u>	<u>% PROMEDIO EN PASTAS Y GALLETAS</u>
Humedad	14.5	12 a 13	12 a 13
Proteína	9 a 14	9 a 13	7 a 9.5
CHO (almidón, azúcar y dex- trinas)	69 a 72	74 a 76	75 a 77
Grasa	2	1 a 1.5	1 a 1.5
Cenizas	1.8	0.5	0.4

FUENTE: TECNOLOGIA DE LOS CEREALES, KENT, JONES.

ENZIMAS.

En el reino animal y vegetal, las actividades de síntesis y descomposición, se llevan a cabo por medio de enzimas. La harina no tendría ciertas de sus características si no fuera por la presencia de enzimas en el grano de trigo.

Así, inmediatamente después del mezclado, la masa del pan comienza a crecer, esto es posible, gracias a la acción de ciertas enzimas presentes, tanto en la levadura, como en la harina y ciertos tipos de productos de malta, siendo cada enzima responsable de cada cambio esencial y específico. El proceso de producción de gas, retención de gas y levantamiento (crecimiento de la masa), por el cual pasa la masa se conoce como fermentación. (26)

Los dos sistemas enzimáticos de la harina que tienen mayor importancia para el panadero son las proteasas y las diastasas. Sin embargo, la acción excesiva de proteasas no es deseada, ya que rompe el gluten, es decir, la protefina, la cual constituye la base de la estructura del pan.

Poder Diastásico de la Harina. La diastasa es una combinación de enzimas (alfa y beta) que degrada al almidón (mayor componente de la harina) en maltosa, siendo esto imprescindible para que la levadura pueda actuar.

La actividad diastásica de las harinas puede mostrar una gran variación debido a:

- Los diferentes tipos de trigos utilizados.
- Los diferentes métodos de molienda, ya que muchos -- gránulos de almidón se rompen por la excesiva molienda y además la exposición del material interno es -- más fácilmente atacado por la diastasa que el exterior.

Cuando la masa se manda al horno la actividad diastásica continúa - aproximadamente durante la primera mitad del ciclo de horneado.

La masa debe contener la suficiente actividad diastásica como para proporcionar a la levadura los suficientes azúcares para la fermentación vigorosa, así como también los suficientes azúcares para que los productos se coloreen en el horno, siendo ésta una indicación - general de la cantidad de diastasa presente en una harina.

Las masas de harinas que tienen actividad diastásica insuficiente, fermentan y crecen menos rápido. Así, el pan hecho con harina insuficiente en diastasa puede tener corteza de color pálido, poco volumen, grano y textura áspera, miga de color oscuro y miga seca y firme. (27)

Actividad de la Proteasa y Retención de Gas. Las proteasas suavizan o degradan las proteínas del gluten. El grado de esta acción se conoce como actividad proteolítica.

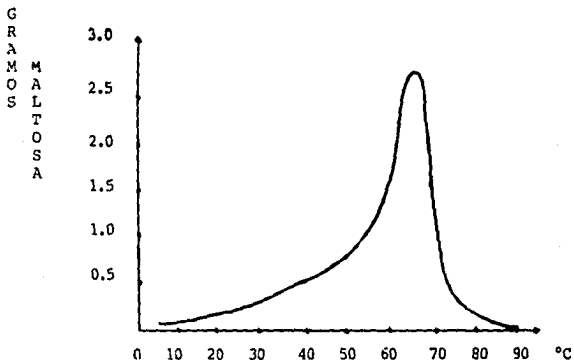
Algunas masas que son difíciles de manejar por presentar un gluten demasiado fuerte es una ventaja incluir pequeñas cantidades de proteasas para condicionar adecuadamente la masa. Por otro lado, cuando el gluten tiene poca fuerza pueden adicionarse pequeñas cantidades de agentes oxidantes como bromatos, iodatos, persulfatos, etc. - que hacen más duro el gluten. (28)

Factores que Influyen en la Actividad Enzimática. Los tres factores más importantes que influyen en la actividad enzimática son: temperatura, acidez (pH) y tiempo.

La gráfica siguiente muestra la influencia de la temperatura en la actividad diastásica en la producción de maltosa a partir de una solución de almidón:

GRAFICA No. 3

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA ACTIVIDAD
DIASTASICA



FUENTE: BAKING SCIENCE; AMERICAN INSTITUTE OF BAKING.

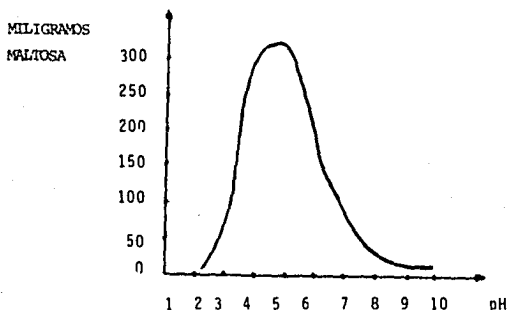
La actividad de la enzima aumenta con el incremento de la temperatura a aproximadamente 62° C, por encima de esta temperatura hay un notable decremento de la actividad hasta que finalmente la enzima deja de actuar.

Como se puede observar, la actividad enzimática, forma azúcar con una rapidez incrementada durante la primera mitad del ciclo de horneado. Las enzimas son entonces destruidas por la temperatura del horno. La actividad cesa en la corteza antes de que lo haga en el centro del pan. Si existe suficiente actividad enzimática, se forma suficiente azúcar para la producción de gas y también suficiente en exceso para dorar delicadamente la corteza.

Por otro lado, se tiene el efecto de variar el pH en la actividad diastásica de suspensiones agua-harina.

GRAFICA NO. 4

INFLUENCIA DEL pH EN LA ACTIVIDAD DIASTASICA



FUENTE: BAKING SCIENCE; AMERICAN INSTITUTE OF BAKING.

Se puede observar en dicha gráfica, que la mayor cantidad de azúcar expresada en miligramos de maltosa se forma cuando el pH está entre 4.6 y 4.8

El tiempo influye directamente sobre la actividad enzimática a mayor tiempo de contacto de la enzima con una sustancia, se producirá mayor cantidad de producto. Las enzimas no se desgastan o se cansan, ellas trabajan continuamente, mientras que haya material sobre el cual actuar.

LEVADURA.

CAPACIDADES Y GENERALIDADES.

La levadura es un organismo microscópico, unicelular, perteneciente al orden de los hongos, el cual se multiplica, generalmente, - por un proceso de generación (aunque también lo puede hacer por esporulación y por fusión) y que bajo condiciones adecuadas es capaz de convertir por acción enzimática ciertos azúcares fermentables y almidón presente en la masa, en CO_2 y alcohol.

ENZIMAS DE LA LEVADURA.

La fermentación o levantamiento de la masa y su acondicionamiento o cualidades, la cual resulta de la fermentación, son todas debidas a las enzimas activas presentes en la levadura y que son sustancias las cuales causan cambios que toman lugar aún sin que ellas hayan cambiado. Las principales enzimas presentes en la levadura, y su función en la fermentación de las masas son:

-Proteasa: Las proteasas, en general las de levadura sana para panadería, son enzimas intracelulares y no son capaces de pasar a través de la membrana celular. Solamente se difundirán a través de células debilitadas o muertas, causando ablandamientos en el gluten. Tal acción de ablandamiento no se ha experimentado cuando se usa una buena harina.

En general, la contribución y efecto de enzimas proteolíticas de levadura para panadería normal sobre las propiedades del gluten durante la fermentación de la masa de pan es despreciable.

-Lipasa: Parece ser una enzima intracelular y actúa sobre las grasas que se encuentran en protoplasma de la levadura, especialmente durante la esporulación, las cuales son la reserva de la célula.

la durante la maduración de las ascosporas.

-Invertasa: Fue la primera enzima que se encontró en la levadura. En la mayoría de las especies de levadura, la invertasa es intracelular. La sacarosa entra por la membrana celular y es convertida en glucosa y fructosa, y estos dos azúcares se difunden a través de la membrana. Se ha encontrado que el óptimo pH para la acción de la invertasa es de 4.2

-Maltasa: La maltasa es una enzima encontrada en la levadura que parte al azúcar maltosa en dos moléculas de dextrosa. Sin embargo, la actividad maltasa de una levadura puede verse reducida por la fermentación de azúcares diferentes a la maltosa que estén presentes en la harina, como es el caso de la adición de sacarosa, la cual hace este punto más significativo. El óptimo pH de la maltasa se encuentra entre 6 y 6.9

-Zimasa: La enzima zimasa es la que da el paso final en la fermentación de la masa. También recibe el nombre de complejo zimasa debido a que es un conjunto de varias enzimas.

Los disacáridos comunes, maltosa y sacarosa primero deben ser hidrolizados mediante la acción catalítica de las enzimas de la levadura maltasa e invertasa respectivamente en azúcares simples, los cuales, por acción de este importante complejo son convertidos en CO_2 gaseoso, el cual causa que la masa se levante y expanda; y en alcohol, el cual es evaporado en su mayoría durante el horneado. (29)

A continuación se proporciona una tabla con algunas de las enzimas de la levadura, junto con el sustrato que transforman y la sustancia a la cual lo transforman:

TABLA NO. 4

ALGUNAS DE LAS ENZIMAS DE LAS LEVADURAS

<u>ENZIMA</u>	<u>SUSTRATO</u>	<u>PRODUCTO DE LA ACCION ENZIMATICA</u>
Invertasa	Sacarosa	Dextrosa y fructosa
Maltasa	Maltosa	Dos moléculas de dextrosa
Glicogenasa	Glicógeno	Glucosa
Fosfatasa	Exofosfatosa	Hexosa más ácido
Amidasa	Amidas	Acido carboxílico y amonio
Oxidoreductasa	Aldehído	Alcohol más ácido
Exoquinasa	Hexosas	Hexosas activas
Carboxilasa	Acido pirúvico	Acetaldehído y CO ₂
Proteasa	Proteínas	Proteosas y Polipéptidos
Peptidasas	Péptidos	Aminoácidos

FUENTE: BAKING SCIENCE, AMERICAN INSTITUTE OF BAKING.

REGULADORES DEL INTERVALO DE CRECIMIENTO.

La temperatura más favorable para el crecimiento y fermentación de la levadura para la panificación es en un intervalo entre 29 y 32°C. A temperaturas menores el crecimiento y la fermentación proceden pero a un intervalo menor. Temperaturas por arriba de 35°C disminuyen progresivamente la actividad de las levaduras, a 54°C la mayoría de las células mueren en un lapso de cinco minutos. (30)

A continuación se proporciona una tabla de la producción relativa de gas a diferentes temperaturas:

TABLA NO. 5

PRODUCCION RELATIVA DE GAS A DIFERENTES TEMPERATURAS

<u>TEMPERATURA (°C)</u>	<u>CO₂ PRODUCIDO</u>
18	59
33	100
39	89
44	82
47	78

FUENTE: BAKING SCIENCE. AMERICAN INSTITUTE OF BAKING.

La levadura crece y fermenta mejor en un medio ácido, tolerando una acidez tan baja como pH 2, mostrando una asombrosa capacidad de adaptación en un pH de 4.5 En masas comerciales después del mezclado el pH es de aproximadamente 6, después de la fermentación es de 4.5 y después de que la masa crece y se hornea queda en un pH de 5.2 aproximadamente.

LEVADURA SECA ACTIVA. La levadura seca activa es igual que la levadura fresca, con la excepción de que es pasada a través de un secador a una temperatura controlada entre 37 y 40°C, siendo secada cuidadosamente, regulando la velocidad para evitar la destrucción de las células de levadura. La humedad se reduce - hasta aproximadamente un 8%, conteniendo por tanto un 92% de sólidos; mientras que la levadura fresca presenta un 30% de sólidos. Debido a esta pérdida de humedad la levadura seca activa queda en un período latente, el cual facilita su almacenamiento, pues no requiere de refrigeración. Cuando las condiciones de humedad son muy elevadas, es necesario conservar herméticamente cerrados los empaques. La vida de anaquel se ve incrementada cuando se utiliza una atmósfera de nitrógeno.

La levadura seca activa debe rehidratarse en agua templada -- (40-42°C) durante 10 minutos antes de usarse. La cantidad de agua a usar deberá ser cerca de cuatro veces el peso de la levadura para permitir una completa rehidratación. El agua caliente puede matar la levadura o disminuir grandemente su acción. Cuando se usa la levadura seca es recomendable usar -- aproximadamente 50% del peso de levadura fresca. (31)

VENTAJAS DE LA LEVADURA SECA ACTIVA.

1. Uniformidad. La levadura seca activa tiene fuerza y poder de fermentación uniforme todos los días del año. Su fuerza no varía, en cambio la levadura fresca sí varía debido a los cambios de temperatura y las distancias en los embarques.
2. Conveniencia. La levadura seca activa es tan sencilla de -- pesar como la sal o cualquier otro ingrediente seco. Es más -- fácil de disolver en agua que la levadura fresca.
3. Exactitud. Cuando se requieren cantidades fraccionadas es -- mucho más exacto pesar levadura seca que levadura fresca.

CARBOHIDRATOS.

Los carbohidratos son agentes primordiales en la fabricación de productos de panadería con levadura. Estos se clasifican químicamente de la siguiente manera:

-Azúcares simples o monosacáridos tales como la glucosa, galactosa, levulosa, etc.; los cuales son directamente fermentables por la levadura.

-Azúcares complejos o dobles tales como la sacarosa, maltosa, etc., los cuales deben convertirse por la acción de las enzimas de la levadura en azúcares simples antes de que ellos sirvan como alimento para la misma.

También se encuentran dentro de este grupo azúcares mayores que los disacáridos tales como los trisacáridos, tetrasacáridos, -- pentasacáridos, etc. (32)

PROPIEDADES DE LOS AZÚCARES.

a) Hidrólisis: Los disacáridos son convertidos en sus azúcares-componentes por enzimas específicas. En el caso de la maltosa y la sacarosa, son hidrolizadas por las enzimas maltasa e invertasa respectivamente, presentes en la levadura de panadería. Estas reacciones preliminares se realizan en las masas antes de que los azúcares sean fermentados.

La sacarosa es hidrolizada para convertirse en fructosa y dextrosa (esta mezcla se conoce como azúcar invertido) rápidamente, de manera que no queda prácticamente sacarosa detectable en el pan terminado.

Por otro lado, se tiene que la lactosa sí se encuentra presente en el pan terminado debido a que la levadura no posee enzimas que puedan hidrolizarla.

b) Fermentación por levadura: La glucosa, fructosa, sacarosa y maltosa son fácilmente fermentables por la levadura de panadería para producir CO_2 y alcohol. La galactosa es fermentada únicamente por levaduras especiales, y la lactosa, como ya se citó renglones arriba, no es fermentada por la levadura de panadería.

La adición de pequeñas cantidades de azúcares fermentables acelera la fermentación de la masa, aunque si esta adición es más del 4 a 8% de azúcar fermentable basada en el peso de la harina, lo que se ocasiona es una desaceleración de la fermentación, ya que la levadura se ve inhibida por tal exceso.

Aproximadamente el 2% de los azúcares adicionados en base a la harina se utilizan durante la fermentación del pan. Los azúcares sobrantes presentes en el mismo se conocen como azúcares residuales, así se tiene que, a mayor cantidad de azúcares utilizados en la elaboración del pan, mayor será la cantidad de azúcares residuales. Estos son un indicador del tipo de azúcares que se han empleado en la fabricación del pan.

Por ejemplo, cuando se usa sacarosa se encuentran presentes fructosa, dextrosa y maltosa. La fructosa se encuentra en mayor cantidad que la dextrosa. Si se utiliza dextrosa hidratada habrá mayores cantidades de dextrosa. El nivel de maltosa será similar en ambos casos.

c) Dulzura y Sabor: No existe prueba alguna, ni física ni química, para medir el dulzor, sin embargo, éste debe de estar relacionado con el sabor. La sacarosa es utilizada como estándar dándosele un valor de 100%. Otros edulcorantes son relacionados en términos del % en base a la sacarosa.

FRUCTOSA	173	MALTOSA	32.5
AZUCAR INVERTIDO	130	GALACTOSA	32.5
SACAROSA	100	LACTOSA	16.0
DEXTROSA	74		

Factores tales como la concentración, temperatura, presencia de sustancias no azucaradas y efectos de combinación de dos o más azúcares, son importantes en la determinación del dulzor.

d) Higroscopia e hidratación: Entiéndese por capacidad higroscópica a la propiedad que tiene una sustancia de absorber o retener humedad.

Algunos azúcares como la sacarosa y la dextrosa hidratada son menos higroscópicos que la fructosa, miel, azúcar invertido, jarabe de maíz y sólidos de maíz.

Aquellos azúcares que pueden retener una o más moléculas de agua de cristalización dentro de su estructura cristalina reciben el nombre de hidratados o hidratos tales como dextrosa, maltosa y lactosa, cuyas formas anhidras absorben agua tan rápidamente que normalmente existen en forma monohidratada, vendiéndose así comercialmente.

La sacarosa contiene generalmente menos de 0.1% de agua, y la dextrosa anhidra cerca de 0.5%, mientras que la monohidratada cerca del 8%.

e) Susceptibilidad al calor: Cuando los azúcares son calentados, las moléculas se combinan para formar sustancias coloreadas llamadas caramelos. La fructosa, la maltosa y la dextrosa son sumamente susceptibles a la caramelización, mientras que la lactosa y la sacarosa no son tan sensibles a este fenómeno.

Si se bajase el pH de la solución azucarada, se tendría que la fructosa y la sacarosa se tornan menos sensibles a la caramelización; sin embargo, hay que tener presente la hidrólisis efectuada en la sacarosa por acción del ácido.

f) Reacciones de oscurecimiento: Los azúcares reductores forman compuestos oscuros llamados melanoidinas, cuando son calentados con proteínas. Estos compuestos se parecen a los caramelos en color, olor y sabor en cuanto empiezan a formarse; sin embargo, posteriormente se tornan negras, pican y son insolubles.

La sacarosa sola no reacciona con las proteínas, mientras que la fructosa y la dextrosa son sumamente reactivas en el oscurecimiento. Con todos los azúcares, excepto la sacarosa, estas reacciones de oscurecimiento son aceleradas por un aumento de pH y temperatura.

g) Suavización del Gel: Los azúcares retardan la formación de geles de almidón y de gomas vegetales, tendiendo a ser éstos más débiles y suaves debido a la tendencia que tienen los azúcares de retener agua, resultando una mejora en textura, volumen y simetría de los productos horneados. (33)

FUNCIONES DE LOS AZÚCARES EN PANADERÍA.

- Son fuente de energía para la levadura, ya sea que provengan de la hidrólisis del almidón o por directa adición en la fórmula.

La dextrosa que es 75% tan dulce como la sacarosa es usada en panadería ya que es fermentable directamente por la levadura, lográndose así un incremento en la duración de la fermentación.

- El sabor del pan se ve incrementado por la adición de azúcar. Sin embargo, en cantidades de 6% o menos en la fórmula, no se detecta ningún sabor, pero sí ayudan a acentuar el sabor del pan, debido a los azúcares residuales y al incremento de los subproductos de la fermentación como varios ácidos volátiles y aldehídos.

- La adición de azúcar oscurece el color de la corteza debido a la caramelización de los azúcares residuales y a la reacción de reducción de los azúcares con las proteínas.

Quando se utiliza lactosa se producen cortezas más oscuras debido a que casi toda ella permanece después de la fermentación.

- La textura del pan y la miga del mismo se vuelve más suave y fina con el azúcar adicionado. Se cree que esto es debido a la acción de los azúcares en retrasar la gelatinización del almidón y la desnaturalización de proteínas.

Las soluciones de los monosacáridos glucosa y fructosa elevan la temperatura inicial de gelatinización del almidón de trigo, pero en una extensión menor que cuando se utiliza sacarosa. Dicho tiempo de extensión varía de acuerdo a la concentración que se utiliza de azúcar. En comparación con la sacarosa se necesitan mayores niveles de glucosa y aún más altos de fructosa para elevar dicho rango. (34)

Cada mezcla panadera tiene una cierta temperatura de horneado, de acuerdo a ésta, los monosacáridos y disacáridos pueden ser acomodados, si el nivel de agua se ajusta de tal forma que permita la gelatinización del almidón a una cierta temperatura que sea óptima para la fórmula. (35)

- Incrementando la cantidad de azúcar en la fórmula, se incrementa la tolerancia a la fermentación, es decir, el tiempo de fermentación es menos crítico, esto es debido probablemente a la cantidad de azúcar disponible para la levadura y la acción inhibidora de niveles altos de azúcar con la actividad de la levadura.

- El empleo de azúcares en panadería también ayuda en la retención de humedad, prolongando la frescura del producto.

- Los azúcares ayudan en los procesos de batido durante el mezclado y por último, ayudan en el valor nutricional del producto final. (36)

PROBLEMAS QUE SURGEN POR USO INADECUADO DE LOS AZÚCARES EN PANADERÍA.

Cuando se usan grandes porcentajes de azúcar en las mezclas pueden formarse bolsas de jarabe concentrado, lo cual causará manchas oscuras en la costra y la formación de grandes hoyos en los productos horneados.

Aunque generalmente se utiliza azúcar granular, algunas veces, está en pequeños terrones, causando problemas como los ya citados (manchas oscuras en las costras de los productos horneados, un grano muy tosco en la miga y un volumen pobre).

Los cristales de azúcar se disuelven por el calor del horno y aparecen en la superficie del producto caramelizados y formando las mencionadas manchas; en la mezcla se disuelven formando gotitas de jarabe concentrado. Estos cristales de azúcar también actúan como abrasivos en la maquinaria empleada pudiendo remover -

el estaño, el cual proporcionará una coloración grisácea en el producto. La abrasión puede ser aún mayor si las mantequillas o grasas usadas en la mezcla, están frías.

Se sabe que el azúcar absorbe humedad y hace la pasta menos fluida. Si se añade o retira azúcar de una mezcla es importante balancear el contenido de humedad, así como el contenido de levadura.

Por otra parte, una mezcla pobre, deficiente en azúcar, dará un producto pálido en el color de la costra y que además tiende a secarse rápidamente, ya que a veces se hornea más tiempo del debido con el fin de obtener un mejor color en la costra.

Para mantener la frescura deseable de los productos, suelen agregarse agentes higroscópicos o que retengan humedad. La glucosa, el azúcar invertido o jarabes, incrementan la humedad y dulzura de la mezcla. (37)

GRASAS.

Las grasas son ésteres carboxílicos que derivan de un solo alcohol, el glicerol, $\text{HOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ y se conocen como glicéridos. - Son sustancias solubles únicamente en compuestos como el éter y el cloroformo. (38)

INDICE DE ENRANCIAMIENTO DE LAS GRASAS.

Es la propiedad de las grasas que consiste en fijar O_2 en las dobles ligaduras y formar peróxidos, los cuales al ser muy reactivos producen radicales libres que permiten la formación de moléculas nuevas de menor peso molecular, generalmente volátiles con olor y sabor desagradable (heptanona o aldehído heptílico). El dimetil etil carbinol, compuesto de olor perfumado se encuentra unido a la heptanona. (39)

La oxidación se presenta en tres fases:

- Inducción: se forman las lipasas.
- Captación: atrapan CO_2 .
- Estabilización: grado máximo de oxidación.

Las altas temperaturas aceleran considerablemente la oxidación, especialmente arriba de 60°C . La velocidad de oxidación se duplica cada 15°C . Las reacciones de oxidación requieren bajos niveles de energía y una baja temperatura no inhibe la oxidación. Algunas grasas no se oxidan fácilmente debido a que contienen antioxidantes naturales. (40)

REVERSION DE LAS GRASAS.

Es un fenómeno que sucede en los lípidos durante su almacenamiento, produciéndose olores desagradables, primero a pintura y después a pescado. En ambos casos el aceite ya no es bueno ya que -

pierde características. El ácido graso precursor de la reversión es el linoleico que se transforma en isolinoleico que es el productor del olor. Este fenómeno es completamente diferente al enranciamiento, o sea, que no está relacionado con la oxidación de las grasas.

En la industria aceitera se utilizan algunos antioxidantes para conservar las propiedades de las grasas: tocoferoles, lecitina, glicina, gelatina de propilo, etc. La adición de antioxidantes - presenta los siguientes problemas: dispersión incompleta por mal mezclado, concentración inadecuada, cambios químicos o adición - extemporánea. (41)

ESTABILIZACION DE LAS GRASAS.

La deterioración por oxidación de las grasas y aceites, puede -- ser iniciada por varios factores, tales como el calor, la luz, - trazas de metales, oxígeno y enzimas, las cuales pueden catali-- zar la formación de radicales libres que inician la reacción en cadena; ya que esto no puede ser totalmente eliminado, dos rutas alternas de estabilización pueden seguirse: uso de antioxidantes y la hidrogenación.

Los antioxidantes interrumpen la reacción en cadena de la oxidación. La mayoría de los antioxidantes usados comercialmente son compuestos fenólicos, los cuales poseen en su estructura anular, uno o más grupos hidroxilo que pueden ser atacados.

La acción de los compuestos fenólicos se explica por su relativa facilidad con la cual dan un átomo de hidrógeno y lo sustituyen por un átomo de oxígeno.

Un antioxidante no puede prevenir indefinidamente la oxidación - de las grasas; sin embargo, durante su período de efectividad só

lo unos pocos hidroperóxidos se forman y el período de inducción de la grasa se prolonga. Entre los antioxidantes comerciales aprobados para su uso en alimentos, para lograr la estabilización de las grasas y aceites, se pueden citar los tocoferoles, propil galato, goma guar, EHA y BHT. En adición a éstos, se utiliza la lecitina y cefalina, los cuales son fosfátidos, que se presentan normalmente en muchos aceites vegetales, actúan ambos como antioxidantes y sinergistas y son quizás las primeras sustancias naturales usadas para la estabilización de las grasas.

El BHA y el BHT son los dos más importantes antioxidantes fenólicos usados. Principalmente porque conservan su actividad aún después de ser calentados y por lo tanto su efecto de estabilización de las grasas llega hasta el producto final. Su efectividad se incrementa cuando se usan en combinación con otros antioxidantes o los dos juntos.

Los niveles normales de uso de antioxidantes y sinergistas en pan se encuentran en el rango de 0.005 a 0.1%.

La estabilización por hidrogenación, ocupa un segundo lugar, después del uso de antioxidantes. Involucra la adición catalítica de hidrógeno a los ácidos grasos, en los sitios donde estén localizados los dobles enlaces reduciendo por consiguiente el grado de insaturación. (42)

REQUERIMIENTOS FISICOS DE LAS GRASAS PARA PANADERIA.

En la evaluación de las grasas para su uso en panadería, dos propiedades reciben generalmente una consideración especial, éstas son:

- a) Las características sensoriales de las grasas y su rango de plasticidad.

b) El sabor y olor son obviamente de gran importancia, su evaluación es apropiada cuando ésta se hace una vez que se ha adquirido una práctica sistemática y prolongada.

Los estándares de sabor y color para las grasas, como la mantequilla para panadería y la mantequilla de mesa, no son idénticos.

Las mantequillas para panadería requieren de un sabor y olor más pronunciados, ya que durante el proceso de horneado se pierde algo de éstos y se requiere que en el producto final se retenga algo del sabor.

Las mantequillas deodorizadas no deben enmascarar sabores y olores desagradables, deben carecer de cualquier olor y sabor ajenos a ellas.

El rango de plasticidad o la consistencia de las grasas a diferentes temperaturas de trabajo es de gran importancia según las aplicaciones que se vayan a dar durante el horneado.

Esta plasticidad de las grasas puede valerse mejor a diferentes temperaturas que generalmente incluyen 10, 21, 32 y 35°C. La firmeza o plasticidad de una grasa o mantequilla está influenciada por un cierto número de factores tales como temperatura, tamaño de las partículas, materiales cristalinos y su rigidez, etc. (43)

RAZONES POR LAS QUE SE UTILIZAN LAS GRASAS EN PANADERIA.

Las grasas se usan en la producción del pan por varias razones, entre éstas se pueden mencionar:

- Incremento de volumen.- El mecanismo por el cual las grasas mejoran y aumentan el volumen del pan, se funda en el retardo de-

la pérdida de CO_2 durante el horneado. (44)

- Proporcionan disminución del diámetro de la miga, riqueza y suavidad al producto.
- Proveen la aireación necesaria para la fermentación resultante del producto.
- Contribuyen en el sabor, particularmente cuando se usa mantequilla.
- Ayudan en la formación del grano deseable y de textura adecuada.
- Lubrican el gluten en el desarrollo de las masas fermentadas por levadura.
- Actúan como emulsificantes para la retención de líquidos, como es el caso de los monoglicéridos.

Por otro lado, cabe mencionar los problemas que pueden surgir por el uso inadecuado de las grasas, ya que la máxima fuerza de cohesión que se obtiene de cualquier formulación de una mezcla durante el horneado, es debida a la influencia que ejercen sobre ella los ingredientes batidos. Resulta de la acción de oposición entre los ingredientes que se endurecen (harina de trigo) y aquellos que dan suavidad (mantequilla, azúcares, leche). (45)

Así, cuando en la mezcla el nivel de grasa es aumentado, se tiene que la fuerza de cohesión que se desarrolla en un pan se ve reducida, debido a que la relación de la grasa con los ingredientes secos ya no es proporcional; y por el contrario, si la grasa se omite de la formulación, no se incorpora aire y el producto resultante es muy denso, mostrando una fuerza de cohesividad alta. (46)

LECHE DE VACA.

La leche es la secreción láctea, completa y limpia, obtenida de la ordeña completa de una o más vacas sanas, alimentadas y cuidadas apropiadamente, excluyendo la obtenida 15 días antes y 5 días después de parir alguna o el tiempo necesario para que la leche esté libre de calostro. (47)

Uno de los mayores descubrimientos en la tecnología de la panadería, es el desarrollo comercial de la leche descremada en polvo que se obtiene por el completo secado y separación de la grasa de la leche. Los sólidos no grasos de la leche representan un ingrediente valioso en panadería ya que mejoran el valor nutritivo y las cualidades generales y físicas de los productos horneados, en los cuales se usa en cantidades significativamente funcionales. La categoría general de las leches en polvo incluye varios tipos que se diferencian principalmente por su contenido de grasa. Si la leche entera se seca, se obtiene la leche entera en polvo. Si se separa la grasa sólo en parte se obtiene la leche parcialmente descremada en polvo. Si se separa toda la grasa se obtiene la leche descremada en polvo. La leche parcialmente descremada se produce sólo para propósitos especiales y es muy poco usada por panaderos en el comercio.

El precalentamiento antes de secar la leche es esencial para obtener una buena calidad panadera de la misma. Las investigaciones han demostrado que cuando el tratamiento de precalentamiento es omitido o llevado a cabo inapropiadamente, se obtiene una leche de pobre calidad panadera.

La leche no calentada afecta el volumen, disminuyéndolo y hace la consistencia de la masa floja, en una forma similar a la obtenida por la adición de cisteína y glutatiónina, esto es debido a los grupos sulfhidrilo (-SH) de la cisteína presente en la

leche, los cuales con el tratamiento calórico son oxidados a ligaduras disulfuro más estables o de algún modo modificadas.

(48)

ASPECTOS PRACTICOS DE LOS PRODUCTOS DE LECHE EN PANADERIA.

Al añadir leches en polvo a la masa en los mezcladores, el procedimiento recomendado es colocar la leche en la parte superior de la harina antes de empezar el mezclado. Este método evita la formación de bolas indeseables, lo cual sucede generalmente cuando la leche se pone directamente en contacto con el agua en el mezclador. Si estas bolas se forman, son muy difíciles de disolver completamente durante la operación de mezclado y dan lugar a la aparición de manchas en la costra del producto final. Puede también reconstruirse la leche antes de su uso, aunque la práctica general es añadir la leche en su forma en polvo.

Las masas que contienen 6% de leche descremada en polvo requieren de un período de mezclado más largo que el de las masas sin leche, ya que los sólidos de la leche tienen un efecto fortificador en la harina. Las masas que contienen leche, se vuelven más flojas, ya que durante la fermentación se aprietan debido a la progresiva hidratación de los sólidos de la leche. La leche descremada en polvo aumenta la tolerancia de la masa a la fermentación y alarga algo el tiempo de fermentación; actúa como estabilizador en la masa y por lo tanto contribuye materialmente a la uniformidad del pan de un día a otro. (49)

El tiempo de horneado debe también cuidarse con el fin de obtener un pan de miga suave y la obtención más rápida de la coloración de la costra del pan. La formación del color durante el horneado es debida a la combinación de dextrinización, caramelo-

lización, y formación de melanoidinas, que son las principales sustancias responsables de la coloración de la costra del pan; se forma por la reacción entre azúcares reductores y aminoácidos, por la influencia del calor. Las masas con más azúcares residuales se colorean más rápidamente que las que los tienen en poca cantidad, es decir, masas jóvenes y viejas respectivamente. En muchos casos el tiempo de horneado de 30 minutos con la apropiada temperatura es el ideal para un óptimo desarrollo del producto y del color del mismo. La recomendada adición de 6% de leche entera en polvo en relación al peso de la harina, se funda en el hecho de que tal adición dará un producto que es equivalente al obtenido en el cual todo el líquido añadido ha sido leche. En el caso de leche descremada en polvo el producto es equivalente al obtenido usando leche líquida descremada. (50)

HARINA DE SOYA.

La semilla de soya consiste primordialmente de proteína, grasa, carbohidratos y minerales. El porcentaje de cada uno de ellos depende considerablemente de las condiciones climáticas, suelo y variedad.

Los productos de soya comúnmente usados por panaderos son harinas desgrasadas con un contenido de grasa de 1% o menos y harinas con toda la grasa original del frijol del cual se obtuvo.

De la soya se pueden obtener preparados importantes como son: aislados de soya, y concentrados de proteína de soya. La razón por la cual la harina de soya, concentrados de proteína de soya y aislados de soya se usen en productos alimenticios es por su alto valor nutritivo, ya sea por su composición en cuanto a aminoácidos o por su digestibilidad. De aquí que se usen las harinas de soya para suplementar las de los cereales comunes, los cuales tienen un balance de aminoácidos-esenciales muy pobre, el cual se mejora por la adición de las proteínas de la soya que tienen estos aminoácidos mejor balanceados. (51)

Las harinas de soya desgrasada se autorizan en productos de panadería estandarizados a un nivel máximo del 3% en base al peso de la harina. (52)

ASPECTOS NUTRITIVOS.

Las proteínas pueden estar presentes en suficiente cantidad, pero su contribución al valor nutritivo puede estar limitada por la cantidad presente de un aminoácido esencial en particular de la proteína. En el trigo el aminoácido lisina limita el valor nutritivo de su proteína, mientras que en la soya el aminoácido limitante es la metionina. Así, las proteínas provenientes de diferentes alimentos, son complementarias unas de otras, y mediante la combinación de varias protef-

nas, el valor nutritivo de las protefñas de los alimentos se incrementa favorablemente. Tal es el caso de la combinación de protefna de soya con protefna de trigo en la elaboración de productos de panificación. (53)

La adición de niveles altos de harina de soya en la formulación de pan, ocasiona cambios notables en el valor nutritivo de las protefñas de dicho pan, ya que se considera como un excelente fortificador, obteniéndose además, panes más suaves y con mayor vida de anaquel, ya que reduce el tiempo de evaporación del agua de la costra (deshidratación); además, disminuye el intercambio de agua entre el gel del almidón y el gluten en la miga (endurecimiento) e inhibe el rompimiento de las grasas debido al efecto antioxidante de los fosfátidos que contiene. (54)

La Relación de Eficiencia Protefñica (PER) compara el valor nutritivo de un sistema con el valor nutritivo de las protefñas de la casefna a un nivel de 2.5 El PER de la harina de soya desgrasada ligeramente tostada, es de 2.03 a 2.30. (55)

El PER para pan blanco es aproximadamente de 0.7 y para pan con un 3% de harina de soya adicionada, es aproximadamente 0.83. Cuando la harina de soya se incrementa hasta un nivel del 6%, el PER sube a 1.3 y a un nivel del 12%, el PER es 1.95. Además del mejoramiento de la calidad de la protefna con un nivel de harina de soya del 12%, el contenido de protefna se incrementa en un 50%

En general, los productos de soya debido a sus propiedades funcionales y nutritivas, son utilizados constantemente en la industria de los alimentos, en especial en los productos de panificación. Las harinas de soya utilizadas dentro de esta área, se diferencian por su contenido de protefna, grasa, solubilidad de la protefna, actividad de la ureasa, liposidasa y tamaño de la partícula, ya que la harina de grano fino incrementa la absorción de agua.

SAL.

La sal puede ser obtenida de minas, mares o lagos salados, así como de camas de sal. Esta, es extraída de un líquido altamente concentrado, el cual es previamente purificado y posteriormente cristalizado.

La sal de mesa es la que principalmente utiliza el panadero; en ciertos productos más toscos, puede ser utilizada la sal de grano.

La sal tiene varios fines en panadería, entre los cuales se pueden citar los siguientes:

- Tiene la cualidad de realzar el gusto de los alimentos, acentuando el sabor de otros ingredientes, como es el caso del dulzor del azúcar, el cual se enfatiza por el uso de la sal.
- Cambia la falta de sabor en otros alimentos o materiales.
- Ayuda al control en la fermentación por levadura de las masas, actuando sobre la levadura y por consiguiente controlando la duración de la fermentación.
- Tiene un efecto de fortificación en el gluten de la masa.
- Modifica el color de la superficie de los productos fermentados.
- Ayuda en la prevención y formación del crecimiento de bacterias indeseables en las masas fermentadas por levadura.

La cantidad requerida de sal debe pesarse exactamente y evitar variaciones. Los productos esponjosos requieren menor cantidad de sal que los productos cremosos, debido a que su contenido de grasa es menor.

No es recomendable usar sal húmeda que está hecha bolas ya que no se distribuye homogéneamente, causando problemas en el producto final. -

C A P I T U L O I V

DESARROLLO DE FÓRMULA.

MATERIAL Y METODOS.

La parte experimental de este trabajo consistirá en desarrollar una harina preparada para elaborar pan danés, tomando como referencia una muestra ideal del citado artículo, adquirido en el extranjero.

El material empleado será el siguiente:

- Mezcladora Hobart modelo N-50
- Cámara de Fermentación y Horno
- Balanza Granataria y Analítica
- Alveógrafo de Chopin
- Farinógrafo de Brabender

El desarrollo de la fórmula de la harina preparada para elaborar pan danés, consistirá en partir de una fórmula base, a la cual se le irán haciendo las debidas correcciones, hasta la obtención de la óptima. Para definir cuál es la óptima formulación se irán realizando pruebas pa nel tipo triángulo a nivel laboratorio además de considerar la muestra tomada como referencia.

También se realizarán pruebas para el establecimiento de criterios de calidad, tanto para materia prima como para producto terminado. Para estas pruebas el material empleado será el siguiente:

- Mufia Brabender
- Equipo Microkjeldhal
- Equipo de Extracción Soxhlet
- Potenciómetro
- Colorímetro Kent-Jones
- Bureta
- Estufa Brabender
- Balanza Analítica

- Balanza Granataria
- Mallas del No. 20, No. 100 y No. 200
- Bomba de Oxígeno
- Aparato Fisher para Determinar Punto de Fusión
- Microscopio
- Incubadora
- Esterilizador
- Medios de Cultivo
- Cámaras de Refrigeración

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Una vez concluida la investigación bibliográfica de todos y cada uno de los componentes que integran la fórmula base de harina preoarada para elaborar pan danés, así como las interacciones presentes entre ellos, se llevó a cabo el desarrollo experimental de este trabajo, el cual consistió en lo siguiente:

Primeramente se realizó una prueba con la fórmula base ya existente:

- Harina de Trigo	741.3 g
- Levadura	35.0 g
- Color	2.2 g
- Harina de Soya	15.0 g
- Manteca Vegetal	65.0 g
- Mono y Diglicéridos Vegetales	20.0 g
- Leche en Polvo Descremada	16.0 g
- Sal	12.0 g
- Sacarosa	45.0 g
- Dextrosa	80.0 g

Para desarrollar el color, se partió de la siguiente fórmula base, ya existente también:

- Propilénlicol	5.0 g
- Fécula de Maíz	9.2 g

- Color Amarillo No. 5	2.9 g
- Color Rojo No. 40	0.1 g

Es necesario tomar en cuenta que la homogeneización perfecta de la harina preparada, además de la adecuada concentración de los ingredientes, es sumamente importante, puesto que de ello depende que el producto final obtenido sea de óptima calidad. Así, para elaborar la harina preparada se mezclaron perfectamente todos los ingredientes secos durante 2 minutos a 40 rev/min. y después se adicionó la manteca vegetal cremada, mezclándose durante 2 minutos más a 40 rev/min., con el fin de lograr una completa homogeneización. (57)

Para desarrollar el color se mezcló la fécula de maíz con el color -- amarillo No. 5, posteriormente se adicionó el color rojo No. 40 y por último el propilenglicol. Así, se obtuvo finalmente una mezcla amarillo pálido.

Ya elaborada la harina preparada se procedió a hacer la masa de la siguiente manera: Se tomaron 4 g de levadura seca activa, los cuales se disolvieron perfectamente en 92 ml. de agua tibia (28°C), una vez disueltos, se adicionaron 200 g de la harina preparada mezclándose durante 5 minutos. Se procedió a una amasado de 5 minutos con el fin de lograr una masa suave y no pegajosa. Obtenida ésta, se sometió a un proceso de fermentación de 60 minutos. A continuación se le aplicó un segundo amasado de 4 minutos. Se tomaron piezas de 80 g cada una y se depositaron en pequeños recipientes (tacos de igual tamaño). Se sometieron a una segunda fermentación por un tiempo aproximado de 60 minutos. Ya concluido dicho tiempo de fermentación se horneó durante 40 minutos a una temperatura de 250°C.

EVALUACION DE LA FORMULA BASE YA EXISTENTE.

Comparando el producto obtenido, con la muestra ideal propuesta, la evaluación de la fórmula base ya existente es la siguiente:

1.- El color de la harina preparada fue muy pálido, no siendo adecuado, y por otro lado, el color general del pan danés resultó sumamente desagradable, presentando en ciertas zonas puntos rojos, debido a errores en la concentración y homogeneización de los colores amarillo No. 5 y rojo No. 40.

2.- El sabor del producto final obtenido resultó insípido y la coloración de la costra un tanto descolorida, debido a la inadecuada concentración de azúcares en la mezcla.

3.- La consistencia y el volumen del pan danés no fueron los esperados, debido a que el tiempo de mezclado no fue suficiente.

A causa de los aspectos anteriormente citados se procedió de nuevo a realizar pruebas con el fin de obtener una nueva formulación, con la cual se tuviera un pan con todas sus características óptimas, en relación a la muestra ideal.

Sin embargo, antes de llevar a cabo cualquier cambio en la formulación base, se procedió a determinar con qué tipo de harina de trigo es conveniente trabajar.

EMPLEO DE DIFERENTES TIPOS DE HARINAS DE TRIGO.

Debido a que la cantidad y la calidad de la proteína, así como la granulación de la harina de trigo son de suma importancia en la elaboración de productos de panificación, se realizaron pruebas con tres tipos diferentes de harinas de trigo, cuyas características, una vez efectuados los análisis correspondientes, fueron las siguientes:

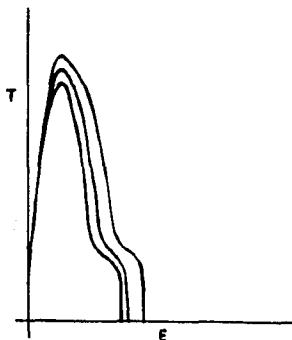
TABLA NO. 6

ANALISIS FISICOQUIMICOS DE DIFERENTES
HARINAS DE TRIGO.

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
Proteína	7.00%	9.00%	10.00%
Grasa	3.41%	3.06%	3.49%
Carbohidratos	89.59%	87.94%	86.51%
Cenizas	0.55%	0.45%	0.45%
Humedad	13.00%	13.50%	13.00%

TABLA NO. 7

PRUEBAS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE
LA PROTEINA DE DIFERENTES HARINAS DE TRIGO.



Harina de Trigo A

Humedad de Harina de Trigo 13.2

Expansión 5.2 cm

No. de Caídas 3

G = 22.7 P = 38

21.0 39

22.9 42

\bar{G} = 66.6 \bar{P} = $39.66 \times 1.1 =$
43.63 m/m

W = $6.54 \times 29.5 = 192.93 \times 10^3$ ergios

P/G = 0.65

DESARROLLO PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DE LA CONSISTENCIA Y EL VOLUMEN.

Para determinar la consistencia óptima de la masa con el fin de producir un pan de máxima calidad, es necesario hacer pruebas de tiempos de mezclado. Cada masa se somete a una prueba de tiempo de mezclado óptimo. Cuando este tiempo empieza a disminuir y la consistencia a aumentar se indica que ese tiempo de mezclado es el óptimo para obtener la máxima consistencia. Esta consistencia también puede estar en función de la absorción de agua, lográndose la máxima cuando se reduce dicha absorción. (58)

El tiempo de mezclado para la masa de pan es esencial para mejorar el contacto físico entre las moléculas de gluten y otros constituyentes de la harina y todos los demás ingredientes, así como para mejorar la energía requerida para formar los complejos con el gluten, el cual es capaz de retener los gases producidos durante la fermentación. (59)

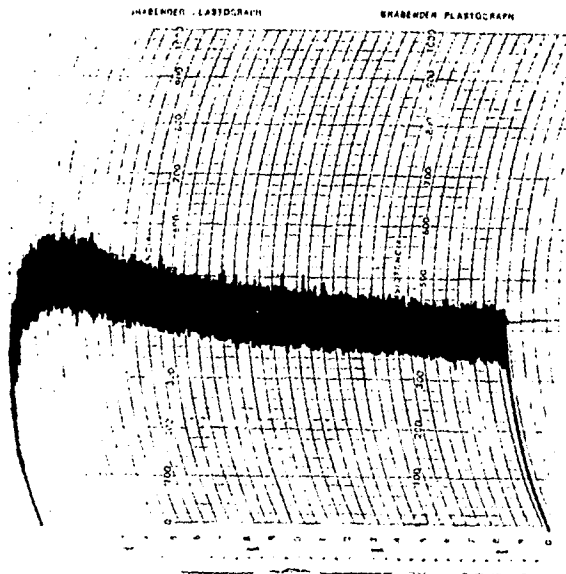
Para lograr esto, es necesario recurrir al empleo de un aparato llamado Farinógrafo de Brabender. Así, mediante la interpretación del farinograma, se puede deducir la siguiente información:

- 1.- Consistencia de la masa: ésta y la capacidad de absorción de agua se deducen de la cantidad de agua necesaria para producir una masa de consistencia correcta que llegue a la línea 600 del farinograma.
- 2.- Evolución de la masa: es de gran importancia para poder determinar el tiempo de amasado, ya que a causa de una masa poco trabajada se obtienen panes de baja calidad, al igual que con masas muy trabajadas.
- 3.- Estabilidad de la masa: indica el tiempo que transcurre hasta que se debilita la masa y es una medida de la cantidad de fermentación que resistirá una harina, y en cierto modo es una indicación de la tolerancia de la misma al tiempo de fermentación. También es una medida del exceso de amasado que resiste una harina antes de que ésta empiece a debilitarse.
- 4.- Elasticidad de la masa: la anchura de la banda es una medida de la

dureza de la harina y de su elasticidad. No obstante no es muy adecuado este sistema para su determinación.

5.- Debilitamiento de la masa: queda representado por la caída de la curva por debajo de la línea 600, durante un período determinado del amasado. Las harinas fuertes darán números bajos, mientras que las débiles darán números altos. (60)

Así, el farinograma obtenido fue el siguiente:



EMPLEO DE MONO Y DIGLICERIDOS VEGETALES EN LA FORMULA.

Estos se incluyen en la formulación base con el fin de obtener una buena emulsificación de la manteca vegetal con la parte líquida de la misma. Por tal razón, se realizaron pruebas con:

- Mono y diglicéridos vegetales en polvo
- Mono y diglicéridos vegetales en escamas
- Mono y diglicéridos vegetales incluidos en la manteca vegetal
- BHA, BHT, ácido cítrico y polisorbato 60 (mono y diglicéridos vegetales) incluidos en la manteca vegetal.

DESARROLLO PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DEL COLOR.

Se llevaron a cabo las siguientes correcciones:

- 1.- Variación en el orden de mezclado.
- 2.- Eliminación del propiléniglicol.
- 3.- Sustitución de los colorantes por lacas aluminicas.

como a continuación se detallan:

TABLA NO. 8

PRUEBAS PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DEL COLOR

VARIACION EN EL ORDEN DE MEZCLADO

Propiléniglicol + fécula de maíz + amarillo No. 5 + rojo No. 40
Propiléniglicol + fécula de maíz + rojo No. 40 + amarillo No. 5
Propiléniglicol + rojo No. 40 + amarillo No. 5 + fécula de maíz
Propiléniglicol + amarillo No. 5 + rojo No. 40 + fécula de maíz
Fécula de maíz + rojo No. 40 + amarillo No. 5 + propiléniglicol
Amarillo No. 5 + rojo No. 40 + propiléniglicol + fécula de maíz
Rojo No. 40 + amarillo No. 5 + fécula de maíz + propiléniglicol

TARLA NO. 9

PRUEBAS PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DEL COLOR
ELIMINACION DEL PROPILENGLICOL Y VARIACIONES EN LA CONCENTRACION

<u>NO. DE PRUEBA</u>	<u>PROPILEN GLICOL</u>	<u>FECULA DE MAIZ g</u>	<u>COLOR AMARI LLO NO. 5 g</u>	<u>COLOR ROJO NO. 40 g</u>	<u>CANTIDAD DE COLOR ADICIONADO CON LOS INGREDIENTES SECOS g</u>
1	-	9.2	3.00	0.00	2.200
2	-	9.2	2.95	0.05	2.200
3	-	9.2	3.00	0.10	2.200
4	-	9.2	3.10	0.05	2.200
5	-	9.2	3.15	0.05	2.200
6	-	9.2	3.20	0.05	2.200
7	-	9.2	3.00	0.10	2.200
8	-	9.2	3.10	0.10	2.200
9	-	9.2	3.15	0.10	2.200
10	-	9.2	3.20	0.10	2.200

TABLA NO. 10

PRUEBAS PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DEL COLOR
ELIMINACION DEL PROPILENGLICOL Y SUSTITUCION DE LOS COLORANTES POR
LACAS ALUMINICAS

<u>NO. DE</u> <u>PRUEBA</u>	<u>PROPILEN</u> <u>GLICOL</u>	<u>FECULA DE</u> <u>MAIZ g</u>	<u>AMARILLO NO. 5</u> <u>LACA ALUMINICA g</u>	<u>ROJO NO. 6 LACA</u> <u>ALUMINICA g</u>	<u>CANTIDAD DE COLOR</u> <u>ADICIONADO CON LOS</u> <u>INGREDIENTES SECOS g</u>
1	-	9.2	0.29	0.007	1.870
2	-	9.2	0.29	0.005	1.870
3	-	9.2	0.29	0.004	1.870
4	-	9.2	0.30	0.100	1.870
5	-	9.2	0.49	0.000	1.870
6	-	9.2	0.45	0.040	1.870
7	-	9.2	1.35	0.120	1.870
8	-	9.2	1.80	0.160	1.870
9	-	9.2	1.35	0.120	2.805
10	-	9.2	1.35	0.120	3.740

DESARROLLO PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DEL SABOR.

Con el fin de lograr que el pan danés tuviera un sabor más agradable y que la costra del mismo presentara un color más dorado, se realizaron las pruebas que se muestran en la tabla dada a continuación, variando la concentración de dextrosa y sacarosa en la mezcla.

TABLA NO. 11

VARIACION DE LA CONCENTRACION DE DEXTROSA
Y SACAROSA EN LA MEZCLA.

A)

	G R A M O S					
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
SACAROSA	45	45	45	45	45	45
DEXTROSA	90	90	100	110	120	130

B)

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
SACAROSA	45	50	55	60	65	70
DEXTROSA	110	110	110	110	110	110

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION.

Debido a que la fórmula base ya existente no proporcionó resultados satisfactorios en relación a la muestra ideal propuesta, se llevaron a cabo las correcciones citadas en la parte experimental de este trabajo, cuyos resultados se dan a continuación:

EMPLEO DE DIFERENTES TIPOS DE HARINAS DE TRIGO.

Una vez realizados los análisis fisicoquímicos y organolépticos, así como los alveogramas correspondientes de los tres diferentes tipos de harinas de trigo, se realizaron pruebas con cada una de ellas, cuyos resultados se reportan a continuación:

ANALISIS FISICOQUIMICO

	<u>PAN A</u>	<u>PAN B</u>	<u>PAN C</u>
Proteínas	16.11 %	18.17 %	19.14 %
Grasas	18.81 %	18.13 %	18.30 %
Carbohidratos	65.08 %	63.70 %	62.56 %
Cenizas	1.20 %	1.00 %	1.00 %
Humedad	2.30 %	2.30 %	2.30 %

ANÁLISIS ORGANOLEPTICO

	<u>PAN A</u>	<u>PAN B</u>	<u>PAN C</u>
Color	desagradable puntos rojos	desagradable puntos rojos	desagradable puntos rojos
Olor	agradable característico	agradable característico	agradable característico
Sabor	desagradable insípido	desagradable insípido	desagradable insípido
Textura	desagradable apelmazada	agradable característica	agradable característica
Apariencia General	desagradable poco volumen	agradable característica	agradable característica

De este modo, se observa que los mejores resultados se obtienen con la harina de trigo marcada con la letra C en la Tabla No. 6, debido al elevado contenido proteico y a la excelente calidad panadora de la misma. Esto puede observarse claramente en el alveograma obtenido en la Tabla No. 7, cuya interpretación indica que la clase de gluten de la harina de trigo marcada con la letra C es medio fuerte-tenaz, que conforme la Tabla No. 4 y según los requerimientos de la industria harinera y de la panificación es el adecuado para la industria del panhecho a mano. Aunado a esto, se incluye el turboprocesado, el cual -- proporciona una granulación más fina de la harina, contribuyendo de este modo a la apariencia general del producto.

En lo que respecta a los resultados reportados con la harina de trigo marcada con la letra B, no difieren significativamente de los obtenidos con la harina de trigo citada anteriormente (Tabla No. 7); sin embargo, es preferible trabajar con aquellas harinas que incluyan las cualidades óptimas de cantidad y calidad proteica, así como el citado turboprocesado.

El pan obtenido a partir de la harina de trigo marcada con la letra - A, reportó los resultados menos satisfactorios en relación a la muestra ideal propuesta (aún siendo también turboprocesada) y esto es debido al bajo contenido proteico de la harina de trigo, así como la pobre calidad panadera de la misma. Este tipo de harina es adecuado para productos de panificación en los que se empleen agentes leudantes en sustitución de la levadura.

DESARROLLO PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DE LA CONSISTENCIA Y EL VOLUMEN.

Una vez identificada plenamente la harina de trigo con la que es conveniente trabajar (C), se realizó un farinograma para determinar el tiempo adecuado de amasado, con el fin de lograr la mejor consistencia y el volumen más adecuado del pan danés.

De este modo, según el farinograma obtenido, el tiempo de amasado correcto es de 8 minutos. Así, el pan danés obtenido presentó una estructura de la miga homogénea, un volumen adecuado y la coloración de la costra dorada.

Sin embargo, se realizaron dos pruebas más de tiempo de amasado:

- 5 minutos
- 11 minutos

En el caso de 5 minutos de tiempo de amasado, el pan danés obtenido presentó huecos alargados en la estructura de la miga, debido a que las paredes de las celdillas que constituyen el gluten se rompieron al producirse el gas propio de la fermentación y aumentar la presión del gas carbónico en la masa. El volumen obtenido fue pequeño, el aspecto general del pan danés fue amezacotado y la corteza resultó un tanto descolorida.

Y por otro lado, en el caso de 11 minutos de tiempo de amasado, el --

pan danés presentó un volumen excesivo y al partirlo se desmoronó (la miga había perdido su coherencia) ya que el gluten al ser trabajado - más de los indicado, se ablandó excesivamente, perdiendo de este modo su elasticidad.

EMPLEO DE MONO Y DIGLICERIDOS VEGETALES EN LA FÓRMULA.

En lo relacionado al empleo de mono y diglicéridos vegetales en la -- fórmula los resultados obtenidos se dan a continuación:

En la primera prueba se utilizó una mezcla de mono y diglicéridos vegetales en polvo, los resultados obtenidos fueron excelentes; sin embargo, este producto no es de fácil adquisición en el mercado mexicano, por lo que se procedió a emplear una mezcla de mono y diglicéridos vegetales en escamas, la cual no se incorporó adecuadamente, quedando su distribución muy poco uniforme y en forma de escama. Se trató de fundirla y aplicarla rápida y directamente a la manteca vegetal cremada, pero los resultados se presentaron de igual forma.

Por tal razón, se sugirió el empleo de manteca vegetal cremada con mono y diglicéridos vegetales incluidos en su formulación y de manteca vegetal cremada que incluye en su formulación mono y diglicéridos vegetales (polisorbato 60) con antioxidantes como BHA y BHT y aditivos como el ácido cítrico.

Una vez realizadas estas dos pruebas, se llegó a la conclusión de que es mejor trabajar el producto a partir de la manteca vegetal cremada que incluye mono y diglicéridos vegetales, BHA, BHT y ácido cítrico, ya que además de lograrse una adecuada emulsificación de la grasa vegetal con la parte líquida de la misma, se incluyen los antioxidantes requeridos para evitar la oxidación de la misma.

DESARROLLO PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DEL COLOR.

En lo que respecta al desarrollo para eliminar los problemas del color, la primera prueba consistió en variar el orden de mezclado de los constituyentes de la fórmula base del color, como ya se citó en la Tabla No. 8. Sin embargo, de una u otra manera de mezclarse, los resultados no fueron satisfactorios, ya que la harina preparada seguía presentando un color sumamente pálido, mientras que el producto final presentaba un color muy rojizo con las citadas zonas de puntos rojos.

Por tal razón, se procedió a hacer pruebas eliminando el propilenglicol (Tabla No. 9), el cual, por su consistencia aceitosa era el que impartía esa mala distribución de los colorantes, lográndose de este modo la eliminación de las zonas de puntos rojos. Así mismo, se variaron las concentraciones de los colorantes con el fin de lograr que se colorease la harina y que el producto final no fuese rojizo, pero no se obtuvo lo esperado. De este modo se sugirió el empleo de laca aluminica (Tabla No. 10), las cuales tienen la propiedad de colorear perfectamente la harina de trigo y por consiguiente la harina preparada, proporcionando un aspecto agradable al producto terminado.

Así, se logró obtener la combinación de colorantes que proporciona las características óptimas tanto en la harina preparada como en el producto final, siendo ésta la que contenía 1.35 g de amarillo No. 5 (laca aluminica) y 0.12 g de rojo No. 6 (laca aluminica), en una cantidad de 2.805 g de color adicionado con los ingredientes secos.

DESARROLLO PARA ELIMINAR LOS PROBLEMAS DEL SABOR.

En la sección A) de esta prueba se varió la concentración de dextrosa debido a que su dulzor es comparable con el de la sacarosa, con la ventaja de que es un azúcar directamente fermentable por la levadura, mientras que la sacarosa tiene que ser previamente hidrolizada por las enzimas de la harina de trigo, con el fin de mejorar el sabor del pan danés y la coloración de la costra del mismo, debido a la presencia -

de azúcares residuales.

Sin embargo, cuando el incremento es excesivo la consistencia se torna chiclosa, por lo que se tuvo que recurrir al incremento de sacarosa, para lograr un sabor agradable y una coloración de la costra adecuada (dorada), por lo que los mejores resultados tanto en sabor como en color de la costra y textura tersa en relación a la muestra -- ideal propuesta, se obtuvieron con una concentración de 55 g de sacarosa con 110 g de dextrosa.

Así, finalmente, la formulación obtenida es la siguiente:

TABLA No. 12

FORMULACION OBTENIDA

Harina de Trigo Turboprocesada con Elevado Contenido Proteico	741.3 g
Levadura Seca Activa	80.0 g
Color (Lacas Aluminicas)*	2.805 g
Harina de Soya	15.0 g
Manteca Vegetal con BHA, BHT,- Polisorbato 60 y Acido Citrico	65.0 g
Leche en Polvo Descremada	16.0 g
Sal	12.0 g
Sacarosa	55.0 g
Dextrosa	110.0 g

*9.2 g de fécula de maíz + 1.35 g de amarillo No. 5 + 0.12 g de rojo-
No. 6

No obstante, para corroborar los resultados obtenidos en el transcurso de este trabajo, se realizó una última prueba panel de triángulo, con 15 individuos previamente seleccionados y entrenados, con el fin de captar si había o no diferencia significativa con la muestra ideal propuesta.

Dicha prueba consiste en presentar al panelista dos muestras iguales y una diferente (cuidando de servir las seis combinaciones posibles), en forma aleatoria y simultáneamente, pidiéndosele que identifique la muestra diferente en cada uno de los dos juegos servidos en este caso. (61)

Para determinar una diferencia significativa entre el estándar y el nuevo producto, es necesario hacer la suma del número correcto de identificaciones de la muestra diferente (puesto que si es "suficientemente" grande se concluiría que las muestras son diferentes) y referirse a la Tabla No. 13: (62)

TABLA No. 13

NUMERO MINIMO DE JUECES PARA
ESTABLECER DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN PRUE
BAS TRIANGULO

<u>No. de</u> <u>Ensayos</u>	<u>Niveles de Probabilidad</u>					
	<u>0.05</u>	<u>0.04</u>	<u>0.03</u>	<u>0.02</u>	<u>0.005</u>	<u>0.001</u>
5	4	5	5	5	5	
6	5	5	5	5	6	
7	5	6	6	6	7	7
8	6	6	6	6	7	8
9	6	7	7	7	8	8
10	7	7	7	7	8	9
15	9	9	10	10	11	12
20	11	11	12	12	13	14
25	13	14	14	14	16	17
30	15	16	16	16	18	19
35	17	18	18	19	20	22
40	19	20	20	21	22	24
45	21	22	22	23	24	26
50	23	24	24	25	26	28
60	27	27	28	29	31	33
70	31	31	32	33	35	37
80	35	35	36	36	39	41
90	38	39	40	40	43	45
100	42	43	43	44	47	49

FUENTE: ROESSLER, E. B. AND OTHERS. EXPANDED STATISTICAL TABLES FOR ESTIMATING SIGNIFICANCE IN PAIRED-PREFERENCE, PAIRED-DIFFERENCE, DUO-TRIO AND TRIANGLE TESTS. JOURNAL OF FOOD SCIENCE.

Observando la Tabla No. 13 y considerando la suma del número correcto de identificaciones de la muestra diferente (12 en este caso) y que el número de ensayos es 30 (15 individuos por dos juegos servidos a cada uno) se encuentra que para que exista una probabilidad de al menos un 95% de confianza en que son diferentes las muestras, 15 de las 30 identificaciones deben ser correctas como mínimo. Debido a que esto no sucede, se concluye que no existe diferencia significativa entre los dos productos, por lo que se confirma que la formulación obtenida en la Tabla No. 12 es la ideal, pudiendo tener una buena aceptación en el mercado.

CRITERIOS DE CALIDAD.

A continuación se presentan dos tablas de criterios de calidad correspondientes a materia prima y producto terminado. Estos criterios de calidad son indispensables dentro de la elaboración de cualquier producto alimenticio, ya que de ellos depende que se obtenga la calidad óptima del mismo. Sin estos intervalos no se podría obtener siempre el mismo producto con la misma calidad, ya que las especificaciones de materia prima y por consiguiente de producto terminado pueden variar significativamente.

Los diferentes análisis presentados dependen de las características y función de cada uno de los ingredientes. La mayoría de las técnicas empleadas son las correspondientes al American Association of Cereal Chemistry. (63)

TABLA NO. 14

CRITERIOS DE CALIDAD MATERIA PRIMA

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>ANALISIS</u>	<u>TECNICA</u>	<u>ESTANDAR</u>	<u>TOLERANCIA</u>	
HARINA DE TRIGO TURBOPROCESADA CON ELEVADO CON TENIDO DE PROTEI NA.	HUMEDAD	PERDIDA POR SECADO AACC 44-15A	13.0-14.0%	15% MAX.	
	CENIZAS	DET. GENERAL DE CE NIZAS AACC 08-01	0.50%	MAX.	
	PROTEINA	MICRO-KJELDAHL AACC 46-13	10.0%	MIN.	
	GLUTEN SECO	AACC 38-20	9	MIN.	
	GLUTEN HUMEDO	AACC 38-10	28.8	MIN.	
	COLOR		3.5	MAX	
	CUENTA ESTANDAR	AACC 42-11	50,000 COL/G	MAX	
	HONGOS Y LEVADU RAS.	AACC 42-50	100 COL/G	MAX	
	MANTECA VEGETAL	ESTABILIDAD A.O.M.	AACC 58-54	35 HRS/MIN.	
		INDICE DE PERO XIDO.	AACC 58-32	1.0 MEQ.	MAX.
PUNTO DE FUSION		WILEY AACC 58-41	47.0°C	± 1.0° C	

Tabla No. 14 (CONT...)

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>ANALISIS</u>	<u>TECNICA</u>	<u>ESTANDAR</u>	<u>TOLERANCIA</u>
DEXTROSA MONOHI DRATADA	IMPUREZAS VI SUALES	PERDIDA POR SECADO AACC 44-15A	7.9	7.5-9.5 MAX
	GRANULOMETRIA	100 G. DURANTE 5 MIN. AGITANDO A TRAVES DE MALLA # 100 A TRAVES DE MALLA # 200	70% 35%	+ 20% MAX.
LECHE EN POLVO	PROTEINA	MICRO-KJELDAHL	33.0%	MIN.
	GRASA	AACC 30-16	1.5%	MAX.
	HUMEDAD	PERDIDA POR SECADO AACC 44-15 A	4.5%	MAX.
	CENIZAS	AACC 08-01	8.6%	MAX.
	CARBOHIDRATOS	POR DIFERENCIA	52.0%	MAX.
	CUENTA ESTANDAR	AACC 42-11	50,000 COL/G.	MAX.
	<u>E. coli</u>	AACC 42-15	0 COL./G.	
<u>S. aureus</u>	AACC 42-30	0 COL/ G.		

TABLA No. 14 (CONT...)

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>ANALISIS</u>	<u>TECNICA</u>	<u>ESTANDAR</u>	<u>TOLERANCIA</u>
LEVADURA SECA ACTIVA	HUMEDAD	PERDIDA POR SECADO	7.5%	7-8% MAX.
	PROTEINA	MICRO-KJELDAHL AACC 46-13	44.5%	42-47% MAX.
	CELULAS VIVAS		89.0%	86-92% MAX.
HARINA DE SOYA DESGRASADA	HUMEDAD	PERDIDA POR SECADO AACC 44-15A	7%	5-9% MAX
	PROTEINAS	MICRO-KJELDAHL AACC 46-13	50%	48-52% MAX.
	CENIZAS	DET GENERAL DE CENIZAS AACC 08-01	5.75%	5-6.6% MAX.
	GRANULOMETRIA	100 G DURANTE 5 MIN. A TRAVES DE MALLA No.100	92%	MIN.
	CUENTA ESTANDAR	AACC 42-11	175 000 COL/G	MAX.
	HONGOS Y LEVADU RAS	AACC 42-50	500 COL/G	MAX.
	<u>E. coli</u>	AACC 42-15	0 COL/G	

TABLA No. 14 (CONT...)

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>ANALISIS</u>	<u>TECNICA</u>	<u>ESTANDAR</u>	<u>TOLERANCIA</u>
COLOR	IMPUREZAS VISUA LES		NINGUNA	
	HUMEDAD	PERDIDA POR SECADO AACC 44-15A	11.5%	<u>± 1.5%</u>
	pH	POTENCIOMETRO	5.5	<u>± 0.5%</u>
	OLOR		LIBRE DE OLORES EXTRAÑOS	
	GRANULOMETRIA	5 MIN. CON AGITACION A TRAVES DE MALLA No.20 A TRAVES DE MALLA No.200	4.0% 90.0%	MAX. MAX.

TABLA No. 15

CRITERIOS DE CALIDAD PRODUCTO TERMINADO

<u>PRODUCTO TERMINADO</u>	<u>ANALISIS</u>	<u>TECNICA</u>	<u>ESTANDAR</u>	<u>PRODUCTO OBTENIDO</u>	<u>TOLERANCIA</u>
HARINA PREPARADA PARA ELABORAR PAN DANES	PROTEINA	MICROKJELDAHL AACC 46-13	13 %	11.2 %	MIN.
	GRASA	AACC 30-10	10 %	10.6 %	11-11.5%
	HUMEDAD	AACC 44-15A	5.5 %	5.8 %	6% MAX.
	CENIZAS	AACC 08-01	0.8 %	0.8 %	1% MAX.
	FIBRA CRUDA		TRAZAS	TRAZAS	
	CARBOHIDRATOS	POR DIFERENCIA	77 %	78.2 %	
	CUENTA ESTANDAR	AACC 42-11	50,000 COL/G	35,000 COL/G	MAX.
<u>E. coli</u>	AACC 42-15	0 COL/G	0 COL/G	MAX.	
<u>S. aureus</u>	AACC 42-30	0 COL/G	0 COL/G	MAX.	

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

C A P I T U L O V I

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A. La Formulación Óptima puede apreciarse en la Tabla No. 12, la cual fue el resultado de la experimentación descrita en los capítulos IV y V, que después de haberse realizado una prueba triángulo - contra la referencia, no mostró una diferencia significativa al considerar un factor de confianza del 95%.
- B. El conocimiento de los ingredientes descritos es indispensable para la elaboración de un producto de esta naturaleza (harina preparada para pan danés) ya que permite optimizar la utilización de cada uno de ellos, tanto en funcionalidad como en costo.
- C. Los criterios de calidad de materia prima y producto terminado se establecen para contrarrestar cambios significativos que pudieran afectar la calidad óptima de la harina preparada para pan danés y de este modo evitar pérdidas para el productor y bajas en la aceptabilidad -- por parte del consumidor.
- D. La harina preparada para pan danés presenta un sinnúmero de ventajas, entre las cuales cabe mencionar las siguientes:
- Ahorro extraordinario de tiempo, ya que no es necesario pesar por separado cada uno de los ingredientes, puesto que ya se incluyen -- dentro de la fórmula. Sólo es necesario añadir agua y levadura.
 - Disminución del área de almacenamiento.
 - Y por último, la más importante de ellas, la gran uniformidad que se logra en el producto horneado.

E. La introducción de este tipo de productos puede ser atractiva para las empresas productoras de harinas preparadas, presentándose como una oportunidad para mejorar su participación de mercado y satisfacer una necesidad del consumidor.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA.

- (1) Pyler, E. J. 1982. Baking Science & Technology. 3th. ed. Vol. I Siebel Publishing Co. Chicago III. p. 360
- (2) Op. Cit. p. 361
- (3) Op. Cit. p. 361
- (4) Op. Cit. p. 1031
- (5) Op. Cit. p. 1032
- (6) Head, Hilton. Ehrhardt, J. 1980. Investigación de Mercado. Por-
qué? Cómo? Mayo. p. 2
- (7) Op. Cit. p. 3
- (8) Grupo Olazabal-Pillsbury, S. A. de C. V. 1983. Estudio de Marca
do. p. 5
- (9) Op. Cit. p. 8
- (10) Op. Cit. p. 23
- (11) Op. Cit. p. 29
- (12) Op. Cit. p. 37
- (13) Op. Cit. p. 41
- (14) Op. Cit. p. 45
- (15) Op. Cit. p. 58
- (16) Op. Cit. p. 63
- (17) Kent, N. L. 1981. Tecnología de los Cereales. Ed. Acribia. Zara
goza, España. p. 26
- (18) Op. Cit. p. 28
- (19) Op. Cit. p. 29
- (20) Op. Cit. p. 30
- (21) Huebner, F. R. & Wall, J. S. 1979. Polysaccharide Interactions -
with Wheat Flour Doughs. Cereal Chem. 56 Mar. 70

- (22) Bennion, Mund B. 1969. Fabricación de Pan. 4ta. ed. Ed. Acribia Zaragoza, España. p. 350
- (23) Becker Duprat, Kathleen Ann. Martínez, Laura Elena. 1980. Usos de la Harina de Garbanzo en Panificación. p. 42
- (24) Sultán, William J. 1981. Practical Baking. 3th. ed. Avi Publication Co., West Port Conn. p. 20
- (25) Bohlin, L. & Carlson, G. 1979. Dynamic Viscoelastic Properties of Wheat Flour Dough: Dependence on Mixing Time. Cereal Chem. - 57 Dec. 176
- (26) American Institute of Baking. 1981. Baking Science and Technology. Baking Science. p. 114
- (27) Op. Cit. p. 115
- (28) Op. Cit. p. 117
- (29) Op. Cit. p. 99
- (30) Op. Cit. p. 103
- (31) Op. Cit. p. 110
- (32) Op. Cit. p. 142
- (33) Op. Cit. p. 143
- (34) Bean, M. M. and others. 1978. Wheat Starch in Sugar Solutions:- Fructose, Glucose and Sucrose; Cake Performance. Cereal Chem. - 55 N 949
- (35) Op. Cit. p. 945
- (36) Sultán, William J. 1981. Practical Baking. 3th. ed. Avi Publication Co., West Port Conn. p. 2
- (37) Op. Cit. p. 3
- (38) Fyler, E. J. 1982. Baking Science & Technology. 3th. ed. Vol. I Siebel Publishing Co. Chicago. III. p. 45
- (39) Op. Cit. p. 54

- (40) Badui, Salvador. 1981. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra. Zaragoza, España. p. 197
- (41) Op. Cit. p. 198
- (42) Pyler, E. J. 1982. Baking Science & Technology. 3th. ed. Vol.- I Siebel Publishing Co. Chicago III. p. 69
- (43) Op. Cit. 75
- (44) Junge, R. C. and Hosney, R. C. 1981. A Mechanism by Which --- Shortening and Certain Surfactants Improve Loaf Volume in --- Bread. Cereal Chem. 58 Feb. 410
- (45) Paton, D. and others. 1981. Development of Cake Structure: Influence of Ingredients on the Measurement of Cohesive Force During Baking. Cereal Chem. 58 N/D 527
- (46) Op. Cit. p. 529
- (47) Pyler, E. J. 1982. Baking Science & Technology. 3th. ed. Vol.- I Siebel Publishing Co. Chicago III p. 489
- (48) Op. Cit. p. 490
- (49) Op. Cit. p. 495
- (50) Op. Cit. p. 499
- (51) Op. Cit. p. 500
- (52) Code of Federal Regulations. CFR, 21, 136.110 (c) (11), 1979.
- (53) Dubois, Donald. 1980. Usos de la Soya en Productos de Panificación. ASA/MEXICO H. N. No. 30. p. 1
- (54) Hoover, W. J. 1983. Use of Soy Protein in Baked Foods. Sep. -- p. 3
- (55) Cotton, R. H. 1974. Soy Products in Bakery Foods. J. A. O. C.- S. 51, 116 A
- (56) Sultán, William J. 1981. Practical Baking. 3th. ed. Avi Publication Co., West Port Conn. p. 34

- (57) Mena, Lucila. 1985. Tesis en Desarrollo.
- (58) El Dash, A. A. 1978. Standardized Mixing and Fermentation Procedure for Experimental Baking Tests. *Cereal Chem.* 55 June p. 441
- (59) Op. Cit. p. 440
- (60) Bennion, Mund B. 1969. Fabricación de Pan. 4ta. ed. Ed. Acríbia. Zaragoza, España. p. 342
- (61) Kramer, L. & Twigg, M. 1980. Quality Control for the Food Industry. 3th. ed. Avi. Publication Co., West Port Conn. p. 142
- (62) Roessler, E. B. & Pangborn, R. M. and Others. 1978. Expanded Statistical Tables for Estimating Significance in Paired-Difference, Paired-Preference, Duo-Trio and Triangle Tests. *Food - Science.* 43. Mar. p. 941
- (63) AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal-Chemist. 8th. ed. American Association of Cereal Chemist. St. Paul, Minn.