

200627

18
12



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUÍMICA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

**DESARROLLO DE UN PROCESO DE MEZCLADO PARA
LA ELABORACION DE HARINAS PREPARADAS**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
LUCILA MENA NAVARRETE**



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	i
INDICE DE FIGURAS	ii
CAPITULO I INTRODUCCION	1
I.1 INTRODUCCION	1
I.2 OBJETIVOS	3
I.3 GENERALIDADES	4
CAPITULO II CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO Y	
BASES TEORICAS	12
CAPITULO III METODOLOGIA Y DESARROLLO	
EXPERIMENTAL	64
III.1 MATERIAL Y METODOS	64
III.2 PARTE EXPERIMENTAL	69
III.3 RESULTADOS Y DISCUSION	71
III.4 PLANTA A PEQUEÑA ESCALA	85
CAPITULO IV CRITERIOS DE CALIDAD	95
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA	102

I N D I C E D E T A B L A S

TABLA I CLASIFICACION DEL TRIGO	7
TABLA II VENTA POR VOLUMEN DE HARINAS PREMEZCLADAS.	10
TABLA III ZONAS GEOGRAFICAS DE MAYOR FRECUENCIA DE COMPRA.	11
TABLA IV COMPOSICION DE LAS CENIZAS PRESENTES EN LA HARINA DE TRIGO	16
TABLA V COMPOSICION DEL GLUTEN	19
TABLA VI ANALISIS ELEMENTAL DE GLIADINA Y GLUTENINA	21
TABLA VII COMPOSICION DE LAS FRACCIONES PROTEICAS DEL TRIGO.	22
TABLA VIII COMPOSICION DEL ACIDOS GRASOS EN EL ACEITE DE ALGODON.	33
TABLA IX VALORES DE NEUTRALIZACION DE ACIDOS LEUDANTES COMERCIALES	45
TABLA X COMPOSICION DE LA LECHE.	48
TABLA XI DISTRIBUCION DE LOS AMINOACIDOS EN LA PROTEINA DE LECHE DE VACA.	51
TABLA XII RANGOS DE COMPOSICION DE LAS LECHE EN POLVO EN PORCENTAJE.	53
TABLA XIII RESULTADOS. MANTECA SOLIDA SIN CREMAR; TEMPERATURA FIJA 21°C.	80

TABLA XV RESULTADOS. MANTECA LIQUIDA; TEMPERATURA FIJA 45°C	81
TABLA XVI RESULTADOS. MANTECA CREMADA; TIEMPO DE MEZCLADO 2' ING. SECOS + 2' DESPUES DE ADICIONAR LA MANTECA.	82
TABLA XVII RESULTADOS. MANTECA CREMADA; TIEMPO DE MEZCLADO 2' ING. SECOS + 2' DESPUES DE ADICIONAR LA MANTECA.	83
TABLA XVIII RESULTADOS. MANTECA CREMADA CON AZUCAR . .	84
TABLA XIX CRITERIOS DE CALIDAD MATERIA PRIMA.	97
TABLA XX CRITERIOS DE CALIDAD PRODUCTO TERMINADO . .	99

I N D I C E D E F I G U R A S

FIGURA I	CORTE LONGITUDINAL DE UN GRANO DE TRIGO . . .	6
FIGURA II	ALTURA DE LA MASA COMO FUNCION DEL TIEMPO DE HORNEADO EN UN HORNO DE RESISTENCIA ELECTRICA	29
FIGURA III	SECUENCIA DE LAS REACCIONES OXIDATIVAS DE LAS GRASAS	35
FIGURA IV	RANGOS DE AEREACION DE DIFERENTES AGENTES LEUDANTES	43
FIGURA V	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO	93
FIGURA VI	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.	94

EL TRABAJO A CONTINUACION EXPUESTO FUE REALIZADO EN EL LABORATORIO DEL MOLINO LAS FLORES EN MEXICO, D. F. Y EN LAS INSTALACIONES DEL MOLINO LOS CANTABROS EN GOMEZ PALACIO, DURANGO, BAJO LA DIRECCION DE LA ING.- NORMA RUIZ RIQUEL, GERENTE DE NUEVOS PROYECTOS DEL -- GRUPO OLAZABAL-PILLSBURY.

CAPITULO I INTRODUCCION

I.1 INTRODUCCION

Las harinas preparadas o mezclas pasteleras son productos en los cuales se encuentran los principales ingredientes en polvo y la grasa ya mezclados en proporciones adecuadas para que en el momento de prepararse se agregue únicamente la grasa adicional (margarina o mantequilla), - huevos y agua o leche. Esto representa para el ama de casa un ahorro en dinero ya que el precio de la harina prepara da más los pocos ingredientes que se le agregan es menor al de la serie de ingredientes que lleva una receta de -- panqué, pastel o galleta, y un ahorro de tiempo ya que -- evita el pesado y preparado de cada ingrediente por separado.

El mercado de este tipo de productos va en crecimiento ya que el ritmo de vida es más agitado en la actualidad, y un mayor número de mujeres salen a trabajar, por lo que este ahorro en tiempo y dinero resulta primordial.

Por todo lo antes expuesto, es importante el desarrollo de nuevas fórmulas así como, de una tecnología adecuada para el procesado de harinas preparadas.

Dentro del desarrollo de nuevos productos es tan importante el desarrollo de formulación como el desarrollo de proceso, ya que se puede obtener una fórmula que dentro del laboratorio resulte excelente, pero al llevarla a proceso no resulte así. La fórmula siempre debe adaptarse -- una vez determinada a la maquinaria y tecnología con que se cuenta. El proceso puede modificar las propiedades de

un producto tanto, que difiera completamente del que se obtuvo en el laboratorio durante su desarrollo; en ésto reside la importancia de la obtención de un proceso de elaboración que complemente la fórmula.

I.2 OBJETIVOS

- Desarrollar en el laboratorio el proceso de mezclado óptimo desde el punto de vista técnico y económico para la elaboración de harinas premezcladas.
- Implementar y optimizar dicho proceso de mezclado en planta a pequeña escala.
- Establecer especificaciones de calidad tanto para materias primas como para producto terminado, para verificar así la calidad del producto procesado.

L.3 GENERALIDADES

El grano de trigo es una semilla denominada Cariópside desnuda. Consiste de una cubierta (pericarpio) y la semilla. Esta última comprende la envoltura de la semilla, el germen y el endospermo.

Cada una de las principales partes del grano, están a su vez subdivididas en varias capas, tejidos o regiones: (i)

1. Pericarpio (envoltura del furto)
 - a) Parte externa
 - Epidermis
 - Hipodermo
 - Células de paredes delgadas S
 - b) Parte interna A
 - Células intermedias L
 - Células cruzadas V
 - Células tubulares A
2. Semilla O
 - a) Cubierta de la semilla (testa)
 - b) Capa micelar (capa hialina)
 - c) Endospermo (capa de aleurona)
 - Albumen
 - d) Germen (embrión) G
 - Escutelo (cotiledón) E
 - Eje embrionario R
 - Plúmula envuelta por el coleóptilo M
 - Epiblasto E

La epidermis de los carióspsides (pericarpio) está formada por una pared de células rectangulares, delgadas y largas. Las células de la parte externa del pericarpio se proyectan en la dirección axial del grano. La capa más interna del pericarpio se rasga considerablemente durante la

maduración y está representada en el grano maduro por una capa de células blanquecinas, conocidas como células tubulares. En el trigo todo el pericarpio es fino y papiroso en el grano maduro; las capas externas frecuentemente se desprenden durante la limpieza acondicionamiento o molienda.(2)

La testa o capa hialina de la semilla es una capa fina sencilla o doble, con la estructura celular casi obliterada. La capa interior de la testa generalmente esta profundamente pigmentada y da al grano su color característico. La capa hialina es incolora y no posee estructura celular. Recientemente se ha descubierto que la testa es impermeable e impide el paso del agua a través del salvado.

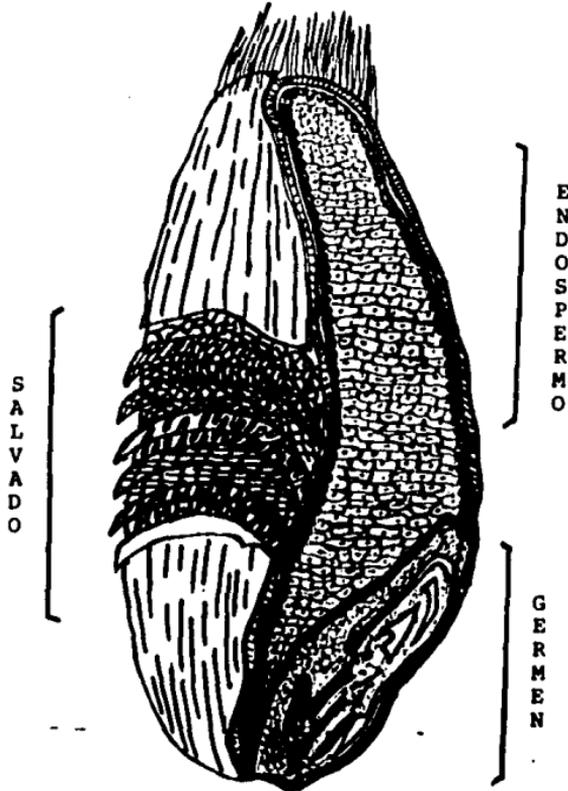
La capa aleurona consiste en el grano de trigo, de una capa sencilla formada de células cúbicas de paredes gruesas, cuyo contenido está libre de almidón, pero es rico en proteína y grasa. Esta capa forma parte morfológicamente del endospermo, pero rodea sólo a la parte almidonosa de éste. La capa aleurona y todas las demás externas constituyen el salvado.

La parte almidonosa del endospermo del trigo está formada por células de paredes finas de tamaño, forma y composición variadas según las diferentes partes del grano. El contenido de las células de cada región del endospermo consiste principalmente en almidón y proteína; el almidón en forma de gránulos lenticulares o esféricos juntos o apretados, la proteína llenando los espacios intergranulares.

El germen del grano que es la parte que desarrolla el embrión, y el escutelo, son ricos en proteínas y grasas, y en éste se encuentra la mayor parte de la vitamina B₁ del grano. (2)

FIGURA I

CORTE LONGITUDINAL DE UN GRANO DE TRIGO



FUENTE- Referencia (3)

El trigo es una semilla que va a presentarse en un gran número de variedades. Los diferentes trigos variarán en sus características físicas y en la composición del grano, así por ejemplo hay trigo duro - que es más alargado y su endospermo es vítreo, y trigo suave que es más redondeado y su endospermo es mas harinoso. Dentro de nuestro país CONASUPO se encarga

de clasificar el grano en cinco diferentes grupos, presentados en la siguiente tabla:

TABLA I CLASIFICACION DEL TRIGO

	<u>GRUPO I</u>	<u>GRUPO II</u>	<u>GRUPO III</u>	<u>GRUPO IV</u>	<u>GRUPO V</u>
TIPO DE GLUTEN	fuerte y elástico	medio fuerte elástico	suave extensible	tenaz	tenaz corto y cristalino
<u>VARIEDAD</u>	Inia	Norteño	Pitic	Peruano	Oviachic
	Noroeste	Bajío	Lerma	Siete Cerros	Zacatecas Jori
				Zacatecas	Cocorit

FUENTE: REFERENCIA (4)

La diferencia entre las variedades de trigo incluyen factores como la presencia o ausencia de aristas, cantidades variables de pigmentos coloridos, resistencia al frío, período de maduración y sus características de molienda y panaderas.

Generalmente la variedad del trigo se clasifica en función de las características de su gluten.

El grupo I es un tipo de trigo con gluten fuerte y elástico. La harina obtenida de este tipo de trigos es útil para la industria mecanizada de la panificación.

El grupo II comprende trigo con gluten medio fuerte, elástico. Su harina es útil para pan fermentado con levadura.

El grupo III comprende el grano con gluten suave y extensible cuya harina es útil en la industria galletera.

El grupo IV comprende trigos con un gluten corto y tenaz. La harina obtenida de trigo de este grupo es utilizada en la industria de productos fermentados químicamente - como pasteles, panqués y galletas.

El grupo V abarca variedades de trigo con un gluten -- cristalino y tenaz con un elevado porcentaje de caroteno. La harina procedente de estas variedades se utiliza en la industria de pastas y macarrones. La adaptabilidad del -- trigo para usarse en los diferentes productos mencionados está determinada principalmente por su contenido de protefina, el cual esta marcadamente asociado con la textura del grano. Los granos duros generalmente tienen un contenido - mayor de protefina, mientras que los trigos suaves o blandos, en comparación, contienen menor protefina. (5)

- HARINAS PREMEZCLADAS

Las llamadas harinas preparadas son productos en los - cuales todos los ingredientes secos, como harina, azúcar, - leche en polvo, huevo en polvo, manteca y agentes leudantes, se mezclan de acuerdo a fórmulas definidas por el fabricante. (6) Las harinas preparadas se introdujeron hace unos cincuenta años y han tenido un fuerte desarrollo en - los últimos años tanto en variedad como en calidad. Entre las ventajas que presentan, sobretudo a nivel industrial - es que se reduce el costo de mano de obra, los requerimien- tos de inventario y almacenamiento, y los productos hornea- dos tienen mayor uniformidad.

Las harinas premezcladas que se consumen en el mercado se dividen en tres grupos generales. El primero incluye -- las mezclas para donas, panqués, "hot-cakes" y otros productos que hacen uso de agentes químicos leudantes. Para este tipo de mezclas se usan harinas sin colorantes, de variedades de trigo semi suave. Los ingredientes adicionales incluyen azúcar, de tamaño de partícula controlado, manteca vegetal con una estabilidad adecuada; leche en polvo descremada, un agente leudante y, yema en polvo.

El segundo grupo de harinas premezcladas comprenden -- productos fermentados con levadura que varían desde mezclas para pan hasta roles dulces y pan danés.

El tercer grupo importante de estos productos consiste en las harinas preparadas para pasteles. Este tipo de mezclas utilizan harinas de trigos de gluten corto y tenaz. -- Son los productos que requieren mayor número de ingredientes individuales como sólidos de huevo, manteca, saborizantes, cocoa, leche en polvo, agentes leudantes, etc.

- SITUACION EN EL MERCADO

La situación de las harinas premezcladas en el mercado mexicano se refleja en el análisis de mercado, que se presenta a continuación. (7)

El crecimiento anual compuesto de mercado de 1975 a -- 1982 fue de 15.1%. Durante 1983, debido a la crisis económica prevaleciente se contrajo el mercado 20%. De acuerdo al estudio realizado durante 1984, permaneció constante, -- esperándose un crecimiento anual del 3.22% de 1985 a 1990.

T A B L A II

VENTAS POR VOLUMEN DE HARINAS PREMEZCLADAS

<u>AÑO</u>	VALORES DE VENTAS POR VOL. MILES DE TON.
1975	6.0
1976	7.4
1977	9.1
1978	10.8
1979	12.3
1980	13.8
1981	15.3
1982	16.1
1983	12.9
1984	16.1
1985	17.5
1986	18.8
1987	20.0
1988	21.0

FUENTE: REFERENCIA (8)

De acuerdo al análisis de mercado anteriormente citado, aproximadamente el 40% de la población consume mezclas pasteleras por lo menos una vez cada quince días y el 77% consume por lo menos una vez al mes. Las zonas geográficas de mayor frecuencia de compra son:

T A B L A I I I

AREA	ESTADOS	POBLACION QUE CONSUME HARINAS PREMEZCLADAS POR LO MENOS DOS VECES AL MES.
II A	Coahuila; Nuevo León; S.L.P.; Tamaulipas	75%
II	Chiapas; Durango; Zacatecas	66%
V	D.F. ; Area Metropolitana	61%
III	Jalisco; Michoacán; Guanajuato	60%
VI	Oaxaca; Veracruz	51%
IV	Guerrero; Puebla; Hidalgo; Edo. de México; Tlaxcala; Morelos	22%

FUENTE: REFERENCIA (8)

Como se puede observar en los datos aquí presentados, las harinas premezcladas son consumidas por un gran número de personas, y sus volúmenes de venta tienden a aumentar, lo que significa que la gente acepta y adquiere cada vez más dichas mezclas. Es por esto que es de gran utilidad el desarrollo y la optimización del proceso de elaboración de harinas preparadas.

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO Y BASES TEORICAS

La calidad de cualquier producto horneado depende de tres factores principalmente:

- La especificidad de cada ingrediente individual para el tipo de producto horneado en particular.

- Las proporciones o balance de los diferentes ingredientes en la fórmula.

- El procedimiento de mezclado y horneado.

Coughlin definió como fórmula balanceada aquella que tiene las cantidades apropiadas y proporcionadas de los ingredientes esenciales para obtener un buen producto. (9) Cada producto exhibirá sus propias características, de este modo un panqué requerirá una combinación de ingredientes diferentes al de una galleta o un pastel determinado. Cada ingrediente dentro de una mezcla desempeña un efecto único sobre las características del producto final. Esto implica que cualquier cambio en alguno de los ingredientes básicos requiere un ajuste en las proporciones de uno o varios de los demás ingredientes.

La estructura final desarrollada en un producto horneado es el resultado de la fuerza de cohesión. Se ha demostrado que esta fuerza se origina como el resultado de la acción opuesta de aquellos ingredientes que endurecen-

y los que suavizan, y la magnitud de la misma se ve influenciada por el nivel de los ingredientes principales de la mezcla. (10)

Se han enumerado 5 categorías funcionales de ingredientes. Cada uno de ellos puede pertenecer a una sola categoría o a más de una, en caso de que tenga varias funciones. (11)

La clasificación funcional es la siguiente:

- Compuestos endurecedores o formadores de estructura.
- Compuestos suavizantes.
- Compuestos humectantes.
- Compuestos secantes.
- Compuestos saborizantes.

La interdependencia entre los ingredientes y las categorías funcionales a las que pertenece cada uno, se comprenderá mejor, al considerar las características de cada ingrediente y sus funciones principales dentro de la mezcla.

HARINA DE TRIGO

Este es el ingrediente principal en la mezcla y el que se encuentra en mayor proporción. Desde el punto de vista del panadero, la harina contribuye en gran parte a la estructura de los productos, por lo que se considera un endurecedor.

La harina se obtiene del endospermo del grano. Las harinas varían de acuerdo al grado de separación que haya habido durante la molienda, es decir, la cantidad de salvado o germen que se consideran impurezas, presentes en la harina. Mientras mayor es el porcentaje de extracción mayor rendimiento se obtiene de la molienda, es decir, que el grado de extracción es la relación entre el trigo que entra al molino y la cantidad de harina que se obtiene, de manera que una harina con un grado de extracción del 100%, corresponde a la harina integral que contiene gran cantidad de salvado y cascarilla.

La harina normalmente consumida tiene un grado de extracción del 70% o sea, que el 30% restante es toda la parte de salvado, cascarilla y germen que se separan.

La separación de la harina en el molino, se refiere a la división en diferentes clases de harina obtenida de una mezcla de diferentes trigos, depende también del refinamiento en la molienda. Por ejemplo, la harina llamada de patente, es harina refinada obtenida de endospermos purificados. Cada clase separada tendrá diferentes usos en la industria, correspondiendo también al tipo de trigo en cuestión. La harina llamada de patente obtenida de trigos suaves se utiliza para la fabricación de pasteles. En general las variedades suaves se utilizan para productos fermentados con polvos químicos, agentes leudantes, mientras que las variedades duras, se usan para pan fermentado con levadura. Muchas industrias lo que utilizan son mezclas de trigos en los que dominan las variedades duras o suaves de acuerdo al producto que se hornee.

La variación del contenido de cenizas y proteína dentro de una misma clase de harina puede ser tan amplia como la variación existente de una clase a otra. Por lo general, los trigos duros tienen un porcentaje mayor de proteína, y los trigos suaves son más bajos en contenido proteico. (12)

Las harinas para panificación contienen aproximadamente 10.5% de proteína y de 0.4 - 0.5% de cenizas y son generalmente harinas de patente. Tienen un grado elevado de absorción y buena tolerancia al mezclado. Las harinas pasteleras contienen menos del 10% de proteína (7.5 - 9% en promedio) y menos de 0.4% de cenizas. Tienen menor grado de absorción y requieren corto tiempo de mezclado. Las harinas de la porción de la molienda denominadas harinas claras, que corresponden a la porción restante de la separación de las harinas de patente tienen generalmente un contenido de cenizas alto (0.5% - 0.9%). Esta porción de la harina es de color oscuro y por lo tanto, se usa en la preparación de productos horneados, como costras para pie, galletas, pan negro, etc. También se le usa para aumentar la fuerza de una harina panificable.

- COMPOSICION DE LA HARINA.

A. Contenido Mineral de la harina.

Las cenizas presentes en la harina están compuestas por los minerales expresados en la tabla IV, en las proporciones indicadas.

T A B L A I V

COMPOSICION DE LAS CENIZAS PRESENTES EN LA HARINA
DE TRIGO

Anhidrido Fosfórico	(P_2O_5)	49%
Oxido de Potasio	(K_2O)	35%
Oxido de Magnesio	(MgO)	10%
Oxido de Calcio	(CaO)	4%
Oxido de Sodio	(Na_2O)	0.5%
Oxido de Aluminio y Hierro	(Fe_2O_3)	0.5%
Anhidrido Sulfúrico	(SO_3)	0.3%
Cloro	(Cl_2)	0.2%
Silica	(SiO_2)	trazas

FUENTE: REFERENCIA (13)

El contenido de cenizas en una harina, es un índice - del grado de refinamiento, ya que la mayoría del material mineral está en el salvado y en las células aleuronas.

También sirve para verificar si las muestras tomadas en el molino corresponden a la harina enviada.

El contenido de cenizas no es de ninguna manera una - gufa para la calidad panadera de una harina. El trigo va-- ría en porcentaje de cenizas, por lo tanto, harinas del mis-- mo grado de extracción y separación, procedentes de dife-- rentes trigos variarán en su contenido de cenizas. (13)

El contenido de cenizas en una harina es la medida -- del grado de separación de una harina extraída de una mez-- cla particular de trigos, no es un índice confiable de la calidad panadera, y varía con la cosecha del año. (13)

B. PROTEINAS DE LA HARINA.

Las proteínas más importantes presentes en la semilla de trigo con la gliadina y la glutenina debido a que son los principales componentes del gluten. Tanto la gliadina como la glutenina, son las que producen alfa aminoácidos únicamente cuando se someten a una hidrólisis completa. (14)

Las proteínas simples se clasifican de acuerdo a su solubilidad en cuatro grupos:

- a). Albúminas.- Solubles en agua, en soluciones salinas y coagulables por efectos del calor. Ej. Ovoalbuminas presente en la clara de huevo.
- b). Globulinas.- Insolubles en agua, solubles en soluciones salinas y coagulables por efectos del calor. Ej.- Globulina del suero, se encuentra presente en el suero sanguíneo.
- c). Glutelinas.- Insolubles en solventes neutros, soluble en ácidos y bases diluidas y coagulable al someterse al calor. Presente en semilla de cereales únicamente. Ej. glutenina del trigo.
- d). Gliadinas.- Prolaminas. Solubles en 80% de alcohol, insolubles en agua, alcohol absoluto o solventes neutros presentes en semillas de cereales únicamente. Ej. Zeína del maíz, gliadina del trigo.

La solubilidad de cada grupo revela hasta cierto punto su constitución molecular, ya que las proteínas en que los grupos ácidos predominan ~~son~~ más solubles en bases que en -- ácidos y viceversa. (15)

La solubilidad de cada proteína está a un mínimo en un cierto valor de pH; en soluciones acuosas libres de sales neutras coincide con el punto isoeléctrico en el cuál, las cargas eléctricas de la molécula están exactamente equilibradas. La mayoría de las proteínas tienen puntos isoeléctricos en un rango de pH de 5 a 7. Las protaminas y las -- histonas son proteínas con reacciones básicas marcadas, és tas contienen un alto porcentaje de aminoácidos básicos en la molécula. La proteína con el mayor carácter ácido aislada, es la pepsina que parece ser una globulina. La solubilidad de las proteínas se cree que está influenciada por - el arreglo molecular de constituyentes de aminoácidos resi duales. (15)

Las glutelinas están asociadas siempre a las gliadinas; un ejemplo típico de esta proteína es la glutenina del tri go, que es insoluble en agua, en soluciones salinas, y alcohol, pero soluble en álcali diluido. La glutenina en combinación con la gliadina forma el gluten.

Las gliadinas también conocidas como prolaminas, al igual que las glutelinas sólo se encuentran en semillas. -- Cuando se descomponen se obtiene principalmente glutamina, prolina y amonio, con una pequeña porción de aminoácidos - básicos. La gliadina es el segundo componente más importan te del gluten.

El trigo es único entre los cereales, debido a que su producto de molienda la harina, es capaz de formar una masa que retiene gas producido durante la fermentación y al hornearse resulta un pan ligero y esponjoso. Esta propiedad única es impartida por las proteínas que en combinación con el agua, dan como resultado el gluten, que es la sustancia que confiere a la masa su propiedad elástica. Debido a la importancia de estas proteínas dentro de la industria de productos horneados, se han realizado muchos estudios acerca de ellas.

Cuando se mezcla la harina con el agua para formar una masa y ésta se lava vertiginosamente bajo el chorro del agua, manual o mecánicamente se obtiene una masa extensible y elástica, que consiste principalmente de proteína y agua. A esto se le llama gluten crudo y contiene de 65 a 70% de agua, y cuya materia sólida consiste de 75 a 80% de proteína, 5 a 15% de almidón que no alcanzó a lavarse, de 5 a 10% de lípidos y pequeñas cantidades de sales minerales. (16)

La siguiente tabla expresa la composición del gluten crudo de un trigo suave:

T A B L A V

COMPOSICION DEL GLUTEN CRUDO EN BASE SECA

Proteína	72.7%
Lípidos	7.1%
Cenizas	0.6%
Carbohidratos	18.8%

FUENTE: REFERENCIA (16)

Osborne logró exitosamente separar las proteínas del trigo en cuatro fracciones principales, basándose en la solubilidad en determinados solventes. (16)

La fracción obtenida incluye las proteínas formadoras del gluten: gliadina y glutenina, que constituyen un 80% del peso total de la proteína total de la harina de trigo, y las proteínas no formadoras de gluten: Leucosina, que es una globulina y edestina que es una albúmina. También encontró una pequeña cantidad de proteasa. La leucosina y la edestina se cree que no se necesitan para la formación del gluten y son eliminadas en su mayoría por el proceso de lavado.

El gluten crudo se trata con alcohol al 70%, y de esta forma se disuelve la fracción de la gliadina, obteniéndose en una forma casi pura. Lo que resta de proteína consiste esencialmente de glutenina que es soluble en ácidos o bases diluidas. El uso del alcohol para disolver la gliadina, desnaturaliza en gran parte a la glutenina que en consecuencia se vuelve muy resistente a todos los solventes prácticamente, excepto a sosa cáustica. (17)

Cuando se separa el gluten por métodos convencionales en sus dos principales constituyentes, y se someten a análisis, los valores obtenidos concuerdan con los valores encontrados por Osborne, dados en la tabla VI.

T A B L A V I

ANALISIS ELEMENTAL DE GLIADINA Y LA GLUTENINA

	% DE GLIADINA	% DE GLUTENINA
CARBONO	52.72	52.34
HIDROGENO	6.86	6.83
NITROGENO	17.66	17.49
OXIGENO	21.73	22.26
AZUFRE	1.03	1.08

FUENTE: REFERENCIA (17)

De acuerdo al análisis de la composición aminoácida de la fracción proteínica del trigo, expresada en la tabla VII, se puede observar que las proteínas del gluten en particular, contienen niveles excepcionalmente altos de ácido glutámico y un porcentaje relativamente elevado de prolina. En contraste con otras proteínas, no tienen muchas cadenas polipéptidas helicoidales, probablemente porque la elevada concentración de residuos de prolina - interfieren con la formación de la hélice, provocando -- que la cadena se doble.

Es importante notar el hecho de que el ácido glutámico se encuentra en su forma de monoamida, como glutamina. Hay evidencia de que este compuesto es el principal responsable de las propiedades cohesivas y elásticas del gluten. (17)

T A B L A V I I

COMPOSICION DE LAS FRACCIONES PROTEICAS DEL TRIGO.

AMINO ACIDO	PORCENTAJE DE PROTEINA EXPRESADO COMO RESIDUO AMINOACIDO				
	GLU TEN	GLIA DINAS	GLUTE NINAS	ALBU MINAS	GLOBU LINAS
ALANINA	2.1	16.	2.0	3.4	3.3
ARGININA	2.3	2.5	2.8	5.9	8.2
ACIDO ASPARTICO	2.8	2.2	2.3	5.9	7.1
CISTEINA	2.0	2.2	1.3	3.7	1.9
ACIDO GLUTAMICO	35.8	38.0	36.2	19.5	11.6
LISINA	2.6	1.3	4.2	3.2	9.0
HISTIDINA	2.1	1.8	1.7	3.4	5.2
ISOLEUCINA	3.8	3.8	2.9	3.6	11.4
LEUCINA	6.5	6.7	5.9	6.7	11.4
LISINA	1.1	0.7	1.2	3.9	3.0
METIONINA	1.8	1.5	2.2	1.8	1.1
FENILALANINA	4.8	6.3	4.3	3.8	3.5
PROLINA	12.6	13.9	12.5	10.0	2.2
SERINA	4.7	3.7	4.6	4.6	6.7
TREONINA	.23	1.9	2.6	2.4	2.0
TRIPTOFANO	1.0	0.8	1.7	2.8	1.2
TIROSINA	3.8	2.9	4.1	3.9	3.2
VALINA	3.8	3.4	3.3	5.7	4.6
AMONIO*	5.6	5.7	5.0	3.8	1.2

*El amonio se expresa como un porcentaje de protefna.

La glutenina forma una masa dura, de consistencia parecida al hule cuando se hidrata, mientras que la gliadina produce una masa fluida y viscosa al hidratarse. El gluten normal, en contraste, demuestra propiedades físicas como - la cohesión, elasticidad y flujo viscoso que combinan las características extremosas de los dos componentes que lo - forman.

Es muy importante el papel que juegan los grupos sulfhidrilos de las cadenas polipéptidas en las propiedades - reológicas de la masa, a pesar de las cantidades extremamente pequeñas en que se encuentran presentes. Lo mismo sucede con los grupos disulfuro SS, los enlaces intermoleculares SS son más reactivos que los enlaces SS intramoleculares, y tienen una mayor importancia en las propiedades - de la masa. La hipótesis postulada por Golstein acerca del intercambio sulfhidrilo- disulfuro explica y certifica el marcado efecto producido por las cantidades pequeñas de -- grupos sulfhidrilo y disulfuro en la masa. De acuerdo a esta opinión cuando se mezcla la masa, los enlaces disulfuro se rompen por la tensión depositada en ellos y luego se -- forman nuevamente por la interacción con grupos sulfhidrilo ya sean inter o intramoleculares. El intercambio provee un mecanismo para relevar la tensión creada entre los frag - mentos del gluten y por lo tanto, retarda la fragilidad de la masa causada por el exceso de mezclado. También imparte movilidad o flujo viscoso a la masa, ya que del intercambio resulta la formación de un nuevo grupo sulfhidrilo susceptible a la oxidación y otro tipo de reacciones. Los grupos sulfhidrilo formados pueden reaccionar más de una vez y el ciclo se puede repetir varias veces. (19)

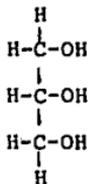
La cantidad de proteína depositada en el grano de trigo y hasta cierto grado las características de la proteína, parecen estar determinadas ampliamente por factores ambientales - como la composición de la tierra, la lluvia, la temperatura, etc. El factor limitante en la producción de proteína incidentemente es la cantidad de Nitrógeno disponible en el suelo, - en las diferentes etapas de desarrollo de la cosecha en relación a la humedad del suelo, los nutrientes minerales en el mismo y factores ambientales. La lluvia total, la distribución de la lluvia de temporal, y la temperatura tienen un efecto profundo en la cantidad de proteína, y en algunos casos, en las características de las proteínas sintetizadas. (20)

G R A S A:

Las grasas y aceites consisten de ácidos grasos y glicerol, en el cual tres moléculas de uno o más de los ácidos grasos se combinan con una molécula de glicerol para formar triglicéridos. Generalmente nos referimos a las mezclas de triglicéridos sólidas a temperatura ambiente como mantecas, y llamamos aceites a dichas mezclas que son líquidas a temperatura ambiente.

Las grasas y aceites se caracterizan por su contenido de diferentes ácidos grasos. Estos compuestos tienen una -- gravedad específica menor a la del agua y característica pa ra cada tipo de grasa. Su solubilidad en agua es práctica-- mente nula, sin embargo, con el uso de agentes apropiados - se puede lograr la formación de una emulsión de la grasa - con el agua. Estos compuestos son solubles en varios solven tes orgánicos, que de hecho se han llegado a denominar solven tes de grasas; ejemplo de éstos son, el éter, el benceno, el tetracloruro de carbono.

El glicerol es un líquido de consistencia parecida a un jarabe, más pesado que el agua, tiene sabor dulce. Se -- mezcla libremente con el agua; tiene tanta afinidad con el agua, que se le utiliza frecuentemente como agente higroscó pico en alimentos. Su molécula es la de un alcohol trihidro xilado:



Las grasas y aceites pueden clasificarse de muchas formas, basándose en diferentes características de las mismas. De acuerdo a su utilización industrial las grasas se clasifican como sigue:

- a). Grasas de leche. Derivadas de la leche de animales domésticos.
- b). Grasas laurico-ácidas. Obtenidas del coco, semilla de palma, etc. Se les llama así por su contenido excepcionalmente alto de ácido láurico.
- c). Mantecas vegetales. Ejemplificadas por la manteca de cacao. Estas contienen un 50% de ácidos grasos saturados y los ácidos grasos insaturados son principalmente oléico y linoléico.
- d). Grasas animales, como la manteca de cerdo y el sebo. Estas son ricas en ácido palmítico y esteárico.
- e). Las grasas oléico, linoléico, ácidas que incluyen los aceites de algodón, cacahuate y maíz - entre otros. Se denominan así porque los principales constituyentes son ácido oléico y linoléico.
- f). Las grasas linoléico ácidas. De las cuales el aceite de soya es un miembro importante. Excepto el aceite de soya, la mayoría de las grasas de este grupo se usan principalmente en la manufactura de pinturas.

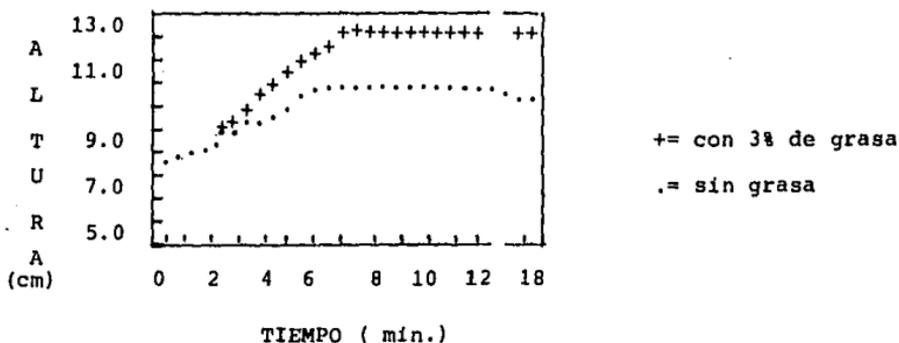
La adición de grasa a las masas en la industria de la panificación, entre otras cosas, incrementa el volumen y retarda la pérdida de CO_2 durante el horneado. Se -

ha demostrado que esta propiedad de la grasa de mejorar la retención de gas de una masa, es mucho mas efectiva en las mezclas que utilizan agentes leudantes, que en aquellas -- que se fermentan con levadura. (21)

La siguiente gráfica muestra la diferencia en volumen (altura alcanzada por la masa) entre una masa con y sin -- grasa.

FIGURA II

ALTURA DE LA MASA COMO FUNCION DEL TIEMPO DE HORNEADO EN UN HORNO DE RESISTENCIA ELECTRICA.



FUENTE: REFERENCIA (22)

Las grasas dentro de las mezclas pasteleras tienen varias funciones, suavizan el producto, imparten humedad y -- por lo tanto mejoran la palatabilidad del mismo, prolongan la vida de anaquel del producto evitando la pérdida de húme-- dad y de compuestos responsables de sabor y aroma. (23)

La grasa vegetal no contribuye de manera importante al sabor del producto. Desde el punto de vista funcional la habilidad de la grasa de tolerar grandes proporciones de líquido en la mezcla determina su efectividad como ingrediente. - La capacidad de conservar la humedad de la grasa se establece incorporando en ella surfactantes. Los agentes tensoactivos mejoran las propiedades emulsificantes de la manteca, - contribuyen a la dispersión uniforme de la grasa en glóbulos microscópicos que sirven como la fosa de las células de aire, generado por los agentes leudantes que son los responsables de la expansión de la masa durante el horneado y por lo tanto de la obtención de un volumen y de una textura única y esponjada de la miga.

Las características de la grasa dependerán del producto a realizar; así por ejemplo, la manteca utilizada en preparaciones para panadería del tipo de pan danés o del hojaldre debe ser firme pero a la vez tener cierta plasticidad en un rango muy amplio de temperatura. (24)

En el caso de la harina Versátil de acuerdo a los productos que se van a preparar con ella requiere una manteca vegetal en la que se consideran principalmente dos de sus propiedades:

- a). Sus características organolépticas.
- b). Su rango de plasticidad.

a). La manteca vegetal hidrogenada y deodorizada debe ser insípida e inodora; en panadería y pastelería se utiliza generalmente la manteca de color blanco puro.

b). La plasticidad o consistencia de la grasa a diferentes temperaturas, es muy importante en la manufactura de las harinas premezcladas. Una grasa del tipo de la manteca vegetal puede aparecer como un sólido suave y homogéneo, pero - al observarse al microscopio se encontrará que consiste de una masa de pequeñísimos cristales individuales formando -- una proporción considerable de aceite. Es esta combinación de fase sólida y líquida la que imparte su carácter plástico a la manteca vegetal, así como a otras grasas. (25)

Son tres las condiciones esenciales para que exista -- plasticidad en un material determinado:

- Debe consistir de una fase líquida y una fase sólida.

La fase sólida debe estar en una dispersión lo suficientemente fina para que la masa se mantenga junta gracias a las fuerzas de cohesión internas.

- Ambas fases deben estar en una proporción adecuada - con respecto una de la otra, de tal modo que las partículas de la fase sólida mantengan la masa unida pero sin formar - una estructura rígida.

La firmeza de una manteca plástica se ve influenciada por una serie de factores como la temperatura, el tamaño de partícula, la forma y la rigidez de los cristales, y el cociente sólido/líquido dentro del cual la grasa tiene plasticidad.

El contenido de sólidos de diferentes mantecas con propiedades plásticas varía marcadamente a diferentes temperaturas. Esto se debe al hecho de que diferentes componentes

de la grasa que se encuentran en estado sólido a bajas temperaturas se licúan progresivamente a medida que ésta aumenta, lo que provoca el reblandecimiento de la manteca al elevarse la temperatura.

Las mantecas vegetales con las que se trabaja mejor, - tanto en las mezclas pasteleras como en panadería, son aquellas que contienen un rango de 15 a 20% de sólidos. (25)

La grasa utilizada en harinas preparadas además de tener las características plásticas necesarias para obtener - un producto final adecuado, debe contener emulsificantes como los mono y diglicéridos. Estos son compuestos surfactantes muy efectivos para promover la dispersión uniforme tanto en la harina al mezclar todos los componentes, como en el producto que se vaya a preparar con ella.

La industria de harinas preparadas utiliza en sus mezclas, grasa vegetal hidrogenada únicamente, o en algunos casos mezclas de grasa vegetal y grasa animal en las cuales - predomina siempre la primera. Ninguna harina comercial preparada utiliza grasa animal únicamente. La cantidad total - de grasa en las mezclas comerciales se encuentra en un rango de 8.2 a 15.3 g/100 g de producto y debido al uso casi - exclusivo de grasa de origen vegetal contienen un rango de colesterol de 0 a 22 mg. (26)

El aceite de algodón es el principal constituyente de las grasas vegetales hidrogenadas. La composición de dicho - aceite varía marcadamente de acuerdo a la región en la que se cultive el algodón. Su composición típica se expresa en la siguiente tabla:

T A B L A VIII

COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DEL ACEITE DE
ALGODON

<u>ACIDO GRASO</u>	<u>% EN PESO</u>
- Saturados:	
Mirístico	1.4
Palmitico	23.4
Esteárico	1.1
Araquídico	<u>1.3</u>
	27.2
- Insaturados:	
Miristoléico	0.1
Palmitoléico	2.0
Oléico	22.9
Linoléico	<u>47.8</u>
	72.8

REFERENCIA: (25)

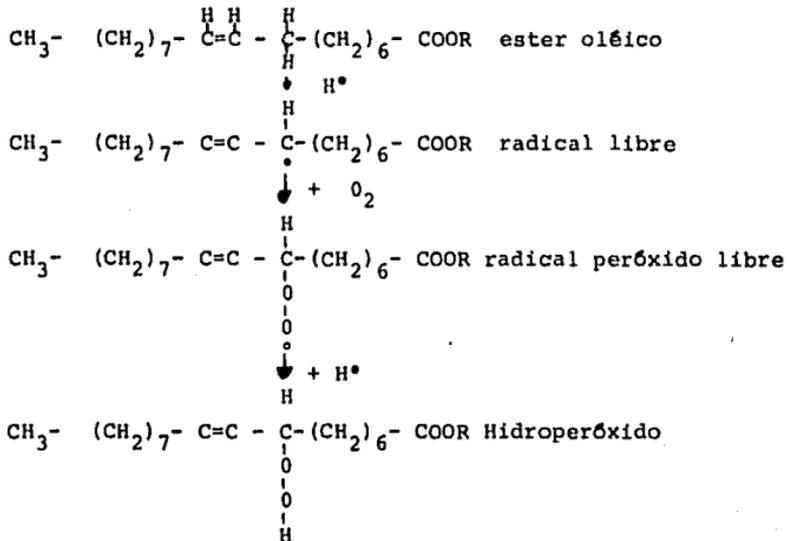
Las grasas y aceites en general son susceptibles a oxidarse al exponerse a la atmósfera lo cual provoca el enranciamiento que es la causa principal de deterioro de una grasa. Las grasas vegetales se encuentran mas propensas a oxidarse debido a que contienen un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados.

La oxidación de una grasa es una reacción que empieza con la pérdida de un electrón de un átomo de carbono que se encuentre adyacente a un doble enlace. Este electrón se lleva con él un protón de manera que se elimina un átomo de hidrógeno. La energía requerida para que un electrón se escape de una cadena de ácido graso, se deriva de la activación de la molécula en el doble enlace producida por una fuente externa de energía como el calor y la luz. La molécula de grasa al perder un átomo de hidrógeno, queda con un átomo de carbono con un electrón sin aparear.

Esta estructura químicamente inestable es un radical libre y tiene una fuerte afinidad por el oxígeno. Cuando captura una molécula de oxígeno se forma un radical peróxido libre que también tiene un electrón no apareado al que puede estabilizar al adquirir un átomo de hidrógeno. Para obtener esta molécula de hidrógeno, normalmente reacciona con otra molécula de grasa insaturada formándose otro radical libre. De esta manera se establece una reacción en cadena, y la molécula original de grasa que se convierte en un hidroperóxido, al adquirir 2 átomos de oxígeno y uno de hidrógeno se transforma subsecuentemente en aldehído, cetona y ácido. Son estos compuestos los que imparten el olor característico de rancidez a las mantecas y aceites.

F I G U R A III

SECUENCIA DE LAS REACCIONES OXIDATIVAS DE LAS GRASAS



REFERENCIA: (27)

Como se mencionó antes, este proceso oxidativo de deterioro de las grasas se puede desencadenar por varios factores, cuya exclusión total bajo condiciones normales es prácticamente imposible. De esta forma la luz, el calor, trazas de metales, la presencia de oxígeno y las enzimas pueden catalizar la formación de un radical libre que desencadena el mecanismo de reacción. Debido a que no se pueden controlar todos estos factores existen dos rutas alternas de estabilización de grasas que son la hidrogenación y el uso de antioxidantes.

La hidrogenación es una adición catalítica de hidrógeno a la molécula de ácido graso en las dobles ligaduras, reduciendo así el grado de isaturación de la grasa.

El proceso de hidrogenación tiene un marcado efecto sobre la estabilidad de las grasas y aceites. Los aceites vegetales requieren proceso de blanqueo y refinación para poder servir en la fabricación de mantecas vegetales. El proceso de refinamiento reduce significativamente la estabilidad de la grasa debido a que se pierden varios antioxidantes naturales de la misma. Cuando se hidrogenan estos aceites para producir la manteca vegetal, aumenta marcadamente su estabilidad.

Los antioxidantes ejercen su efecto estabilizante interrumpiendo la reacción oxidativa en cadena. La mayoría de los antioxidantes usados comercialmente son compuestos fenólicos; los grupos OH^- reaccionan uniéndose al anillo aromático.

Se ha demostrado que mientras menos grupos OH^- se unan al anillo fenólico mayor será su estabilidad al calor, lo cual es muy importante sobre todo en productos horneados o fritos. El butahidroxitolueno (BHT) y el butahidroxianisol (BHA) que tienen un solo grupo hidroxilo, han demostrado retener mucho más su actividad después de ser expuestos al calor que el propilgalato que tiene tres grupos OH^- unidos a su anillo fenólico. (28)

La acción de los compuestos fenólicos se explica por la relativa facilidad con que donan un átomo de hidrógeno y aceptan un átomo de oxígeno. Por lo tanto es más fácil para un radical éster de ácido graso libre tomar el hidrógeno de un fenol que de otra molécula de ácido graso. Una-

vez que el radical libre toma un hidrógeno se extabiliza y se interrumpe la reacción en cadena. El fenol al donar un átomo de hidrógeno se convierte en una semi-quinona, que es una estructura mucho más estable químicamente que un radical libre ya que el electrón no balanceado en esta estructura química, adquiere cierto grado de estabilidad al entrar en resonancia dentro del anillo aromático. La semi-quinona no tiene suficiente fuerza de atracción para eliminar un átomo de hidrógeno del ácido graso pero si capta cualquier átomo de hidrógeno libre que encuentre disponible y de esta forma recupera su actividad antioxidante original.

Un antioxidante no puede, por supuesto, prevenir la oxidación indefinidamente pero sí, aumenta significativamente la vida de anaquel de la manteca.

Entre los antioxidantes que se usan comercialmente -- permitidos en la industria de alimentos están, los tocoferoles que incluyen a la vitamina E, el propilgalato, la goma guar, el butahidroxianisol y el butahidroxitolueno.

La manteca a utilizar en la formulación de la harina "Versátil" es a base de aceite de algodón hidrogenado y -- contiene mono y diglicéridos que como se mencionó antes -- funcionan como emulsificantes. A la formulación se agrega una mezcla de 50% de BHA y 50% de BHT como antioxidante vigilando los límites establecidos por la Secretaría de Salud y Asistencia en el Código Sanitario.

AGENTES LEUDANTES

Durante muchos años el hombre ha preferido productos horneados realizados con agentes leudantes, algunas razones para esto es que estos productos son ligeros, y por lo tanto fáciles de masticar, además tienen un poro más abierto en la miga que los productos realizados con levadura, los jugos digestivos se ponen en contacto con la comida más fácilmente y la digestión se facilita. También podemos mencionar que tienen mayor palatabilidad y son más apetecibles.

La función de los agentes leudantes es aerear la masa y por lo tanto volverla ligera y porosa. La porosidad de una mezcla que durante el horneado se transforma en -- producto terminado, es importante por varias razones: Es responsable de un volumen; mejora la calidad y suaviza la miga. Contribuye a la presentación estética del producto -- final impartiendo atributos deseables, como uniformidad, de estructura celular, brillantez del color de la miga, -- suavidad en la textura, etc. (29) Estos agentes al impartir volumen y ligereza a los productos horneados caen en la categoría de compuestos suavizantes dentro de las mezclas.

La aereación de una masa puede producirse de varias maneras, la levadura por ejemplo, por su actividad biológica genera dióxido de carbono en la fermentación con levadura como un proceso de aereación biológico. Hay otros microorganismos capaces de producir CO_2 como uno de los productos finales de sus funciones metabólicas, como ejemplo podemos citar a las bacterias lácticas y acéticas.

Una segunda forma de producir aereación en una masa es por métodos puramente mecánicos e involucra la incorporación de aire en la masa cremando y mezclando. Este tipo de aereación es de considerable importancia en la fabricación de pan de una forma indirecta, ya que se ha comprobado, que la levadura es incapaz de originar células de gas en una masa. Deben existir células de gas preformadas, incorporadas mecánicamente por la acción del batido en las cuales se difunda el CO_2 generado por la levadura. (29)

El efecto del calor durante el horneado, produce también una forma de aereación que puede clasificarse como -- fuerza física ya que se obtiene por fuerzas puramente físicas como la expansión de los gases en las células de aire de la masa bajo la influencia del calor, además de la formación de vapor de agua que incrementa el volumen de la -- mezcla.

El método principalmente usado en la producción de -- productos del tipo de panques o pasteles es la aereación -- por medio de agentes leudantes químicos que se obtiene -- con el uso de polvos de hornear los cuales en contacto con líquido a temperatura apropiada, reaccionan químicamente -- para producir CO_2 en volúmenes y en rangos de evolución de gas controlados. Los compuestos químicos leudantes, diferentes a los polvos de hornear como tales, se usan en la -- producción de galletas, bisquets, y galletas saladas. Entre estos compuestos se cuentan el bicarbonato de sodio -- (NaHCO_3) que depende de la presencia de ingredientes de carácter ácido como harina, leche agria, miel, etc., para liberar dióxido de carbono, carbonato de amonio y bicarbonato los cuales, con la aplicación de calor se descomponen -- en amonio, CO_2 y agua.

Se cree que los primeros esfuerzos realizados para obtener una aereación eficiente con agentes leudantes involucra el uso de bicarbonato de sodio y leche agria. Un gran número de compuestos de carácter ácido y alcalino se han sugerido y utilizado como agentes leudantes desde mediados del siglo pasado, varios de los ácidos o sales ácidas reaccionantes se introdujeron en este tiempo.

La definición general dada por el departamento de Estados Unidos de Agricultura establece lo siguiente:

Los polvos de hornear se definen como los agentes leudantes producidos por la mezcla de un material ácido y bicarbonato de sodio, con fécula o sin ella. Debe producir no menos del 12% de CO_2 disponible. El material ácido en el polvo de hornear debe ser: 1) Acido tartárico o sus sales ácidas; 2) Acido fosfórico o sus sales ácidas; 3) - Compuestos de aluminio o 4) Cualquiera combinación en proporciones adecuadas de los compuestos antes mencionados.
(30)

se puede observar que el bicarbonato de sodio es el único componente alcalino permitido como ingrediente de polvos de hornear, y que se establece un límite del 12% como mínimo del CO_2 disponible basado en el peso del producto. Con respecto al ingrediente ácido permite una selección más amplia, obteniéndose la manufactura de polvos de hornear con diferentes propiedades.

Cualquier agente leudante liberará dióxido de carbono proveniente del NaHCO_3 , pero el valor global de un agente

leudante depende del rango al cual se libere el CO_2 y - lo apropiado que sea este rango de liberación para el - producto y el ciclo de mezclado -inflado- horneado. (31)

Los polvos de hornear se clasifican de acuerdo a -- sus componentes ácidos en:

- a) Polvos de tartrato
- b) Polvos de fosfatos
- c) Polvos combinados

Dependiendo de su rango de reacción se clasifican - en:

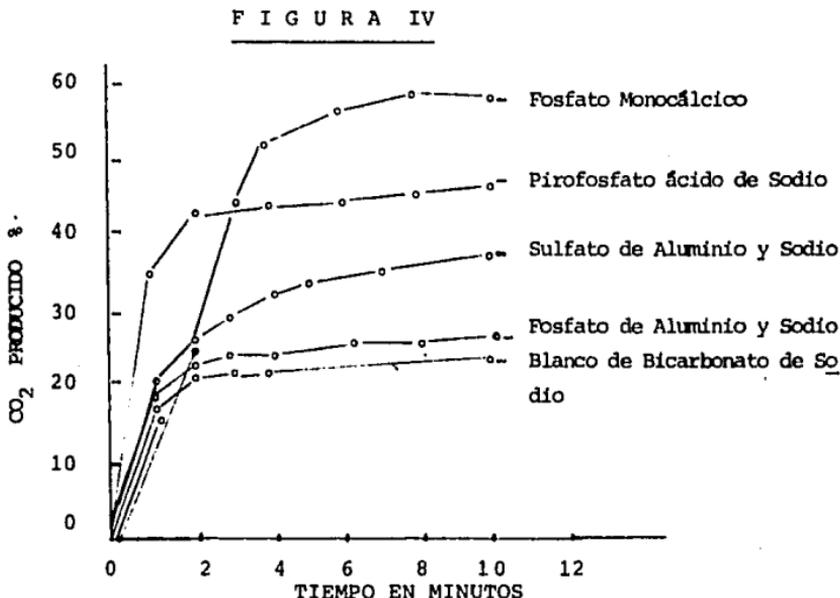
- Polvos de acción rápida
- Polvos de acción lenta
- Polvos de acción doble

Los polvos de acción rápida liberan la mayoría del - gas durante los primeros minutos de contacto con el líquido y por lo tanto, requieren una masa que necesite poco - tiempo de manipuleo para evitar pérdida de volumen. Los - polvos de acción lenta no liberan prácticamente CO_2 a ba- jas temperaturas, requieren el calor del horno para efec- tuar una reacción completa y una evolución total de dióxido de carbono. Los polvos llamados de doble acción, como lo implica su nombre, reaccionan una parte a baja tempera- tura liberando suficiente gas para producir una masa lige- ramente esponjada, pero requiere elevadas temperaturas pa- ra completar la reacción. Este último tipo de polvos, for- mulado por el fabricante para producir una acción regula- da y un producto uniforme, es el más usado en la industria.

Ya que el bicarbonato de sodio es soluble en agua es la solubilidad del compuesto ácido a diferentes temperaturas lo que determina el rango de liberación del ióxido de carbono. Si el componente ácido es muy soluble en agua a temperatura ambiente, forma la base para un polvo de acción rápida, mientras que si es relativamente insoluble en agua fría resulta un polvo de acción lenta, ya que la principal evolución de gas sucederá a altas temperaturas. Los polvos de doble acción que corresponden a su vez a polvos combinados contienen un ingrediente ácido soluble en agua fría mientras que el componente o los componentes ácidos restantes y generalmente predominantes son solubles sólo a temperaturas elevadas, y reaccionan rápidamente al hornearse.

Los rangos de aereación de los diferentes agentes se pueden determinar en una simple masa de panqué bajo condiciones estándares de formulación, mezclado, temperatura y tiempo, o en mezclas en que las determinaciones se hace comúnmente a diferentes temperaturas. La medición del rango de reacción en la masa, se hace con un tazón mezclador conectado a un instrumento que mide la producción de gas. Los resultados se expresan en porcentaje del potencial total de volumen de CO_2 representados por el bicarbonato de sodio presente y se grafican contra el tiempo de mezclado y de retención. (32)

Una tabla representativa de rangos de aereación se expresa en la siguiente figura:



FUENTE: REFERENCIA (33)

La curva del blanco de bicarbonato de sodio incluye todos los ingredientes en la mezcla excepto los agentes leudantes ácidos. Alrededor del 40% del CO_2 disponible (1.32 del peso total del bicarbonato de sodio en relación al peso del harina) ha reaccionado con los ingredientes ácidos no leudantes. Cerca de la mitad de esta cantidad se disuelve en la masa y la otra mitad o 20% se evoluciona en forma de gas. La harina es el principal ingrediente que provee la acidez. La cantidad de gas producido por la harina varía significativamente para propósitos de aplicación depen-

diendo del tipo y edad de la harina. Se han observado rangos del 17 al 30% de gas producido. Los otros dos ingredientes de la masa que tienen grandes efectos sobre el rango de liberación son el azúcar y la leche. El azúcar decrece el rango tanto como un 5 a 10% del gas producido dependiendo del contenido de azúcar. La leche tiene un efecto pequeño debido a su acidéz, pero su efecto principal es el de ser una fuente de calcio en forma iónica que retarda el rango de solución de la mayoría de los agentes leudantes hasta cierto punto. (33)

En la formulación de agentes leudantes, o polvos de hornear es muy importante el balance cuantitativo de los ingredientes ácidos y básicos de tal manera -- que haya una completa neutralización de ambos, de tal manera que no quede residuo alguno en el producto final. El concepto de valor de neutralización NV se desarrolló para comparar la acidéz disponible (poder de liberación de CO_2) de varios agentes leudantes y, lo que es más importante, para permitir el nivel correcto de empleo. Se ha definido, el Valor de Neutralización, como las partes en peso de bicarbonato de sodio que son neutralizados por 100 partes en peso del ácido leudante, y por lo tanto que libera todo el dióxido de carbono. La mayoría de los agentes leudantes se venden en un valor mínimo específico de NV. En la tabla se muestran valor de NV de algunos ácidos; estos valores se determinaron por medio de titulación.

T A B L A IX

VALORES DE NEUTRALIZACION DE ACIDOS
LEUDANTES COMERCIALES

AGENTE	TIPOS	VALOR DE NEU TRALIZACION
Fosfato monocalcico	3	80
Pirofostato ácido de sodio	6	74
Fosfato de aluminio y sodio	3	100
Fosfato de calcio dihidratado	1	33
Sulfato de sodio y aluminio	1	104
Acido fumárico	2	145

FUENTE: REFERENCIA (34)

Además de los componentes reactivos, los polvos de hornear contienen también un vehículo que es generalmente fécula de maíz de partícula fina que tiene dos funciones dentro de la mezcla:

a) Estabilizar el producto manteniendo los ingredientes activos separados para evitar que reaccionen en caso de que el polvo se humedeciera.

b) Sirve como un agente estandarizante al establecer la fuerza del polvo.

El Pirofosfato ácido de sodio exhibe un amplio rango de reactividades. Bajo condiciones de preparación -- constantes, cada grado de reactividad de este ácido tiene un tiempo característico de disolución y libera la mayoría del CO_2 disponible. (35) Este compuesto es muy estable, mientras que individualmente provee rangos controlados de CO_2 también se puede combinar por el usuario para adaptarlo a varias características de diferentes ingredientes alimenticios, como pH variable en harinas, grasas y leche así como las proporciones variables de los mismos.

El fosfato monocalcico monohidratado fue el primer fosfato utilizado como agente leudante y se le ha dado uso comercial cerca de un siglo.

Usado sólo sin combinar, reacciona rápidamente con el bicarbonato de sodio evolucionando un 60% o más de dióxido de carbono durante un periodo de dos minutos de mezclado en masas a 27°C . El fosfato monocalcico se encuentra virtualmente latente a temperatura ambiente durante el tiempo en que la masa se reposa. Se cree que la reacción con el líquido genera una cierta cantidad de un compuesto intermedio; fosfato dicalcico contienen sólo un hidrógeno y el calor del horno se requiere para reanudar la reacción y provocar la liberación del CO_2 restante. (36)

La velocidad de reacción limita las aplicaciones de este compuesto como ingrediente ácido único, es decir sin combinarse, sobre a mezclas donde se necesite liberar rápidamente del CO_2 y el tiempo de reposo sea apropiado. Un ejemplo de este tipo de masa es la de Hot

Cakes.

En combinación con fosfatos de acción lenta, se usa fosfato monocálcico, en bajas proporciones para iniciar la reacción sin interferir en las reacciones durante el reposo y el horneado. Este compuesto tiene un valor particular creando células de gas e incrementando su número durante el batido y el mezclado de masas. (37)

Se le utiliza con pirofosfato ácido de sodio, en -- horneado comercial para mejorar el sabor y las características de horneado. En la industria de harinas premezcladas se usa -- comúnmente con fosfato dicálcico, sulfato de sodio y aluminio o pirofosfato ácido de sodio- para -- mezclas institucionales y harinas de "Hot-Cakes". (37) El pirofosfato proporciona acidez rápidamente lo que estabiliza la mezcla; estas cualidades son especialmente -- deseables para mezclados de grandes cantidades de masa -- que necesitan retenerse algún tiempo antes de hornearse.

El sulfato de sodio y aluminio produce una reacción muy ligera hasta que se aplica calor. La reactividad es demasiado lenta para provocar un máximo crecimiento o es ponjamiento en algunos productos. (31) Se usa ampliamente combinado con fosfato monocálcico como se estableció en el párrafo anterior. Este compuesto presenta el problema de que acelera el proceso de rancidez de las grasas y deja un sabor residual astringente, estas son otras de las razones por las cuales se debe combinar con otros ácidos leudantes, como se hizo en la formulación de la -- harina Versátil combinando el Sulfato de aluminio con Pi rofosfato ácido de sodio y fosfato monocálcico.

LECHE EN POLVO DESCREMADA

La leche es una emulsión de pequeños glóbulos de - grasa en una solución acuosa de protefna. azúcar y mine- rales. La composición de la leche varía, dependiendo de una serie de factores. Sin embargo, la composición pro- medio es aproximadamente la que se muestra en la siguien- te tabla:

T A B L A X

COMPOSICION DE LA LECHE

Agua	87.75%
Sólidos Totales	12,25%

La composición de los sólidos es la siguiente:

Grasa	3.50%
Protefna	3.25%
Minerales (cenizas)	0.75%
Lactosa (azúcar de la leche)	4.75%
TOTAL:	<hr/> 12.25%

FUENTE: REFERENCIA (38)

Desde el punto de vista cuantitativo, el agua repre- senta el principal constituyente en la leche, presente - en 87.75%. (39) El resto de los sólidos esta constituido como se indica en la tabla por protefna, grasa, minera-- les y lactosa.

La fracción de grasa de la leche está constituida por una mezcla de triglicéridos de los siguientes ácidos grasos en orden de importancia: Oleico, palmítico, mirístico, esteárico y butírico, y de menor importancia: caprílico, caproico y araquidónico. Además están las vitaminas liposolubles, colesterol, xantófila, cefalina, y lecitina entre otras. (39)

La grasa de la leche es incolora, inodora e insípida. El color de la crema y de la mantequilla se debe al caroteno en el alimento ingerido por el ganado. El sabor de la mantequilla se debe a productos formados por bacterias lácticas y a la sal agregada.

El contenido mineral está compuesto por sodio, calcio, fósforo, cloro y azufre en cantidades importantes, y magnesio, cobre, hierro, cinc, manganeso, y yodo en menores cantidades.

En cuanto al contenido vitamínico de la leche están presentes la vitamina A y sus precursores: caroteno, tiamina, ácido ascórbico, vitamina D, vitamina E, riboflavina, niacina y piridoxina.

Las enzimas presentes en la leche son las enzimas fosfatasa, amilasa, lipasa, catalasa, preoxidasa, galactasa y reductasa.

Otros compuestos orgánicos presente son: el ácido cítrico y láctico, creatinina, urea y colina.

Los gases disueltos en la leche son el CO_2 , O_2 y N_2 .

Las proteínas presentes en la leche, son principalmente:

- 1). Caseína.- Entre 75% y 80% de la proteína total en la leche es caseína, esta proteína se coagula formando coágulos gruesos, cuando la concentración ácida alcanza niveles de 0.5 a 0.7%. No se coagula por la acción del calor.
- 2). Lactoalbúmina.- Constituye el 20% aproximadamente de la proteína total. Esta proteína no se coagula por acción ácida, pero sí se coagula por la acción del calor.

La leche contiene también pequeñas cantidades de lactoglobulina. Estas proteínas contienen 20 ó más amino ácidos incluyendo todos los esenciales.

T A B L A X I

DISTRIBUCION PROMEDIO DE AMINO ACIDOS EN LA PROTEINA DE
LECHE DE VACA

AMINOACIDO	<u>GRAMOS DE AMINO ACIDO/100 g. DE PROTEINA</u>		
	CASEINA	LACTO- ALBUMINA	BLACTO- GLOBULINA
<u>ESENCIALES:</u>			
ARGININA	3.77	3.4	2.9
HISTIDINA	2.25	1.6	1.6
ISOLEUCINA	6.1	5.1	6.8
LEUCINA	10.8	14.1	15.5
LISINA	6.8	7.3	11.3
METIONINA	2.88	2.4	3.2
FENILALANINA	5.5	4.1	3.7
TREONINA	4.35	5.0	5.3
TRIPTOFANO	1.22	2.1	1.9
VALINA	6.6	5.0	5.8
<u>NO ESENCIALES:</u>			
ALANINA	2.3	2.6	6.8
ACIDO ASPARTICO	5.8	9.6	11.0
CISTEINA			
CISTINA	0.34	3.1	4.0
ACIDO GLUTAMICO	21.7	15.2	19.8
GLICINA	0.4	0	1.5
PROLINA	9.8	4.0	4.7
SERINA	5.4	4.0	4.3
TIROSINA	5.96	4.0	3.7

FUENTE: REFERENCIA (40)

La fracción de carbohidratos la comprende casi en su totalidad la lactosa o azúcar de la leche: $C_{12}H_{22}O_{11}$ que está presente en cantidad promedio de 4.8% aproximadamente. Este compuesto es un azúcar reductor de dulzura relativamente baja, teniendo un valor de 16 comparado con el de 100 de la sacarosa.

La leche para consumo humano se presenta en varias formas:

a) Leche pasteurizada y homogeneizada que es la forma mas común en que se consume. Puede tener un contenido variable de grasa: leche entera, semidescremada o descremada o puede estar adicionada de vitaminas como vitamina D.

b) Leche concentrada y evaporada.

c) Leche condensada azucarada.

d) Leche en polvo.

Las mezclas de harina premezclada generalmente usan la leche deshidratada o en polvo. Esta se puede obtener conteniendo la grasa original en su totalidad, parcialmente descremada o totalmente descremada. En los productos horneados, incluyendo las mezclas pasteleras se utiliza generalmente la leche en polvo descremada.

T A B L A XII

RANGOS DE COMPOSICION DE LAS LECHE EN POLVO EN PORCENTAJE

PRODUCTO	AGUA %	GRASA %	PROTEINA %	LACTOSA %	CENIZAS %
LECHE ENTERA EN POLVO	2.4 - 4.5	25.0 - 29.2	24.6 - 28.3	31.4 - 39.9	5.6 - 6.2
LECHE PARCIAL- MENTE DESCREMADA	2.1 - 5.3	13.0 - 22.0	25.7 - 38.4	34.7 - 48.9	5.7 - 7.3
LECHE EN POLVO DESCREMADA	2.7 - 3.6	0.78 - 1.03	35.6 - 38.0	50.1 - 52.3	8.0 - 8.36

FUENTE: REFERENCIA (41)

La leche en polvo descremada utilizada en la industria de la panificación puede ser de dos tipos: La primera que no recibe un tratamiento térmico especial antes de deshidratarse, utilizada en pasteles, panqués, galletas, etc. La segunda que recibe un tratamiento térmico especial antes de deshidratarse para mejorar su calidad panadera, este tipo de leche en polvo se utiliza en productos fermentados con levadura. (41)

Los sólidos de leche descremada generalmente adicionados en una cantidad aproximada del 6% en relación al peso de la harina, producen ciertos cambios en las propiedades físicas de la masa y en las características del producto final resultante, además de aumentar el valor nutritivo. Se ha demostrado que los sólidos de leche afectan la absorción de la harina, los requerimientos de mezclado, del ran

go de fermentación y la temperatura de horneado. Se ha observado que este producto aumenta la absorción en equivalencia a su peso, es decir, que si una mezcla contiene 6% de leche en polvo descremada se incrementará su absorción en un 6% más que en las mezclas que no contengan leche. (41)

La leche incrementa también el volumen del producto además aumenta la tolerancia de la harina hacia los bromatos y tiende a prevenir los efectos de deterioro sobre el volumen y la textura de la miga ocasionados por un -- exceso de bromatos. (41)

Los sólidos de leche cuando se agregan deshidratados contribuyen a la estructura del producto y funcionan también como agente secante. Cuando se añaden en forma líquida contribuyen como humectantes. La leche funciona -- también como saborizante y ayuda a la coloración de la -- costra.

Todos estos beneficios se obtienen a partir de una leche en polvo descremada de buena calidad para la industria de productos horneados; si el producto es de mala calidad, es decir, que no recibe ningún tratamiento térmico o no recibe el apropiado, antes de la deshidratación puede tener efectos dañinos en el producto final como por ejemplo, disminuir el volumen, ocasionar una miga deficiente, no aumentar la absorción de la masa y reducir la tolerancia al tiempo de mezclado.

Esto se debe, de acuerdo a la explicación más acertada, a que el calor reduce el número de grupos sulfhi-

drilo (SH^-) en la proteína de la leche. Se sabe que los grupos sulfhidrilo ablandan la masa dañando la calidad de los productos horneados. (41)

Es importante vigilar el almacenamiento de la leche en polvo, ya que es delicado. La leche en polvo debe almacenarse en un lugar limpio, libres de olores y sobre todo fresco y seco. Es importante vigilar la humedad relativa del almacén ya que este producto tiene un carácter higroscópico pronunciado, y si se expone a una atmósfera húmeda absorbe la humedad deteriorándose al llegar a una humedad mayor al 5%. (41)

AZUCAR.

Desde el punto de vista del panadero, el azúcar se clasifica en dos clases principalmente:

1. Azúcares simples (monosacáridos), como glucosa, dextrosa, levulosa, etc., que son directamente fermentables por la levadura. Esto significa que no tienen que ser -- convertidas por las enzimas de la levadura antes de servir como alimentos para la misma.
2. Azúcares dobles o complejos, (disacáridos), como la - sacarosa, maltosa, etc. que deben ser convertidas por la acción enzimática de la levadura en azúcares simples antes de convertirse en una fuente alimenticia de la levadura. (42)

El azúcar tiene las siguientes funciones en la elaboración de productos horneados:

a). La formación rápida del color de la costra debido a la caramelización y a la reacción de Maillard entre los azúcares reductores como la dextrosa, maltosa o levulosa, y la proteína presente en la harina. Esto permite que se manejen temperaturas menores al hornear y menor - tiempo, resultando un producto final con mayor humedad.

b). El desarrollo de ciertos compuestos volátiles - como ácidos y aldehídos responsables de un buen sabor y aroma.

c). Proporcionar a la miga una textura más suave y homogénea. Esto se atribuye a la acción del azúcar que retarda la gelatinización del almidón y la desnaturalización de las proteínas.

d). Ampliar la vida de anaquel, prolongando la retención de humedad en el producto final debido al carácter higroscópico de ciertos azúcares.

e). Proporcionar la dulzura necesaria a los productos como pasteles, galletas, etc.

f). Servir como fuente alimenticia de la levadura durante la fermentación, en productos fermentados de esta forma como por ejemplo las harinas preparadas para pan danés.

g). Auxiliar en el proceso de cremado y batido del mezclado, siempre y cuando el tamaño de partícula sea el apropiado.

El azúcar se considera dentro de la mezcla un compuesto saborizante ya que su función principal es la de contribuir al sabor del producto, pero también funciona como un agente secante si se añade en forma cristalina.

La cantidad de azúcar varía en las diferentes formulaciones de productos horneados. Si la cantidad de azúcar es menor a uno en relación a la cantidad de harina agregada, el azúcar se crema con la grasa o se bate con el huevo. Cuando la cantidad de azúcar agregada esté en proporción mayor a uno en relación con la harina, se requiere un método especial de mezclado el azúcar -- con grasa emulsificante. Este método disuelve el azúcar en los líquidos al agregarla a la harina. (43)

Si se agrega o disminuye la cantidad de azúcar en una mezcla es necesario ajustar las cantidades para ba lancear el contenido de humedad así como, el de agen--tes leudantes. Por ejemplo un exceso en la proporción de azúcar en una mezcla para pastel ocasionará una miga muy apretada y un volumen menor. Esto sucede debido a que el azúcar agregada en exceso forma un jarabe de mayor concentración, ya que absorbió más de la humedad proporcionada por los líquidos (leche, agua y huevos). Además forma una estructura celular mas grande. Si por el contrario, en una mezcla se agrega una cantidad de azúcar menor a la adecuada el producto presentará una costra pálida y se secará demasiado rápido. Puede ser que pierda su frescura rápidamente ya que hay una ten dencia a hornear más tiempo de lo debido para obtener un mejor color en la costra.

Una azúcar de partícula demasiado gruesa puede -representar problemas en el producto final, como manchas en la corteza del mismo, una miga deficiente y -un volumen pobre. Este tipo de azúcar no se acrema apropiadamente debido a que sus cristales más grandes no se disuelven tan fácilmente y tienden a permanecer en forma granular. Sin embargo hay casos en que este tipo de endulzantes es apropiado como por ejemplo en la fabricación de galletas.

La sacarosa o azúcar común granulada es el azú--car principalmente utilizado en la industria de pro--ductos horneados. La sacarosa es un disacárido, como se mencionó antes formado por una molécula de D-glucosa más una molécula de D-fructosa.

La sacarosa se obtiene principalmente de la caña de azúcar. Las dos formas en que esta azúcar se utiliza en productos horneados es: granulada y pulverizada. La sacarosa granulada es el azúcar que se consume comúnmente. Esta se divide según el grado de pureza al extraerla, en mascabado, azúcar morena y azúcar refinada. Las dos primeras tienen impurezas como melazas y cristales muy grandes de azúcar entre otras. El azúcar refinada es sacarosa purificada con un tamaño de partícula uniforme. De acuerdo al tamaño de partícula de los cristales el azúcar refinada se divide en:

- Azúcar granulada Extra Fina
- Azúcar granulada Fina
- Azúcar granulada Regular
- Azúcar granulada Gruesa

Básicamente la medida de la dulzura de cualquier azúcar o jarabe se compara con el estándar de sacarosa granulada pura y refinada a la que se le da el valor del 100%. Todos los demás azúcares están por arriba o por debajo de este valor estándar. Por ejemplo el azúcar de maiz o dextrosa puede variar de 75 a 90% del valor de dulzura de la sacarosa granulada. (43)

La fórmula de la harina Versátil no sólo llevará sacarosa como agente endulzante, la mezcla se endulzará con una mezcla de 50% de sacarosa más 50% de dextrosa.

La dextrosa se añade debido a varias razones. Una de ellas es el tamaño de partícula que en el caso de la sacarosa puede representar problemas, ya que en México no se controla adecuadamente este factor y el tamaño de los cristales es poco uniforme. La dextrosa se obtiene con un tamaño de partícula pequeño y uniforme.

La dextrosa es un monosacárido que se obtiene junto con otros jarabes de maíz de la molienda húmeda del maíz. Estos endulzantes se denominan hidrolizados de almidón, y son obtenidos por medio de una hidrólisis ácida o enzimática de pasta de almidón. En este proceso el almidón se convierte en una mezcla de mono, di, tri, tetrasacáridos y polisacáridos de peso molecular más alto. Las proporciones en que estos azúcares se encuentren presentes darán a los diferentes jarabes de maíz sus características particulares. (44)

Sí se lleva a cabo la hidrólisis completa de la fécula de maíz se obtiene dextrosa pura en un 95%. Comercialmente se puede obtener dextrosa monohidratada, con un 8.5% de agua ligada, y dextrosa líquida. En las mezclas pasteleras comerciales se utiliza el producto monohidratado por razones obvias.

La dextrosa monohidratada refinada es un producto en forma de cristales blancos con una dulzura del 75% -- aproximada comparada con el 100% de la sacarosa. El tamaño de partícula en que se emplea en las mezclas es el denominado regular que atraviesa casi en su totalidad la malla número 14.

Este azúcar se recomienda en la industria de productos horneados como endulzante y fuente de carbohidratos proporcionando en productos como pasteles y galletas, mejor color de la corteza, una textura más suave mayor platabilidad y una vida de anaquel más prolongada.

La dextrosa difiere en varios aspectos de la sacarosa. Se cristaliza más lentamente, es menos soluble en --

agua que la sacarosa, tiene una presión osmótica más elevada y es menos dulce. Se carameliza a una temperatura menor y a un valor de pH más bajo y por lo mismo contribuye a la producción de un buen color en la corteza de los productos horneados.

Es importante considerar que al utilizar mezclas de disacáridos y monosacáridos en este caso sacarosa y dextrosa es necesario vigilar el balance de la fórmula. En el balance de formulaciones de mezclas pasteleras se ha demostrado que muchos ingredientes afectan la calidad final del producto y muy frecuentemente son interdependientes. El cociente entre el azúcar y el agua o líquido esta entre los principales. (45)

El cociente entre la cantidad de azúcar y la cantidad de líquido es importante debido a que cada azúcar tendrá una absorción diferente por lo tanto se necesitarán distintas cantidades de líquido para producir pasteles con un volumen adecuado.

El efecto retardante de los azúcares sobre la gelatinización del almidón, se ha descubierto que es un factor muy importante en el volumen final obtenido, así como, en el contorno del producto. Las diferencias en la temperatura de gelatinización del almidón debido al tipo de azúcar empleado, deben tomarse en consideración al ajustar la fórmula. Las mezclas de monosacáridos y disacáridos se recomienda siempre y cuando se ajuste el nivel de agua o líquido. En base a todo lo anteriormente expuesto se llegó a la siguiente formulación para la harina Versátil:

Harina de Trigo	728.1 g
Manteca Vegetal	155.0 g
Pirofosfato ácido de Sodio ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$)	6.4 g
Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3)	15.0 g
Fosfato Monocálcico (CaHPO_4)	5.0 g
Sulfato de Sodio y Aluminio [($\text{Na}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4$)] 4	7.5 g.
Leche en polvo descremada	10.0 g
Azúcar	35.0 g
Dextrosa	35.0 g
Sal	3.0 g

Esta es una fórmula desarrollada para hacer con ella varios productos horneados, dependiendo de las proporciones de líquido (agua o leche), de huevos y de grasa adicional (mantequilla o margarina) agregada se obtendrá la masa para prepara "hot-cakes", crepas, "bisquets", galletas o panqué.

La harina Versátil combina los ingredientes básicos de una mezcla pastelera conservando un balance en la fórmula pero a la vez permite que la mezcla sea lo suficientemente adaptable para que al variar las proporciones de líquido y grasa adicionales añadidas en el momento de mezclado y batido se obtengan diferentes productos como los anteriormente citados.

Esta fórmula debido a sus características especiales

lleva mayor cantidad de grasa que las formulaciones comunes, y por lo tanto requiere un proceso de mezclado adecuado que asegure la homogénea distribución de la grasa en la mezcla seca.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL

III.1 MATERIAL Y METODOS

El experimento a realizar consiste en el desarrollo y la optimización del proceso de mezclado para la elaboración de una harina preparada.

El proceso se desarrollará dentro del laboratorio y posteriormente se adaptará a una planta a pequeña escala.

Además del proceso de mezclado se establecerán criterios de calidad para materia prima y para producto terminado.

El material utilizado para el desarrollo dentro del laboratorio es el siguiente:

- Mezcladora Hobart N-50
- Balanza Granataria
- Balanza Analítica
- Cronómetro
- Termómetro
- Horno
- Estufa de Temperatura Constante

El material empleado para establecer criterios de calidad es el siguiente:

Se seguirán en este punto tres procesos distintos ensayando las tres variantes del estado físico de la manteca al incorporarla en la mezcla.

Proceso 1. Manteca Sólida sin cremar temperatura fija 21 C.

Proceso 2. Manteca Sólida cremada, temperatura fija 21 C.

Proceso 3. Manteca líquida temperatura 45 C.

Se ha determinado previamente el tiempo de cremado de la manteca en la mezcladora Hobart, dentro del laboratorio se crema durante 4 min.; a nivel planta, se crema en una batidora industrial 6 minutos.

En cada proceso se variará el tiempo de mezclado de igual manera para cada ruta, comparando al final -- cual es el tiempo óptimo de mezclado independiente para cada ruta, luego se analizará cual de las tres formas físicas de la manteca proporciona mejor resultado para su tiempo óptimo y de ahí se concluirá cual es el mejor estado físico para agregar la manteca y cual es la mejor combinación de tiempo de mezclado, fijando así dos variables.

Independientemente del estado físico de la grasa, ésta se comportará de diferente manera al mezclarla y dentro de la mezcla estando a diferentes temperaturas:

- 15°C

- 20°C

- 25°C

- 30°C

De acuerdo al rango en el que se obtengan mejores resultados se evaluará el comportamiento de la grasa - en la mezcla en cada grado centígrado del rango mencionado, para establecer límites más precisos de temperatura de la grasa al adiccionarla.

II. En esta parte del experimento se mantendrán - las variables en las condiciones fijadas como óptimas en la primera parte, lo que se variará en este punto - es que la manteca se cremará junto con el azúcar añadiendo ambas a la mezcla de ingredientes secos en el proceso. El cremado de la manteca y el azúcar se hará en una mezcladora Hobart cremando durante 4 minutos.

Con la harina preparada obtenida de cada uno de - los procesos experimentados se realizará un panqué elaborado con la misma cantidad de masa en cada ocasión y bajo las mismas condiciones de preparación y de horneado.

La calificación de los resultados se hará evaluando los siguientes factores:

- 1.- El área del panqué
- 2.- Características generales del mismo que incluyen:
 - Consistencia de la miga.
 - Color de la corteza.
 - Color de la miga.
- 3.- Aroma y sabor del panqué

El área del panqué se mide con un planímetro en cm^2 después de sacar el contorno longitudinal de éste.

El aroma y el sabor se obtendrán de acuerdo a la - escala hedónica:

- 9 Me gusta en extremo
- 8 Me gusta mucho
- 7 Me gusta bastante
- 6 Me gusta
- 5 Ni me gusta ni me disgusta
- 4 Me disgusta
- 3 Me disgusta bastante
- 2 Me disgusta mucho
- 1 Me disgusta en extremo

Para obtener resultados más confiables y precisos se informarán en las tablas los resultados de un promedio de tres panqués por cada condición experimentada.

De los factores o variables antes mencionadas se - hará una ponderación para tener una calificación más ob - jetiva; en dicha ponderación se otorgará las variables - los siguientes porcentajes:

Area del panqué	40%
Consistencia de la miga	20%
Color de la miga	10%
Color de la corteza	10%
Aroma	10%
Sabor	10%
	<hr/>
	100%

III.2 PARTE EXPERIMENTAL

Primero se experimentó con tres formas físicas de la manteca vegetal:

Proceso: 1 Manteca vegetal sólida a una temperatura constante de 21°C

Proceso: 2 Manteca vegetal sólida cremada por medio de una batidora a una temperatura -- constante de 21°C

Proceso: 3 Manteca líquida a una temperatura constante de 45°C. Se experimentó el tiempo de mezclado de cada alternativa por separado utilizando las siguientes combinaciones:

- a) 1 min. ingredientes secos + 3 min. después de adicionar la manteca.
- b) 2 min. ingredientes secos + 2 min. después de adicionar la manteca.
- c) 2 min. ingredientes secos + 3 min. después de adicionar la manteca
- d) 2 min. ingredientes secos + 4 min. después de adicionar la manteca.
- e) 1 min. ingredientes secos + 2 min. después de adicionar la manteca

Se observó que el estado físico óptimo para la adición de la manteca es el cremado y posteriormente se terminó el tiempo óptimo de mezclado.

Una vez fijadas las dos variables anteriores, se experimentó el comportamiento de la manteca en la mezcla a las siguientes temperaturas:

- 15°C
- 20°C
- 25°C
- 30°C

El rango en el que se encontró el mejor resultado -- fue entre 20°C y 25°C y por tanto se evaluó el comportamiento de la manteca en cada grado centígrado de dicho -- rango para establecer límites más precisos de temperatura.

Se realizó una última prueba cremando la manteca sólida con el azúcar 4 minutos en una mezcladora Hobart, y adicionándola a la mezcla. En esta parte del experimento se respetó el tiempo y la temperatura encontrados como óptimos.

III. 3 RESULTADOS Y DISCUSION.

Los factores que se evalúan van a ser reflejo de la calidad del proceso de mezclado.

En el volumen final de un panqué influyen todos los componentes de la fórmula de la harina versátil de diferentes formas, pero principalmente los agentes leudantes que generan bióxido de carbono y la grasa que retiene este gas en sus glóbulos. Por lo tanto el tiempo de mezclado y la forma física de adición de la manteca que proporcionen un mejor volumen son los óptimos debido a que se distribuyeron homogéneamente tanto los agentes leudantes como la grasa que posteriormente al batir forma los glóbulos donde se alojará el bióxido de carbono.

El color de la corteza, y el color y consistencia de la miga indican también la distribución de los componentes de la mezcla. Si la sacarosa y la dextrosa se encuentran uniformemente distribuidos, el color de la corteza será brillante y uniforme, si la distribución de los azúcares no es homogénea la corteza presentará zonas más oscuras donde los azúcares estén más concentrados debido a la caramelización y a la reacción de Maillard y zonas más claras donde la concentración de los azúcares sea menor.

El color de la miga es resultado directo e indirecto de la incorporación de los ingredientes en la mezcla, ya que este color va a ser resultado de las interacciones entre todos los componentes de la mezcla, si su distribución es uniforme se genera un color amarillo pálido en la miga, de lo contrario la miga resulta con un color blancuzco, poco agradable.

Además si la grasa y los agentes leudantes no están bien distribuidos en la mezcla generalmente se hornea -- más o menos tiempo del debido ya que el volumen y el color de la corteza no son los adecuados, y como efecto secundario de estas deficiencias el color de la miga se ve afectado.

La consistencia de la miga es el factor más significativo de la evaluación después del volumen. Si la adición e incorporación de la manteca en el proceso, que es uno de los aspectos críticos como se mencionó antes, no es adecuada, la miga tampoco lo será. La consistencia ideal de la miga es esponjosa, no muy cerrada ni demasiado abierta, uniforme y sin túneles. Si la miga está demasiado abierta, o muy apretada, o apelmazada, poco uniforme y con túneles, significa que tanto la manteca como los agentes leudantes no se distribuyeron uniformemente durante el proceso de mezclado de la harina.

Por todo lo antes expuesto, se le otorgó en la ponderación de resultados al volumen del panqué 40% de la calificación total, a la consistencia de la miga un 20%, y al color de la corteza y de la miga, olor y sabor un 10% a cada uno.

Cuando se empleó la manteca sólida sin cremar, en el proceso 1 la combinación de tiempo de mezclado que proporcionó mejores resultados fue 2 minutos ingredientes secos + 2 minutos después de adicionar la manteca (ver tabla XIII). En general los volúmenes no fueron muy buenos; las características del panqué en cuanto al color de la miga, olor y sabor fueron las apropiadas. El color

de la corteza fue brillante y uniforme excepto en la combinación de tiempo de mezclado 1 minuto ingredientes secos + 2 minutos después de adicionar la manteca, en la cual resultó la corteza oscura en algunas zonas y clara en otras; esto se debió a la mala homogenización del azúcar y la grasa en la mezcla.

La consistencia de la miga no fué totalmente satisfactoria en todas las combinaciones de tiempo de este proceso, como se puede observar en la tabla XIII, ya que presentó túneles y poca uniformidad lo cual fue ocasionado por una inadecuada incorporación entre la manteca y los ingredientes secos. En cuanto a características organolépticas el olor fue excelente en todos los casos, el sabor fue bueno pero no excelente, ya que una homogenización deficiente de ingredientes se refleja en el sabor también.

En el proceso 2 se obtuvieron en general, volúmenes y características de panqué satisfactorias (ver tabla XIV). Al igual que en proceso 1 la combinación de tiempo de mezclado 2 minutos ingredientes secos + 2 minutos después de adicionar la manteca, proporcionó los mejores resultados; el volumen obtenido en este caso fue de 132.2, el color de la corteza brillante y uniforme, y la consistencia de la miga, esponjosa, homogénea y sin túneles. En las combinaciones de tiempo 2 minutos ingredientes secos + 3 minutos después de adicionar la manteca y 2 minutos ingredientes secos + 4 minutos después de adicionar la manteca se obtuvieron buenos resultados también, pero se pretende obtener los mejores resultados en el menor tiempo posible, por razones obvias.

En el proceso 3 los resultados obtenidos no fueron -

satisfactorios como puede observarse en la tabla XV. El mayor volumen se obtuvo en la combinación de tiempo 2 - minutos ingredientes secos + 2 minutos después de adición de la manteca y fué de 110.2 contra el 132.2 obtenido en el proceso 2 con la misma combinación de tiempo de mezclado. Las características del panqué presentaron deficiencias sobretodo en la consistencia de la miga que se caracterizó por ser demasiado apretada llegando a ser apelmazada y con túneles. Esto se puede deber a que al agregar la manteca en estado líquido no se formaron los glóbulos de grasa apropiadamente para alojar el gas generado por los agentes leudantes y por lo tanto el volúmen resultó menor y la miga demasiado apretada y poco uniforme. El sabor se vió ligeramente influido tal vez por la misma razón y además al añadir la manteca líquida se pierde palatabilidad en el producto final. La manteca vegetal no proporciona sabor pero humecta y aumenta la palatabilidad de los productos. (22)

Independientemente del estado físico de la grasa, ésta se comporta de diferente manera a diferentes temperaturas. Las grasas del tipo de la manteca vegetal pueden parecer sólidos suaves y homogéneos pero al observarse al microscopio se encontrará que consisten en una masa de pequeños cristales individuales en una proporción considerable de aceite. Esta combinación de fase sólida y líquida es la que imparte a estas grasas sus características plásticas. La firmeza de una manteca de este tipo se ve influenciada por varios factores como el tamaño de la partícula, forma y rigidez de los cristales, pero principalmente por la temperatura. El contenido de sólidos de diferentes mantecas con propiedades elásticas varía marcadamente de acuerdo a la temperatura, esto se debe al hecho de que diversos componentes de la grasa que se encuentran en estado sólido a bajas temperaturas se licúan progresivamente a medida que ésta aumenta, lo cual provoca un reblandecimiento de la manteca. (25)

Por todo lo antes expuesto se experimentó el proceso con la manteca a varias temperaturas para definir el rango en que sus características plásticas permiten la mejor incorporación de la manteca y los ingredientes secos.

Los resultados expuestos en la tabla XVI nos indican que el rango de temperatura donde se obtiene una mejor incorporación de la manteca en la mezcla está entre 20°C y 25°C, los volúmenes de panqué obtenidos en dicho rango -- fueron entre 130.8 y 127.8 cm² y las características de los mismos fueron óptimas.

El panqué elaborado con la harina preparada con la manteca a 15°C reportó resultados porco satisfactorios lo que significa que a 15°C la manteca no tiene la plasticidad

dad adecuada para ser incorporada a la mezcla.

La harina preparada con la manteca a 30°C tampoco remitió resultados satisfactorios; el volumen de panqué fue de 106.4, mayor que el 97.1 obtenido con la manteca a --- 15°C pero menor que los volúmenes obtenidos con la manteca a 20° y 25°C. Las características del panqué no fueron las óptimas, la miga resultó ligeramente apretada y el color de la corteza poco uniforme.

Las características organolépticas fueron buenas en las harinas fabricadas con la manteca a 15°C y 30°C, y -- excelentes en las temperaturas de manteca de 20°C y 25°C: ésto se debe al igual que las demás características de -- panqué a la influencia de la temperatura sobre las propiedades plásticas de la manteca y por lo mismo a la homogeneización de ésta en la mezcla.

De acuerdo a la tabla XVII la temperatura de adición de manteca donde se obtuvieron los mejores resultados fué 22°C con un volumen de panqué de 133.1. En las temperaturas de 21°C y 23°C también se obtuvieron resultados satisfactorios, los volúmenes en estos casos fueron 131.8 y -- 129.7 respectivamente. El volumen menor 129.0 fué el correspondiente a la temperatura de 24°C

Las características del panqué fueron excelentes en todas las temperaturas, lo cual era de esperarse ya que este rango fue el que brindó los mejores resultados en la tabla XVI. Como se mencionó antes, se evaluó en esta parte el rango de 20°C a 25°C en cada grado centígrado para establecer límites más precisos de temperatura de manteca.

La temperatura donde se observó el resultado más satisfactorio fue 22°C pero es muy complicado mantener la manteca exactamente a esta temperatura sobre todo en el proceso en planta, es por esto que se establece un rango óptimo de temperatura suficientemente amplio que corresponde al rango entre 20°C y 24°C.

Las características del panqué manufacturado con la harina preparada en la que se cremó la manteca junto con el azúcar no fueron completamente satisfactorios, como se observa en la tabla XVIII, la miga resultó demasiado abierta y principalmente el volumen fue bastante menor - con un valor de 110.2 cm² contra los valores de 132.0, - 133.1 y 129.7 obtenidos con la manteca cremada en su rango óptimo de temperatura.

Esto demuestra que no es conveniente esta alternativa en el proceso pues se obtienen muchos mejores resultados incorporando todos los ingredientes secos incluyendo el azúcar durante 2 minutos, adicionar la manteca previamente acondicionada a la temperatura óptima y cremada, y mezclar durante 2 minutos más.

TABLA XIV

Manteca Sólida Crenada Temperatura Fija 21°C

	1 min. ing. secos+ 3 min. adic. la manteca	2 min. ing. secos+ 2 min. adic. la manteca	2min. ing. secos+ 3min. adic. la manteca	2min. ing. secos+ 3min. adic. la manteca	1 min. ing. secos+ 3 min. adic. la manteca
Area del panqué	40% 115.1 cm ²	34.6% 132.2 cm ²	39.7% 131.4 cm ²	39.4% 129.8 cm ²	39.0% 97.5 cm ²
Color de la miga	10% amarillo pálido				
Color de la corte za	10% café brillante característico uniforme				
Consisten cia de la miga	20% uniforme sin túneles	18% uniforme esponjosa	20% uniforme esponjosa	20% uniforme esponjosa	20% ligeramente apretada uniforme
Olor	10% 9	10% 9	10% 9	10% 9	10% 9
Sabor	10% 9	10% 9	10% 9	10% 9	10% 9
TOTAL	100%	92.6%	99.7%	99.4%	99%

TABLA XV

Manteca Líquida Temperatura Fija 45°C

	1 min. ing. secos+ 3 min. adic. la manteca		2 min. ing. secos+ 2 min. adic. la manteca		2 min. ing. secos+ 3 min. adic. la manteca		2 min. ing. secos+ 3 min. adic. la manteca		1 min. ing. secos+ 3 min. adic. la manteca		
Area del panqué	40%	99.7 cm ²	29.9%	110 cm ²	33.1%	107.7 cm ²	32.6%	107.5 cm ²	32.3%	89.3 cm ²	26.8%
Color de la miga	10%	amarillo pálido	10%	amarillo pálido	10%	amarillo pálido	10%	amarillo pálido	10%	amarillo pálido	10%
Color de la corteza	10%	café característico opaco uniforme	7.5%	café característico opaco uniforme	7.5%	café característico opaco uniforme	7.5%	café característico poco uniforme	7.5%	opaco no uniforme	5%
Consistencia de la miga	20%	demasiado apretada con tuneles	10%	muy apretada presencia de tuneles	10%	muy apretada presencia de tuneles	10%	muy apretada presencia de tuneles	10%	apelmazada presencia de tuneles	5%
Olor	10%	8	8.8%	8	8.8%	8	8.8%	8	8.8%	8	8.8%
Sabor	10%	8	8.8%	8	8.8%	8	8.8%	8	8.8%	8	8.8%
TOTAL	100%		75.0%		78.2%		77.7%		77.4%		62.4%

TABLA XVI

Manteca Crenada; Tiempo de mezclado 2 min. ingredientes secos + 2 min. después de
adicionar la manteca

		Temperatura de la Manteca							
		15°C	%	20°C	%	25°C	%	30°C	%
Area del panqué	40%	97.1 cm ²	29.2	130.4 cm ²	39.8	127.8 cm ²	38.4	106.4 cm ²	31.9
Color de la miga	10%	amarillo dema sido pálido	8	amarillo pálido	10	amarillo pálido	10	amarillo pálido	10
Color de la corteza	10%	café brillante no uniforme	7.5	café brillan te, uniforme	10	café brillan te, uniforme	10	café brillante no uniforme	10
Consisten cia de la miga	20%	muy apretada presencia de túneles	10	esponjosa uniforme	20	esponjosa uniforme	20	ligeramente apretada uniforme	15
Olor	10%	8	8.8	9	10	9	10	8	8.8
Sabor	10%	8	8.8	9	10	9	10	8	8.8
TOTAL	100%		72.4%		99.8%		98.4%		82.2%

TABLA XVII

Manteca Cremada; Tiempo de mezclado 2 min. ingredientes secos + 2 min. después de adicionar la manteca

		Temperatura de la Manteca											
		20°C		21°C		22°C		23°C		24°C		25°C	
Area del panquec	40%	130.4cm ²	39.2	132.0cm ²	39.7	133.1cm ²	40	129.7cm ²	38.9	129.0cm ²	38.7	127.8cm ²	38.4
Color de la miga	10%	amarillo pálido	10	amarillo pálido	10	amarillo pálido	10	amarillo pálido	10	amarillo pálido	10	amarillo pálido	10
Color de la corteza	10%	café brillante característico, uniforme	10	café brillante característico, uniforme	10	café brillante característico, uniforme	10	café brillante característico, uniforme	10	café brillante característico, uniforme	10	café brillante, uniforme.	10
Consistencia de la miga	20%	esponjosa homogénea	20	esponjosa homogénea	20	esponjosa homogénea	20	esponjosa homogénea	20	esponjosa homogénea	20	esponjosa homogénea	20
Olor	10%	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10
Sabor	10%	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10
TOTAL	100%		99.2%		99.7%		100%		98.9%		98.7%		98.4%

TABLA XVIII

Manteca Cremada con Azúcar (tiempo de cremado 4 minutos)

Tiempo de mezclado 2 min. ingredientes secos + 2min.

después de adicionar la manteca

Temperatura de manteca 22°C

		MANTECA CREMADA CON EL AZUCAR	%
Area del panqué	40%	110.2 cm ²	33.1
Color de la miga	10%	Amarillo pálido	10
Color de la corteza	10%	Café brillante, característico uniforme	10
Consistencia de la miga	20%	demasiado abier <u>ta</u> , uniforme	15
Olor	10%	9	10
Sabor	<u>10%</u>	9	<u>10</u>
	100%		<u>88.10</u>

III. 4 PLANTA A PEQUEÑA ESCALA.

En una planta a pequeña escala se ensayaron diferentes alternativas del proceso hasta que se obtuvo el que proporcionó los mejores resultados. En este capítulo se especificará el equipo, la descripción del proceso, resultados, requerimientos del personal, diagrama de flujo y diagrama de bloques.

PROCESO A

Descripción del proceso.

- Creinar la manteca previamente acondicionada a una temperatura entre 20°C y 24°C durante 4 minutos.
- Mezclar ingredientes secos en una mezcladora de listones durante 2 minutos.
- Añadir a la mezcla seca la manteca, y mezclar durante 2 minutos más.

Resultados:

Las pruebas de panqué preparado con harina Versátil obtenida de este proceso de mezclado resultaron como sigue:

40%	Area del panqué	127,2cm ²	38%
10%	Color de la corteza	Brillante característico, no uniforme.	8%
10%	Color de la miga	amarillo pálido	10%
20%	Consistencia de la miga.	poco uniforme, - demasiados túneles	10%
10%	Olor	9	10%
<u>10%</u>	Sabor	9	10%
100%			
		T O T A L	86%

De los resultados expuestos se concluye que este proceso adaptado en una planta a pequeña escala no es el óptimo. La mezcla no se homogeneizó adecuadamente, aún en la consistencia de la harina premezclada se podía observar -- una inadecuada distribución de los ingredientes. Además -- aquí se presentó un problema que no había sido previsto; -- los ingredientes en polvo al estibarlos y a causa de la -- temperatura ambiente forman pequeñas concreciones que no -- se deshacen en el mezclado en la mezcladora de listones. -- Esto provoca además de una mala impresión, mala distribu-- ción de los agentes leudantes, lo cual se refleja en el vo-- lumen del producto final. En las pruebas de panqué además de obtenerse un volumen menor al óptimo el crecimiento fue muy desigual.

PROCESO B

Descripción del proceso.

- Cremar la manteca acondicionada 72 horas antes a una temperatura entre 21°C y 25°C durante 4 minutos
- Alimentar los agentes leudantes, el antioxidante y la leche en polvo, una vez pesados, en una mezcladora de pan-- talón, y mezclar durante 4 minutos.
- Alimentar la premezcla, la harina, la dextrosa y azúcar-- pesados en la mezcladora de listones.
- Mezclar en seco durante 4 minutos.
- Añadir la manteca cremada a la mezcla y mezclar 4 minutos

RESULTADOS:

Como se observó en el proceso A el tiempo de mezclado utilizado fue insuficiente, por lo tanto, se adaptó a 4 minutos en seco más 4 minutos al añadir la manteca.

Para evitar el problema de las piedras que se forman en los ingredientes en polvo, sobre todo en los polvos leudantes, se hace una premezcla de agentes leudantes, leche en polvo descremada y antioxidante en una mezcladora de pantalón, de la cual se pasa a la mezcladora de listones para hacer la mezcla en seco con el azúcar dextrosa y harina.

Los resultados obtenidos de las pruebas de panqué correspondientes a la harina versátil manufacturada bajo este proceso son los siguientes:

40%	Area del panqué	131.6	39.5%
10%	Color de la corteza	brillante caracte rística uniforme	10 %
10%	Color de la miga	amarillo pálido	10 %
20%	Consistencia de la miga.	esponjosa, pero no uniforme con algunos túneles	15 %
10%	Olor	9	10 %
10%	Sabor	9	10 %
T O T A L:			94.5%

Como se puede apreciar, los resultados fueron mucho mejores que en el proceso A, pero no excelentes, ya que la miga no resultó uniforme, presentó túneles. Además la harina preparada estaba mucho mejor homogeneizada que en proceso anterior lo que indica que el tiempo de mezclado es el adecuado, pero a pesar de esto si presentó algunas piedras que no se deshicieron en el premezclado y mezclado.

PROCESO C

Descripción de proceso.

- Cremar la manteca previamente acondicionada entre 21°C y 25°C, durante 4 minutos.

- Premezclar en una mezcladora de pantalón los agentes leudantes, leche en polvo, y antioxidantes durante 4 minutos
- Alimentar a través de un cernidor con agitación los ingredientes secos a la mezcladora de listones.
- Mezclar en seco 4 minutos.
- Anadir la manteca cremada y mezclar en húmedo 4 minutos.

En esta alternativa de proceso lo único nuevo es el uso de un cernidor de 2 mm a través del cual se pasan todos los ingredientes en polvo. De esta manera se eliminan todas las partículas con un diámetro mayor a 2 mm. Este cernidor es vibratorio lo que hace muy rápido el paso de los polvos, agilizando lo más posible el proceso.

El uso de la mezcladora de pantalón, ayuda a la distribución de los agentes leudantes, de la leche y del antioxidante que son los ingredientes con menores proporciones en la mezcla, de esta forma el mezclado en seco de todos -- los ingredientes en polvo (azúcar, dextrosa, harina, sal y premezcla), se lleva a cabo perfectamente en cuatro minutos.

Las pruebas de panqué de la harina Versátil manufacturada bajo este proceso reportaron los siguientes resultados:

40%	Area del panqué	133.1 cm. ²	40%
10%	Color de la corteza	brillante característico uniforme	10%
10%	Color de la miga	amarillo pálido	10%
20%	Consistencia de la miga.	esponjosa homogénea	20%
10%	Sabor	9	10%
10%	Olor	9	10%
	T O T A L:		100%

La harina preparada también presentó la consistencia ideal homogénea, sin piedras ni grumos.

Para mantener la manteca en el rango de temperatura - ideal se adaptó un cuarto con temperatura controlada donde se mantiene la manteca entre 21°C y 25°C 72 horas antes de cremarla.

El cremado se lleva a cabo en una batidora industrial.

DESCRIPCION DEL EQUIPO:

I. Equipo general.- Estación de pesada.

- Batidora de manteca
- Mezcladora de listones
- Cernidor
- Cuarto de acondicionamiento de manteca
- Plataforma
- Contenedores de plástico para la mante
ca
- Contenedores de transporte de ingre---
dientes
- Mezcladora de pantalón
- Formadora de bolsas
- Llenadora de bolsas

II. Equipo crítico.

- Mezcladora de listones.- La mezcla deberá estar -
distribuida uniformemente en un timepo de 8 minu-
tos.
- Batidora de manteca.- La manteca deberá estar to-
talmente cremada en 4 minutos.

Todo el equipo utilizado es de acero inoxidable con - superficies lisas sin bordos ni hendiduras, y desarmable - para facilitar su limpieza como se recomienda en los están-
dares sanitarios para mezcladoras en plantas procesadoras
de alimentos. (47)

Necesidades críticas del proceso.

- A. Mantener la manteca 72 horas a temperatura entre - 21°C y 25°C.
- B. Cremar la manteca uniforme y consistentemente.
- C. Alimentar los agentes leudantes, leche en polvo y - antioxidante a la mezcladora de pantalón y mezclar durante 4 minutos.
- D. Alimentar ingredientes en polvo a la mezcladora de listones a través de un cernidor.
- E. Mezclar 4 minutos.
- F. Formar las bolsas en la formadora de bolsas.
- G. Llenar las bolsas por medio de la llenadora.
- H. Reempacar en cajas de 10 kilogramos.

Requerimientos de personal.

1.- Supervisor de producción.

- Funciones:**
- Recepción de materia prima.
 - Programación de producción.
 - Control de productos en proceso.
 - Proceso de manufactura.
 - Higiene y seguridad en área de proceso y bodegas.
 - Programación de compras de materia prima y empaque.
 - Mantenimiento de equipo.

2.- Operador de área de mezcla.

- Funciones:**
- Mezcla de harinas preparadas.
 - Supervisión de operación de llenado de bolsas.
 - Estibado de productos.
 - Higiene y sanitización de área de mezclado.
 - Conservación del equipo.

3.- Operador de área de polvos.

- Funciones:
- Pesado de ingredientes
 - Premezcla de ingredientes
 - Encostalado de premezcla
 - Pesado de premezcla para cada lote
 - Higiene y sanitización de área de polvos
 - Conservación del equipo.

4.- Operador de área de manteca.

- Funciones:
- Acondicionamiento de la manteca
 - Transporte de la manteca acondicionada al área de batido.
 - Batido
 - Pesado
 - Higiene y sanitización del área de manteca
 - Conservación del equipo.

5.- Operador del área de empaque.

- Funciones:
- Supervisión de operación de formado de bolsas
 - Supervisión de operación de llenado de bolsas.
 - Reempaque de bolsas de 1 kg. en cajas con 10 paquetes de 1 kg.

6.- Almacenista.

- Funciones:
- Recepción de materia prima y material de empaque
 - Transporte de materia prima de almacenes a la planta.
 - Transporte de producto terminado a almacén.

- Fumigación de bodega y área de empaque.
- Control de inventario de materia prima y producto terminado.

6.- Analista de control de calidad.

- Funciones:
- Inspección de materia prima y material de empaque.
 - Análisis de producto en proceso -- terminado.
 - Aseguramiento de buena calidad del producto.
 - Inspección de área de proceso.
 - Control de proceso.
 - Inspección de bodega.
 - Programación de fumigación en área de bodega.

FIGURA V

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

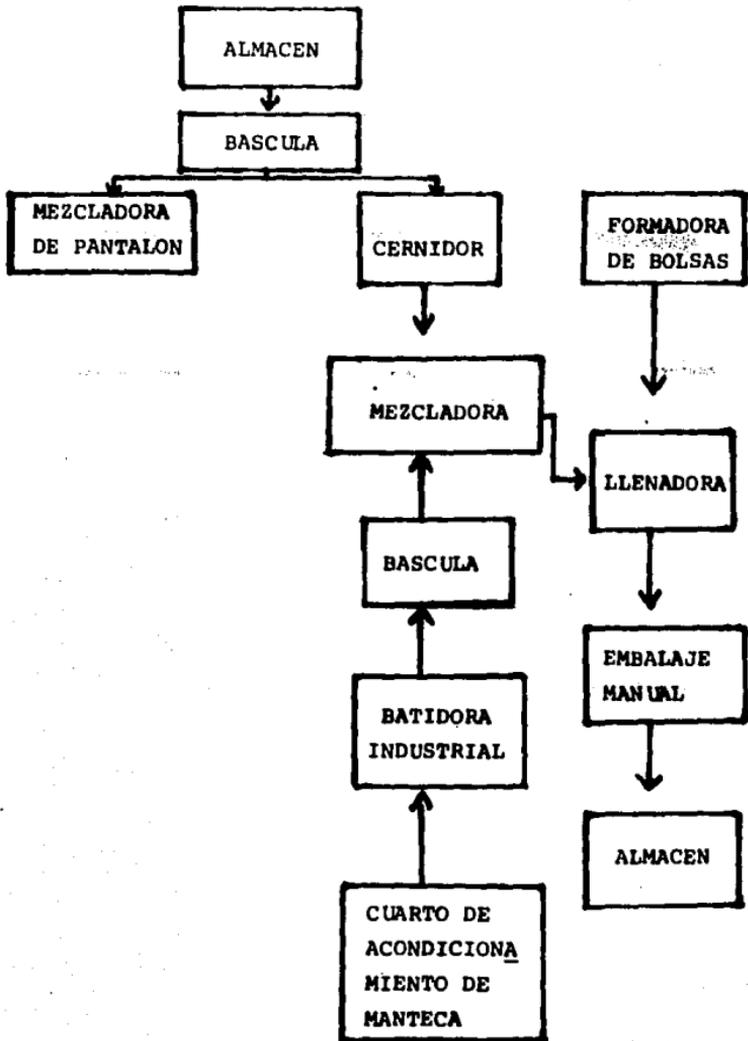
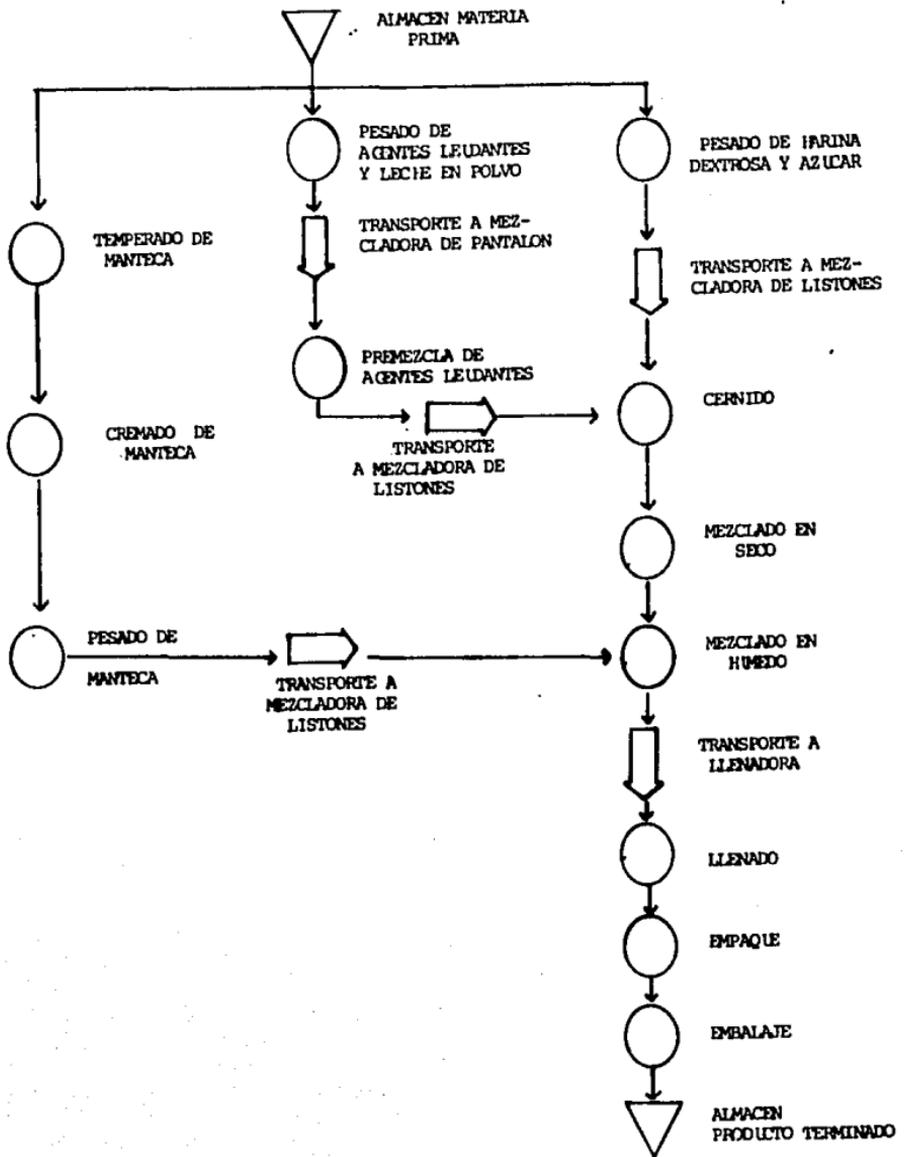


FIGURA VI

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



CAPITULO IV.

CRITERIOS DE CALIDAD

Se establecen parámetros de control de calidad de materia prima para asegurarse de que se trabaja con productos de buena calidad y dentro de especificaciones, - de este modo al verificar la calidad del producto terminado, se está evaluando la eficiencia del proceso.

Se harán diferentes análisis a las materias primas dependiendo de las características y función en la mezcla de cada una de ellas. Así por ejemplo, en los agentes leudantes se determina granulometría y valor de neutralización; a la harina de trigo se le determina porcentaje de humedad, cenizas, proteína, color, gluten seco y húmedo, hongos, levaduras y cuenta estándar. En el caso de la manteca vegetal se analiza estabilidad de la grasa índice de peróxido y punto de fusión. A la dextrosa se le determina porcentaje de humedad, granulometría e impurezas visuales. A la leche descremada en polvo se le determina el análisis bromatológico completo y los siguientes análisis microbiológicos: cuenta estándar, E. Coli, y Salmonella.

A la harina Versátil, es decir, al producto terminado, se le determina porcentaje de humedad, proteína, fibra cruda, carbohidratos y grasa en cuanto a análisis fisicoquímicos y cuenta estándar y E. coli para verificar que no hubiese contaminación durante el proceso. Los dos los análisis son indicadores de la calidad del producto, pero el más representativo para evaluar la eficiencia del proceso de mezclado es el porcentaje de gra

sa ya que al tomar varias muestras de diferentes lotes y analizarlas, éstas deber reportar un valor muy similar en porcentaje de grasa, lo que indicará una homogénea distribución de grasa en la mezcla.

IV. 1 CRITERIOS DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA

Los rangos de calidad se establecen en la tabla - XIX donde se indica la materia prima, el análisis, la técnica correspondiente, el estándar y tolerancia. La mayoría de los análisis se efectúan de acuerdo a las técnicas del AACC. (48)

IV.2. CRITERIOS DE CALIDAD PRODUCTO TERMINADO

Los rangos de calidad de la harina Versátil se establecen en la tabla XX, al igual que en la tabla de materia prima se indica la técnica correspondiente al análisis, estándar y tolerancia. La mayoría de las técnicas son las correspondientes al AACC. (48)

TABLA XIX

CRITERIOS DE CALIDAD MATERIA PRIMA

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>ANALISIS</u>	<u>TECNICA</u>	<u>ESTANDAR</u>	<u>TOLERANCIA</u>
HARINA DE TRIGO	HUMEDAD	PERDIDA POR SECADO AACC 44 - 15A	13.0 - 14.0%	15% MAX
	CENIZAS	DET. GENERAL DE CENIZAS AACC 08 - 01	0.50%	MAX
	PROTEINA	MICRO-KJELDAHL AACC-46-13	9.0%	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 LEVADURAS	AACC 42 - 50	100 COL/g	MAX
MANTECA VEGETAL	ESTABILIDAD A.O.M.	AACC 58 - 54	35 HRS/ MIN	
	INDICE DE PEROXIDO	AACC 58 - 32	1.0 MEQ	MAX
	PUNTO DE FUSION	WILEY AACC 58 - 41	47.0°C	+ 1.0°C
PIROFOSFATO ACIDO DE SODIO	VALOR DE NEUTRALI- ZACION	AACC 02 - 34	72	+ 2
	GRANULOMETRIA	100g. DURANTE 5 MIN. - A TRAVES DE MALLA NO. 80 - A TRAVES DE MALLA NO. 100 - A TRAVES DE MALLA NO. 200	0.5% 2.0% 90.0%	MAX MAX MIN

TABLA XIX (CONT.)

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>ANALISIS</u>	<u>TECNICA</u>	<u>ESTANDAR</u>	<u>TOLERANCIA</u>
SULFATO DE SODIO Y ALUMINIO	VALOR DE NEUTRALIZACION	AACC 02-32	105	± 2
	GRANULOMETRIA	100 g. DURANTE 5 MIN. AGITANDO		
		- A TRAVES DE MALLA # 50	100%	MIN
		- A TRAVES DE MALLA # 80	0.5%	MAX
		- A TRAVES DE MALLA # 200	80%	MIN
BICARBONATO ACIDO DE SODIO	GRANULOMETRIA	100 g. DURANTE 5 MIN. - A TRAVES DE MALLA # 100	97%	MIN
		- A TRAVES DE MALLA # 200	30%	MAX
		- A TRAVES DE MALLA # 325	10%	MAX
DEXTROSA MONOHIDRATADA	IMPUREZAS VISUALES	NINGUNA		
	HUMEDAD	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	70%	± 20%
		- A TRAVES DE MALLA # 200	35%	MAX
LECHE E.1 POLVO	PROTEINA	MICRO-KJELDAHL AACC 46 - 13	33.0%	MIN
	GRASA	AACC 30 - 16	1.5%	MAX
	HUMEDAD	PERDIDA POR SECADO AAC 44 - 15A	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 XX

CRITERIOS DE CALIDAD PRODUCTO TERMINADO

<u>PRODUCTO TERMINADO</u>	<u>ANALISIS</u>	<u>TECNICA</u>	<u>ESTANDAR</u>	<u>TOLERANCIA</u>
<u>HARINA VERSATIL</u>	PROTEINA	MICROKJELDHAL AACC 46-13	10%	MIN
	GRASA	AACC-30-10	15.5%	14.5 - 16% MAX.
	HUMEDAD	AACC-44-15A	5.5%	6% MAX.
	CENIZAS	AACC-08-01	1.0%	1.5% MAX.
	FIBRA CRUDA		TRAZAS	
	CARBOHIDRATOS	POR DIFERENCIA	68.0%	
	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	

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en las pruebas realizadas dentro del laboratorio se concluye los siguiente:

- La combinación de tiempo de mezclado encontrada como óptima, fué de dos minutos ingredientes secos + dos minutos después de agregar la manteca.
- El proceso óptimo de adición de manteca fué el que corresponde a la manteca cremada ya que de esta forma se logra la mejor homogeneización de todos los ingredientes en el menor tiempo.
- El rango de temperatura dentro del cual se debe mantener la manteca durante el proceso para asegurar -- una buena incorporación de la misma, es de 20°C a -- 24°C.

De los resultados obtenidos en las pruebas desarrolladas en una planta a pequeña escala se concluye:

- El proceso óptimo de fabricación de la harina Versá til corresponde al proceso C que consiste en:
 - + Cremar la manteca previamente acondicionada a una temperatura entre 21°C y 25°C, durante 4 - minutos.
 - + Premezclar en una mezcladora de pantalón los agentes leudantes, leche en polvo y antioxidan- te durante 4 minutos.
 - + Alimentar a través de un cernidor con agitación los ingredientes secos en la mezcladora de lis- tones.
 - + Mezclar en seco 4 minutos.

- + Añadir la manteca cremada y mezclar en húmedo 4 minutos.
- Es recomendable para mantener la manteca dentro del rango óptimo de temperatura, tener una cámara de acondicionamiento a temperatura constante. La temperatura de dicha cámara dependerá de la temperatura ambiente.
- Durante la realización del experimento en una planta a pequeña escala se observó que para hacer más eficiente el proceso es conveniente hacer la premezcla de agentes leudantes y leche en polvo en una mezcladora de pantalón.
- Se observó también durante el desarrollo el problema de la presencia de grumos y concreciones en el producto final. Para solucionarlo se instaló una tolva con una criba de 14 mm de acero inoxidable a través de la cual se ciernen todos los polvos antes de pasar a la mezcladora de listones.
- Para evaluar la eficiencia del proceso es recomendable tomar varias muestras del producto antes de empacar y determinar a las muestras, el porcentaje de grasa para verificar así que la manteca se encuentre uniformemente distribuida.

CAPITULO VI.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Kent, N.L. 1971. Tecnología de los Cereales. Ed. -- Acribia. Zaragoza, España. p. 28
- (2) Op. Cit. p. 30
- (3) Op. Cit. p. 25
- (4) Conasupo. Clasificación del Trigo.
- (5) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. -- 3th. Ed. Vol. 1. Diebel Publishing Co. Chicago Ill. P. 287.
- (6) Op. Cit. p. 291
- (7) Tesis en Desarrollo. Carolina Díaz.
- (8) Op. Cit. p. 8
- (9) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. -- 3 th. Ed. Vol. 1. Siebel Publishing Co. Chicago Ill. p. 966
- (10) Paton, D. 1981. Developmente of Cake Structure. Influence of Ingredients on the Measurment of Cohesive Force during Baking. Cereal Chemistry. 58. Nov/Dec. p. 529
- (11) Op. Cit. p. 528
- (12) American Institute of Baking. 1981. Baking Science and Technology. Baking Science. p. 75
- (13) Op. Cit. p. 76
- (14) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. -- 3th. Ed. Vol. 1. Siebel Publishing Co. Chicago, Ill. p. 91
- (15) Op. Cit. p. 92
- (16) Op. Cit. p 104
- (17) Op. Cit. p. 106
- (18) Op. Cit. p. 107
- (19) Tsen, Cho C. and Tu C. C. 1978. Effects of Mixing - and Surfactants on Microscopic Structure of Wheat - Glutenin. Cereal Chemistry. 55. Jan. p. 89

- (20) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. 3th. Ed. Vol. 1. Siebel Publishing Co. Chicago, Ill. p.117
- (21) Junge, R.C. and R.C. Hoseney. 1981. A Mechanism by -- which Shortening Improves Loaf Volume in Bread. Cereal Chemistry 58. p. 409
- (22) Op. Cit. p. 410
- (23) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. 3th. Ed. Vol. 1. Siebel Publishing Co. Chicago, Ill. p.58
- (24) Torrey, S. 1983. Edible Oils and Fats. Noyes Data --- Corp. Park Ridge, New Jersey. p. 350
- (25) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. 3th. Ed. Vol. 1. Siebel Publishing Co. Chicago, Ill. p. 67
- (26) Rudolph, S. Theodore, William D. Hubbard et. al. 1978. Individual Cake Lipids and Proximate Analysis of --- Various Foods; Commercial Cake Mixes. Journal of ---- Agricultural and Food Chemistry. 26. p. 843
- (27) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. 3th. Ed. Vol 1. Siebel Publishing Co. Chicago, Ill. p. 67
- (28) Op. Cit. p. 69
- (29) Op. Cit. p. 914-15
- (30) U.S. Department of Agriculture. 1980.
- (31) Reiman, M.H. 1979. Chemical Leavining System. Bakers Digest. 36. August. p. 35
- (32) Conn, J.E. 1981. Chemical Leavining System in Flour Products. Cereal Food World. 26. (3) p. 121.
- (34) Op. Cit. p. 122
- (35) McCormick, D.R. 1983. Polyfunctional Phosphates; --- Ingredients Essential to Processed Foods. Prepared -- Foods. Feb. p. 101
- (36) Op. Cit. p. 102
- (37) Conn, J.E. 1981. Phospates and their Use in Leavening Cereal Food World. 26. (2) p. 116
- (38) American Institute of Baking. 1981. Baking Science -- and Technology. Baking Science. p. 162

- (39) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. 3th. Ed. Vol. 1. Siebel Publishing Co. Chicago, Ill. ---- p. 487.
- (40) Op. Cit. p. 492
- (41) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. 3th. Ed. Vol. 1. Siebel Publishing Co. Chicago, Ill. ---- p. 500-501
- (42) Sultán, W.J. 1981. Practical Baking. 3th. Ed. Avi --- Publication Co. West Port, Conn. p. 1
- (43) Op. Cit. p. 3
- (44) Pyler, E.J. 1982. Baking Science and Technology. 3th. Ed. Vol. 1. Siebel Publishing Co. Chicago, Ill. p.409
- (45) Bean, M.M., W.T. Yamazaki and D.H. Donelson. 1980. -- Wheat Starch Gelatinization in Sugar Solutions; ----- Fructose, Glucose and Sucrose. Cake Performance. --- Cereal Chemistry 55. p. 947
- (46) Op. Cit. p. 951
- (47) IAMPES, USDA, PEIA and DFISA. 1979. E-3-A Sanitary -- Standards for Continuous Blenders. Journal of Food --- Protection. 42. June 1979. p. 536
- (48) AACC. 1969. Approved Methods of the American ----- Association of Cereal Chemists. 8th. Ed. American --- Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minn.