



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“ELABORACIÓN DE UNA PREMEZCLA PARA PASTEL,
ESTANDARIZANDO LOS PARÁMETROS DE PROCESO”**

ANA DE JESÚS AZURDIA

Asesorada por: Ing. Luis Fernando Saavedra

Guatemala, enero de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ELABORACIÓN DE UNA PREMEZCLA PARA PASTEL,
ESTANDARIZANDO LOS PARÁMETROS DE PROCESO”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ANA DE JESÚS AZURDIA

ASESORADA POR ING. LUIS FERNANDO SAAVEDRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, ENERO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Videz Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Hilda Palma de Martini
EXAMINADOR	Ing. Carlos Wong Davi
EXAMINADOR	Ing. Estuardo Monroy Benítez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**“ELABORACIÓN DE UNA PREMEZCLA PARA PASTEL,
ESTANDARIZANDO LOS PARÁMETROS DE PROCESO”**

Tema que fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Química, con fecha 23 de octubre de 2003.

Ana de Jesús Azurdia

DEDICATORIA:

A Dios

Por su infinita ayuda que he recibido y el amor sincero que ha sido mi mayor apoyo en cada instante a lo largo de mi vida.

A María Santísima

Por ser una luz en mi caminar y un ejemplo a seguir

A mi madre

Por su amor, dedicación y esfuerzo en mi formación ya que sin esto hubiese sido más difícil llegar hasta hoy.

A mi padre

Por la vida que me otorgó.

A mis tíos, primos y demás familia

Por el cariño que me han demostrado.

A mis padrinos

Carlos Ortega (✝) y Balbina de Ortega por su apoyo en mis estudios.

A mis padrinos de graduación

Inga. Julissa Ríos, Inga. Diana Domínguez de Higueros, Ing. Juan Pablo Ochaeta y Lic. Jorge Zelaya, por su amistad incondicional, el apoyo y confianza que ha servido de fortaleza en mi carrera y vida personal.

A mi tía Edelmira de Zelaya (✝), *porque con su cariño fraternal dio fundamentos sólidos a mi vida.*

A Sor Elena Duchez (✝), *porque fue una guía espiritual en mi vida.*

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco de manera muy especial a:

Mi mejor amigo,** Él que con su espíritu de amor ha sabido reconfortarme, guiarme y acompañarme tanto en los momentos difíciles como en los más felices de mi vida, **Gracias Jesús.

***Mi madre, María del Carmen Azurdia Alburéz** porque es el regalo que Dios colocó acá en la Tierra para mí, para que fuera una luz que guía mi camino, con su cariño sincero.*

***Mi primo, Jorge Zelaya,** porque con su cariño de hermano y amigo, ha sido un gran apoyo y guía.*

***Mis amigos: July, Diana, Pamela, Ovi, Silvia, Ceidy, Lupita, Carolina, Mónica, Juan Pablo, Darwin, Walter, Raúl, Aldo, Omar y Pablo** que colaboraron y apoyaron mi trabajo y mis estudios en toda su trayectoria, porque el sentir su apoyo era y será algo que me demuestra su cariño.*

***Mi asesor Luis Fernando Saavedra,** por su asesoría y orientación en la realización de éste trabajo.*

***Mis amigos, compañeros de trabajo y estudio,** que en determinado momento colaboraron y demostraron su cariño hacia mí.*

***Inga. Hilda Palma de Martini** , por la revisión dada a éste trabajo de graduación.*

***Inga. Verónica de Ruiz,** por su colaboración brindada en la fase experimental de mi trabajo.*

***Ing. Julio Rivera,** por el apoyo en la realización de éste trabajo.*

***Mi Universidad San Carlos de Guatemala,** porque fue el centro de formación en mi carrera.*

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IV
GLOSARIO.....	VI
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Ingredientes utilizados en premezclas.....	1
1.1.1. Harina.....	1
1.1.1.1. Tipos de harina.....	1
1.1.1.2. Clases de trigo.....	3
1.1.2. Azúcar.....	3
1.1.2.1. Clases de azúcar.....	4
1.1.2.2. Función.....	4
1.1.3. Almidón.....	6
1.1.3.1. Tipos de almidón.....	6
1.1.3.2. Naturaleza del proceso.....	7
1.1.4. Polvos de hornear.....	8
1.1.5. Emulsificantes.....	9
1.1.5.1. Justificación de uso de los emulsificantes en pastelería.....	9
1.1.5.2. Función.....	10
1.1.5.3. Mono y diglicéridos de ácidos grasos.....	11
1.1.5.4. Emulsificantes naturales.....	12
1.1.5.5. Emulsificantes manufacturados.....	12

1.2	Integración y mezclado de ingredientes básicos para premezclas.....	13
1.3	Maquinaria.....	14
1.4	Tipos de pasteles.....	14
	1.4.1. Pasteles tipo esponja.....	14
	1.4.2. Pasteles base grasa , tipo batter o bizcocho pesado.....	15
1.5	Consideraciones generales del uso de premezclas...	15
2.	METODOLOGÍA	16
2.1	Material y equipo.....	16
	2.1.1. Fase experimental.....	16
	2.1.1.1. Elaboración de la premezcla.....	16
	2.1.1.2. Elaboración de producto como pruebas.....	16
	2.1.1.3. Mediciones y pruebas sensoriales.....	17
	2.1.2. Elaboración de informe.....	17
2.2.	Procedimiento.....	18
	2.2.1. Selección de materias primas.....	18
	2.2.2. Formulación de premezclas de prueba.....	18
	2.2.3. Determinar el tiempo óptimo de mezclado de los polvos.....	19
	2.2.4. Elaboración de bizcochos.....	19
	2.2.4.1.Bizcocho tipo esponja.....	19
	2.2.4.2.Bizcocho pesado (base grasa).....	20
	2.2.5. Prueba organoléptica de aceptación.....	20
	2.2.6. Establecer el grupo de ingredientes que sea necesario cernir.....	20

3.	RESULTADOS.....	21
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	25
	CONCLUSIONES.....	29
	RECOMENDACIONES.....	30
	BIBLIOGRAFÍA.....	31
	APÉNDICES.....	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Preferencia del consumidor, entre premezcla 3 y receta original para bizcocho tipo esponja.	24
2	Preferencia del consumidor, entre premezcla 3 y receta original para bizcocho base grasa.	24

TABLAS

I	Características de bizcocho tipo esponja para diferentes premezclas.	21
II	Características de bizcocho pesado para diferentes premezclas.	21
III	Características de bizcocho tipo esponja con variación de tiempos en premezcla 3. Batch de 12 litros.	22
IV	Características de bizcocho pesado con variación de tiempos en premezcla 3. Batch de 12 litros.	22
V	Características de bizcocho tipo esponja con variación de tiempos en premezcla 3. Batch de 60 litros.	23
VI	Características de bizcocho pesado con variación de tiempos en premezcla 3. Batch de 60 litros.	23
VII	Porcentajes de ingredientes.	32
VIII	Porcentajes de ingredientes premezcla 1.	32
IX	Porcentajes de ingredientes premezcla 2.	33
X	Porcentajes de ingredientes premezcla 3.	33
XI	Porcentajes de ingredientes premezcla 4.	34
XII	Características de bizcocho tipo esponja premezcla 1.	34
XIII	Características de bizcocho tipo esponja premezcla 2.	35

XIV	Características de bizcocho tipo esponja premezcla 3.	35
XV	Características de bizcocho tipo esponja premezcla 4.	36
XVI	Características de bizcocho tipo esponja receta original.	36
XVII	Características de bizcocho base grasa premezcla 1	37
XVIII	Características de bizcocho base grasa premezcla 2	37
XIX	Características de bizcocho base grasa premezcla 3	38
XX	Características de bizcocho base grasa premezcla 4	38
XXI	Características de bizcocho tipo esponja receta original.	39
XXII	Características de bizcocho tipo esponja premezcla 3, tiempo 1	39
XXIII	Características de bizcocho tipo esponja premezcla 3, tiempo 2	40
XXIV	Características de bizcocho tipo esponja premezcla 3, tiempo 3	40
XXV	Características de bizcocho tipo esponja premezcla 3, tiempo 4	41
XXVI	Características de bizcocho base grasa premezcla 3, tiempo 1	41
XXVII	Características de bizcocho base grasa premezcla 3, tiempo 2	42
XXVIII	Características de bizcocho base grasa premezcla 3, tiempo 3	42
XXIX	Características de bizcocho base grasa premezcla 3, tiempo 4	43
XXX	Alturas de bizcocho tipo esponja, premezcla 3, variación de tiempos batch de 60litros	43
XXXI	Alturas de bizcocho base grasa premezcla 3, variación de tiempos batch de 60litros	44
XXXII	Densidades para las diferentes pruebas de premezclas.	44
XXXIII	Datos calculados, prueba sensorial, bizcocho tipo esponja.	45
XXXIV	Datos calculados, prueba sensorial, bizcocho base grasa.	45

GLOSARIO

Achicoria	Planta de hojas recortadas, ásperas y comestibles: las raíces tostadas de la achicoria se usan como sucedáneo del café.
Ácido ascórbico	El ácido ascórbico –vitamina C- actúa como un mejorador de la harina y cuando es usado en proporciones de 20 a 89 ppm de harina mejora materialmente la calidad en horneado.
Aguaturma	Planta de la especie: <i>Helianthus tuberosus</i> Diurético, aperitivo, tónico, estomacal, antirreumático. Las raíces cocidas actúan como afrodisíaco y productor de semen. Régimen para diabéticos.
Azúcar invertido	Es el nombre dado a una mezcla equimolar de dextrosa y fructosa. Se puede preparar a partir de sacarosa gracias a la acción de la enzima invertasa o mediante la cocción con ácido diluido. Es más dulce que la sacarosa a igualdad de peso.
Birrefringencia	Doble refracción.
Centeno	Planta anual gramínea, semejante al trigo. Los granos de centeno son más largos y finos que los de trigo y su color es gris verdoso.
Dextrina	Sustancia sacada del almidón, empleada en tintorería y en dietética.

Emulsificación	Acción de constituir una sustancia a partir de dos que no son miscibles, una de las cuales se halla dispersa en la otra en forma de gotas pequeñísimas.
Fructosa	Azúcar de frutas.
Glucosa	Azúcar que se encuentra en ciertas frutas y en la composición de casi todos los glúcidos.
Leguminosas	Familia de plantas angiospermas dicotiledóneas cuyo fruto está en una vaina, como la lenteja, el guisante, el garbanzo, etc.
Leudado	Producto que fue fermentado con levadura.
Melada	Jarabe espeso hecho con el zumo de la caña dulce.
Melaza	Residuo de la cristalización del azúcar.
Molturación	Molienda, trituración.
Monoglicéridos	Los monoglicéridos son ésteres parciales de los ácidos grasos con el glicerol en el que sólo uno de los grupos hidroxilo está esterificado, mientras que los otros dos permanecen libres como tales.
Pataca	Aguaturma y su fruto.

Penetrómetro	Instrumento que posee una aguja o cono de penetración normalizado, que está sujeto de tal forma que la punta toca la superficie de la muestra. Después se deja actuar al mecanismo de liberación de tal modo que la aguja o el cono, junto con su soporte caigan y penetren en la muestra, después de 5 segundos se mide en una escala la altura de la penetración.
Receta “madre”	Receta original de la cual se pueden desglosar otras.
Tegumento	Membrana que envuelve algunas partes de los vegetales.

RESUMEN

Se elaboró una serie de premezclas con base en porcentajes de ingredientes, presentes en recetas “madre”, reduciendo el porcentaje de huevo y adicionando emulsificante en polvo y agua. Se estableció que la premezcla en que se redujo un 3% de huevo proporcionó las mejores características en los productos finales, bizcocho tipo esponja y base grasa (bizcocho pesado), dando como resultado las mejores alturas y suavidades respectivamente.

La premezcla seleccionada se preparó con diferentes tiempos de mezclado, obteniendo en promedio 13 minutos, como el tiempo más adecuado; de los cuales 5 minutos se mezcló en primera velocidad y 8 en segunda, trabajando en una máquina mezcladora de gancho, con capacidad para 65 kilos.

El producto preparado con la premezcla se comparó con el de recetas originales, a través de una prueba sensorial de simple preferencia, en la que se determinó que el consumidor no detectó diferencia entre ambos productos, concluyendo entonces que las características del producto no se ven afectadas, pero el proceso de elaboración se hace más eficiente, reduciendo costos, tiempos de trabajo y facilitando las actividades en las líneas de producción. Además dicha premezcla puede utilizarse satisfactoriamente en pasteles fríos y en no refrigerados, con las variantes de ingredientes líquidos recomendada.

OBJETIVOS

General

Elaborar una premezcla para pastel, a partir de una “receta madre”, estandarizando los parámetros de proceso.

Específicos

1. Preparar en forma homogénea una premezcla base, utilizable en pastel frío y seco.
2. Verificar mediante mediciones físicas y pruebas organolépticas de producto terminado, la funcionalidad de la premezcla elaborada.
3. Estandarizar el proceso de formulación de productos de mayor demanda, manteniendo la calidad de los mismos.
4. Establecer los procedimientos estándares de trabajo adecuados dentro del área de proceso de elaboración de premezcla.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria alimenticia, en especial la relacionada con pastelería o repostería, está incursionando en el campo de premezclas, ya que las exigencias de producción y los niveles de calidad del producto cada vez son mayores, por lo tanto, se debe llevar a cabo un procedimiento que colabore con los dos parámetros de manera equivalente, de tal manera que uno no afecte los resultados del otro.

Una premezcla, permite obtener niveles satisfactorios de producción, cumpliendo con los estándares de calidad, debido a la homogeneidad de la misma y por la centralización de puntos en el procedimiento de preparación en producción.

La determinación de los porcentajes de ingredientes en una premezcla, a partir de una “receta madre”, que permitirá la unificación de varios procedimientos, así como la facilidad de dosificación en las líneas de mayor producción en la planta, por la ambigüedad de uso de la misma, son los principales objetivos de este trabajo; obteniendo a la vez productos de mejor calidad, de una forma estandarizada. El trabajo incluirá las pruebas respectivas de la preparación de la premezcla y elaboración de productos a partir de ésta, revisando los tiempos de mezclado de polvos de la misma, determinando de ésta forma las proporciones adecuadas de ingredientes y condiciones de trabajo. Además un análisis de características físicas de producto preparado con las diferentes pruebas.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Ingredientes básicos usados en la preparación de premezclas

1.1.1. Harina

El trigo es el principal cereal utilizado para preparar harina, aunque una pequeña cantidad de harina se elabora a partir del centeno. Las harinas se obtienen por molturación del trigo limpio u otros cereales y leguminosas. La harina, sin otro calificativo, se entiende siempre como procedente del trigo. Cuando se trata de harinas procedentes de otros productos se debe indicar (harina de maíz, harina de cebada, etc.).

La harina de trigo panificable debe ser suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños de rancidez, moho, acidez, amargor o dulzor. Debe presentar una apariencia uniforme, sin puntos negros, libre de cualquier defecto, sin insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales.

El valor calórico de la harina de trigo es de unas 350 calorías por cada 100 gramos.

1.1.1.1. Tipos de harina

La mayor parte de la harina para consumo humano se muele a partir de mezclas, que contienen una cierta proporción de trigos fuertes procedentes de Norteamérica, y tiene un contenido proteínico entre el 11.0 y el 12.5 %. Su actividad diastásica debe ser la suficiente para proporcionar bastantes azúcares para que puedan actuar las levaduras durante la fermentación de la masa.

Las harinas vendidas para usos domésticos o las destinadas a convertirse en harina autofermentescibles deberán ser menos fuertes y menos proteináceas, y consecuentemente se pueden producir a partir de mezclas de trigos europeos u otros tipos más débiles. El contenido proteico apropiado deberá estar entre el 9.5 y el 10.5 %.

La harina para galletas debe ser débil y de escaso contenido proteico, teniendo su proteína una buena extensibilidad. El contenido proteico debe ser del 8.5 % o inferior y en algunas formulaciones en las que la masa para galletas necesita ser muy extensible la harina se trata en el molino con dióxido de azufre los trigos británicos son muy apropiados para su fabricación.

Las harinas para pasteles especiales tienen un tamaño de partícula muy fino y pueden ser tratadas con cloro para ayudar a la estabilidad del pastel en aquellas recetas con alto contenido de azúcar/licor. El fino tamaño de partícula se consigue normalmente por un proceso de clasificación por aire de las partículas de harina.

Desde el punto de vista comercial, las harinas se clasifican en:

- ◆ Harina enriquecida, que es aquella a la que se ha adicionado algún producto que eleve su valor nutritivo (leche en polvo, azúcares, etc.).
- ◆ Harina acondicionada es la que mediante tratamientos físicos o adición de ciertos productos (ácido ascórbico, fosfatos, etc.) es mejorada en sus características organolépticas y plásticas.
- ◆ Harina mezclada es el resultado de la mezcla de harinas de diferentes cereales, debiendo indicarse cuáles son las harinas integrantes.
- ◆ Harina integral es la obtenida por la trituración del cereal, sin separación de ninguna parte del mismo.
- ◆ Sémolas son los productos procedentes de la molturación de cereales , limpios, libres de restos de sus tegumentos y germen.

- ◆ Harinas malteadas son las obtenidas a partir de cereales que hayan sufrido un malteado (tueste) previo, y se clasifican según el contenido en almidón soluble en agua.
- ◆ Harinas dextrinas son las que por tratamiento térmico o adición de una pequeña cantidad de ácido no perjudicial contienen dextrina.

1.1.1.2. Clases de trigo

Las harinas se clasifican de acuerdo al tipo de trigo del que se muelen. Existen tres especies comunes de trigo que crecen en los Estados Unidos. Dos de los cuales son: El trigo común (*Triticum aestivum*) y el Club (*Triticum compactum*), que se utilizan para fabricar harina. El tercero, el trigo duro, se utiliza para hacer productos de pastas secas.

El trigo apropiado para la harina se puede clasificar de acuerdo al color de la superficie de la semilla (blanca o roja), la estación en que se planta (invierno o primavera) y si es dura o suave. Las diferencias entre el trigo duro y suave se atribuían solamente a la mayor proporción de proteínas y almidón en el duro. Sin embargo, evidencias recientes indican que la dureza del trigo duro proviene de la mayor continuidad de la matriz de proteínas dentro de las células y los enlaces más firmes de los gránulos del almidón con esta matriz.

1.1.2. Azúcar

Con el nombre de azúcar (sacarosa) se designa al producto obtenido industrialmente de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*) y de otras plantas sacarinas, en suficiente estado de pureza para la alimentación humana.

La sacarosa es un hidrato de carbono, es decir, está compuesta de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno.

La sacarosa o azúcar común es el edulcorante más universalmente utilizado en toda clase de productos alimenticios. Su fórmula empírica es $C_{12}H_{22}O_{11}$ y su peso molecular 342. funde a unos 170-180°C y es muy soluble en agua. Se hidroliza en soluciones ácidas, liberando sus dos componentes, glucosa y fructosa. (Ref. 2)

1.1.2.1. Clases de azúcar

Existen varios tipos de azúcares utilizados por los fabricantes de premezclas. De estas, la sacarosa de estructura granular media es la más comúnmente usada para la elaboración de productos de panificación y pastelería. Los fabricantes deben definir el tipo exacto de azúcar y su granulación para establecer su especificación y seleccionar a su proveedor.

Las clases de azúcar y productos derivados los podemos clasificar como sigue:

- ◆ Azúcares crudos: Azúcar terciado, azúcar blanquilla, azúcar pilé y azúcar granulado.
- ◆ Azúcares refinados: Azúcar refinado, azúcar de pilón, azúcar cortadillo, azúcar cande y azúcar granulado.
- ◆ Melazas: Melada, melaza de caña y melaza de remolacha.
- ◆ Derivados del azúcar: Azúcar glasé y azúcar caramelizado.
- ◆ Otros azúcares: Azúcar invertido, jarabe de fécula, glucosa anhidra, jarabe de maltosa y lactosa.

1.1.2.2. Función

El azúcar es mucho más importante en la preparación de premezclas para pasteles. Por ejemplo, los pasteles de alto radio, con un contenido de azúcar a veces tan alto como 130-140% en porcentaje panadero, son muy comunes en el mercado. Los azúcares en pasteles, galletas y otros productos de panificación altos en azúcar tienen las siguientes funciones:

- ◆ Dulzura que da gusto y sabor.
- ◆ Cuando disuelta en un líquido, el azúcar se convierte en jarabe, lo cual tiene un efecto suavizante en el producto.
- ◆ Algunos azúcares determinan el color de la corteza, formado por la exposición al calor del horno y a su reacción con las proteínas.
- ◆ Debido al mezclado y cremado con las grasas y otros ingredientes, se obtiene una textura y grano deseable de producto.
- ◆ Incremento en la calidad de producto y sus propiedades de conservación debido a sus propiedades de absorción de agua.
- ◆ En el caso de productos leudados con levadura, el azúcar es un alimento para la levadura.

Como se indicó anteriormente, el azúcar refinada granulado fino, es la más común utilizada por los productores de premezclas. El azúcar o azúcares deben ser cernidas y mezcladas previamente, posteriormente deben ser cernidas junto con el harina y otros ingredientes secos. Si se va a mezclar azúcar glass con azúcar granulada, es mejor primero cernir la primera y posteriormente mezclarla con la de granulometría mayor antes de mezclarlas con otros ingredientes secos. Esto es muy importante para productos de pastelería. Cuando la premezcla debe tener un mezclado más extenso, se recomienda el uso de azúcar refinada de grano fino, se crema bien y da mejor grano y textura. Los azúcares en polvo dan un efecto de endurecimiento y restringen la absorción de aire durante el mezclado.

1.1.3. Féculas y almidones

Éstos son agentes espesantes, ayudan a formar la consistencia deseada en diversos productos. Las féculas son harinas obtenidas a partir de tubérculos, rizomas, raíces tuberosas, granos de cereales y leguminosas, así como de otras partes de los vegetales.

Así tenemos la fécula de patata, que es el producto obtenido a partir de patatas frescas, lavadas, peladas y trituradas, con decantación y desecación de los granos de almidón.

Otros productos a partir de los cuales obtienen féculas son las habas, yuca, pataca, dalia, achicoria, etc.

Cuando se habla de féculas o almidones se debe indicar el nombre de la planta de que procedan. La tapioca es la fécula que se extrae de la raíz de yuca. La inulina es la fécula que se extrae de la pataca y la dalia. (Ref. 3)

1.1.3.1 Tipos de almidón

Los almidones varían en su poder espesante. El almidón de maíz, que es casi un almidón puro, tiene aproximadamente el doble del poder espesante del de la harina, que es el endospermo finamente partido del trigo. El almidón de maíz y de tapioca tienen aproximadamente el mismo poder espesante aunque un líquido espesado con tapioca no se asienta. De hecho, la tapioca se utiliza en las tartas de frutas para espesar el jugo, ya que no forma un gel rígido. Aunque tanto el almidón de maíz regular como el céreo tienen poder espesante, este último obtiene una viscosidad más alta a una temperatura inferior pero la pasta cocida también se adelgaza más con el calentamiento y el batido subsecuente. Los granos inflados de almidón cocido son frágiles y fácilmente se rompen y los almidones de tubérculos aún más que los almidones de cereales. Los líquidos espesados con almidón de papa, tapioca o de maíz céreo son más elásticos que aquellos espesados con almidón de cereales.

Los almidones en su forma natural son de utilidad limitada. Los almidones modificados químicamente para eliminar algunos de sus defectos, se utilizan actualmente bastante en la industria de alimentos. Ciertos grupos monofuncionales son substituidos en los grupos OH de las moléculas individuales del almidón. Estos grupos, más voluminosos que sustituyen al hidrógeno, evitan que se asocie la amilosa que ha escapado de los gránulos hinchados. Por ejemplo, el almidón se puede dejar reaccionar con fosfato o algún otro compuesto que forme enlaces de éster con los grupos OH. (Ref. 1)

1.1.3.2. Naturaleza del proceso

Cuando la energía cinética de las moléculas de agua en contacto con los granos de almidón se hace lo suficientemente mayor como para producir la atracción entre las moléculas de almidón unidas por puentes de hidrógeno dentro del gránulo, las moléculas de agua pueden penetrar al grano de almidón, primero en las áreas menos densas, y luego que se eleva la temperatura, en las áreas cristalinas. La captación de agua de los granos de almidón comienza a una temperatura variable, de acuerdo con la fuente de almidón. Al ocurrir, la suspensión lechosa se hace menos opaca y más translúcida y los granos hinchados pierden su birrefringencia e inician el espesamiento del líquido. El aumento en la translucidez se debe a que el índice de refracción de los granos hinchados se acerca al del agua. Debido al gran número de grupo hidroxilo presentes en las moléculas de almidón, estos granos pueden absorber grandes cantidades de agua. Dichos granos hinchados por el agua, se comportan como globos de gelatina elásticos y frágiles. Aun cuando los granos han perdido su birrefringencia y se han hinchado al máximo, el espesamiento es incompleto debido a que el calentamiento adicional de la suspensión resulta en un espesamiento adicional.

1.1.4. Polvos de hornear

El sabor de la mayoría de los productos horneados depende en parte de su consistencia porosa y ligera. El grado en que esto se alcanza depende de la elasticidad y la capacidad para retener gas de la masa de líquido y harina. Igualmente importante es la capacidad del gas para inflar la masa elástica. Los productos horneados hechos de harina podrían ser pesados y compactos sin el gas que los esponja. El aire, el vapor y el bióxido de carbono son los gases esponjantes. La mayoría de los productos horneados se hinchon con más de uno de los tres gases esponjantes. Algunas burbujas de aire se incorporan en todos los productos horneados. Debido a que todos contienen líquido, en todos se forma algo de vapor. Sin embargo, no todos los productos horneados se esponjan con el bióxido de carbono.

Cuando cualquier alimento que ya contiene ácido en solución se combina con el bicarbonato, éste se disuelve en el líquido frío y el ácido rápidamente libera el bióxido de carbono del bicarbonato. Una sal del ácido se forma junto con el gas. Sin embargo, a menos que tanto el ácido como el bicarbonato estén en solución e ionizados, los dos no reaccionan. El polvo de hornear; que es una mezcla de bicarbonato y ácido secos, aprovecha la ventaja. Es estable en un recipiente cerrado debido a que ambos reactivos están secos. El primer polvo de hornear se vendió en 1853 en los Estados Unidos.

El rendimiento del bióxido de carbono del polvo de hornear se fija por ley a un mínimo de 12 por ciento, aunque la mayoría de los polvos de hornear están formulados para producir el 14 por ciento. Esto significa que cada 100 gramos de polvo de hornear deben rendir al menos 12 gramos de bióxido de carbono. Debido a que el bicarbonato es la fuente de este CO_2 , todos los polvos de hornear deben contener al menos este mínimo de bicarbonato, lo que significa aproximadamente $\frac{1}{4}$ de cucharadita de bicarbonato en cada cucharadita de polvo de hornear.

Para formular un polvo de hornear, se añade suficiente ácido para neutralizar el bicarbonato. El polvo de hornear hecho con un ácido inerte para estandarizarlo. La fécula de maíz, que es inerte, sin sabor y barata o el carbonato de calcio, se utilizan comúnmente. La fécula de maíz absorbe la humedad ayudando así a mantener secos a los reactivos.

Los cantidad utilizada de polvos de hornear varía con la altitud a la que se trabaje, debido a los cambios de presión dados en cada lugar.

1.1.5. Emulsificantes

La principal justificación técnica del uso de emulsificantes fue y sigue siendo mantener la estabilidad del producto en una vida útil extendida. Un conocimiento detallado de la fisicoquímica de una emulsión se obtiene cuando se utiliza pura agua, aceite y un surfactante, pero una masa y un batido son sistemas extremadamente complejos, por lo que se ha vuelto una práctica común usar dos o más mezclas de emulsificantes para obtener varias aplicaciones.

Los emulsificantes usados en procesos de panificación funcionan más como retardadores del envejecimiento (suavizantes) y como acondicionadores y reforzadores de la masa, que como emulsificantes. En pastelería colaboran con el incremento del volumen por aeración, la emulsificación del batido y el aumento de la vida de anaquel.

1.1.5.1 Justificación de uso de los emulsificantes en pastelería

- ◆ Actúan como lubricantes.
- ◆ Emulsifican la grasa en el batido.
- ◆ Crean estructura.
- ◆ Airean y mejoran retención de gas.
- ◆ Mejoran comestibilidad.
- ◆ Extienden la vida útil.

- ◆ Modifican la cristalización.
- ◆ Retienen humedad y mejoran la absorción de agua.
- ◆ Imparten textura y mejoran la simetría.
- ◆ Reducen tiempo de mezclado y aumentan la tolerancia al mezclado.
- ◆ Aceleran la tasa de hidratación de la harina y de otros ingredientes.
- ◆ Reducen el nivel de uso de huevo y grasa.
- ◆ Se pueden mezclar todos los ingredientes al mismo tiempo.

1.1.5.2 Función

Debido a que el aceite y el agua no se pueden mezclar, generalmente se requiere cierta fuerza aplicada a través de las hojas de la batidora, para formar gotitas de los dos líquidos y mantenerlos entremezclados. Este estado continuará sólo mientras dure el batido. Una vez que se detenga, las gotitas de cada uno de los líquidos inmiscibles, se unen, debido a que las moléculas de cada líquido tienen una gran afinidad entre sí, y muy poca o ninguna para las moléculas del otro líquido. El aceite, siendo más ligero, se elevará hacia la parte superior, y el agua que es más pesada, se asentará en el fondo del recipiente. De esta forma, ocurre la separación de los dos líquidos en dos fases. El plano en donde se juntan las dos fases se conoce como “interfase”.

Un emulsificante ayuda en la formación de una emulsión al disminuir la tensión superficial de un líquido más que la del otro, y evitar la coalescencia de las gotas del otro líquido. El líquido con menor tensión superficial, se esparce más fácilmente y forma la fase continua. Al mismo tiempo, las moléculas del emulsificante se deben acumular en la interfase aceite / agua, para evitar la coalescencia de la fase dispersa.

Cierto número de compuestos diferentes pueden servir como agentes emulsificantes pero todos tienen esta característica en común. Una parte de la molécula debe tener una combinación de átomos de manera que tenga afinidad para, y se disuelva

en el aceite, o sea, que debe ser no polar. La otra parte de la molécula debe ser de naturaleza polar, y tener la capacidad para unirse al agua. (Ref. 6)

Todas estas razones tienen como finalidad técnica lo siguiente:

- ◆ Compensar las variaciones de materias primas.
- ◆ Garantizar una calidad constante.
- ◆ Producir productos atractivos.
- ◆ Mantener fresca y comestibilidad.
- ◆ Facilitar el proceso.

1.1.5.3 Mono y diglicéridos de ácidos grasos

Los emulsificantes más usados por su efecto suavizante son los mono diglicéridos de ácidos grasos de cadena de C14 a C18, los cuales se encuentran en el mercado como mono y diglicéridos que son mezclas de 40 al 50% de monoglicéridos, 30 a 40% de diglicéridos y restos de glicerol y ácidos grasos sin reaccionar o como monoglicéridos destilados que contienen un 90% de alfa-monoéster.

Los monoglicéridos se forman de mezclar glicerina con ácidos grasos en presencia de un catalizador. Los monoglicéridos fueron los primeros emulsificantes comerciales para alimentos. Las mantecas para pasteles “superglicerinadas”, introducidas en los 20’s, hicieron posible incorporar aire de una forma en que las burbujas estaban divididas de una forma mas uniforme y pequeña durante la primera etapa del mezclado o cremado. Esta manteca se preparaba haciendo reaccionar manteca regular con glicerina, produciéndose una pequeña proporción de monoglicéridos en la grasa.

En los años 30’s se descubrió el efecto antienvjecimiento o anti-staling de los monoglicéridos y aquí los panaderos y pasteleros empezaron a buscar fuentes más

concentradas de monoglicéridos. Incrementando la proporción de glicerina o grasa, se obtuvo un producto plástico que contenía un 45% de monoglicéridos. Al adicionar este producto en una dosificación de 1% a 3% base harina, casi se duplicaba la vida útil de los panes. Poco después de la Segunda guerra mundial, la destilación molecular se comenzó a utilizar para fabricar productos con un contenido de monoglicéridos del 90% al 95%. Poco tiempo más tarde, después de estudios enfocados a entender el fenómeno de anti-staling, se comenzó a ofrecer a los panaderos una forma de monoestereato de glicerol (GMS) hidratado. (Ref. 6)

1.1.5.4 Emulsificantes naturales

La gelatina y la clara de huevo, ambas proteínas, son buenos emulsificantes, pero la yema de huevo es superior a cualquiera. La yema de huevo tiene aproximadamente una tercera parte de grasa pero los constituyentes en la yema que la hacen un emulsificante superior son las lipoproteínas. (Ref. 2)

1.1.5.5. Emulsificantes manufacturados

El glicerol monoestereato es un emulsificante manufacturado utilizado desde hace muchos años. El radical de ácido esteárico es no polar y el resto del glicerol con los dos grupos hidroxilos es polar. En los últimos años se han introducido en el mercado cierto número de surfactantes comestibles. Algunos son ésteres de ácidos orgánicos (acético, cítrico, láctico y tartárico) de monoglicéridos. Aquellos surfactantes que tienden a formar cristales alfa, han hecho posibles las mezclas para pasteles a base de grasa que pueden combinarse sin cremar la grasa.

En las panaderías pequeñas y medianas, principalmente en supermercados, la utilización de premezclas juega un papel muy importante en la producción diaria de

productos de panificación. Las principales ventajas que se han encontrado en su utilización pueden resumirse en las siguientes:

- ◆ Variedad de productos.
- ◆ Ahorro de tiempo en la selección compra y dosificación de ingredientes.
- ◆ Control de calidad.
- ◆ Operación más eficiente.
- ◆ Consistencia en la producción de producto.
- ◆ Ayudan a solventar los problemas relacionados con panaderos inexpertos, por la disminución de riesgos e imprevistos en la dosificación.

1.2. Integración y mezclado de ingredientes básicos para premezclas

Es definitivamente un factor fundamental entender los ingredientes secos usados, el cernido y el mezclado, la integración de esta mezcla con las grasas, huevo en polvo y polvos de hornear.

La técnica para un apropiado mezclado e integración y para el control de la consistencia de la mezcla, esta relacionada al conocimiento de los ingredientes usados, su composición, composición granular y procedimiento de combinación y mezclado.

Los ingredientes que son similares en carácter se mezclan generalmente juntos, los ingredientes de granulación fina, como la harina, el azúcar, sal e ingredientes similares, deben cernirse primero y luego mezclarse. Los ingredientes secos de mayor granulometría como salvado, germen de trigo, harina de maíz, etc deben de mezclarse juntos primero y luego adicionarse a la harina. La manteca y otras grasas deben adicionarse al final del mezclado.

1.3. Maquinaria

Un equipo especializado para mezcla de polvos, facilitará el trabajo de premezclas, por la dispersión homogénea de los ingredientes que se aplican en menor cantidad, se debe tomar en cuenta para dicho equipo, el volumen de producción.

Existen mezcladoras o revolvedoras con mecanismos de doble aspa, una sola aspa de paletas, de cintas de doble espiral, de horquilla, de ganchos, de brazo, de tipo pantalón o tipo V, etc. La tina de las mezcladoras puede ser fija, volcable, con descarga al centro o lateral. Fabricadas en tipo de materiales como: acero al carbón, acero inoxidable, estañadas, con pinturas epóxicas o anticorrosivas, etc.

También hay productos que requieren que la tina vaya enchaquetada o doble fondo, ya sea para enfriamiento o calentamiento cuando haya reacciones. (caso no presente en premezclas a trabajar).

1.4. Tipos de pasteles

1.4.1 Pasteles tipo esponja

Los pasteles tipo esponja dependen principalmente en la extensión y desnaturalización de la proteína del huevo para formar la estructura del volumen final y con una o dos excepciones, pueden verse como pasteles sin grasa. Dependiendo de la parte del huevo usada, los pasteles esponja se dividen en dos:

- ◆ *Angel food-Cakes* aquellos pasteles que utilizan únicamente la clara de huevo.
- ◆ Esponjas, aquellos pasteles que utilizan tanto huevo entero como yemas, o una combinación de ambos.

Los pasteles esponja dependen, para formar su estructura y volumen de la habilidad del huevo para atrapar aire y formar una esponja estable. Típicamente y conforme el huevo se bate, se incorpora aire y las burbujas de aire se fracciona

volviéndose más y de menor tamaño. El color del batido gradualmente cambia de un color ligeramente amarillo a un blanco brillante.

1.4.2. Pasteles base grasa , tipo batter o bizcocho pesado.

Éste tipo de pasteles dependen de la harina, huevos y leche para formar estructura y contienen cantidades razonablemente altas de grasa. La mayor parte del volumen del pastel terminado se obtiene por el uso del polvo de hornear. Este producto se elabora con iguales cantidades de harina, mantequilla, azúcar y huevos. Con el tiempo y al irse adaptando esta formulación a la pastelería comercial, se encontró que no únicamente el volumen, grano y textura se mejoraban al modificar el método de mezclado y al reducir los niveles de huevo y grasa, sino que también el costo resultante era menor.

1.5. Consideraciones generales del uso de premezclas

Una premezcla favorece la rotación en bodega, ya que son menores las cantidades de productos de los cuales hay que preocuparse. Reduce pérdidas de ingredientes porque cada bolsa es preparada por batch. Reduce errores de pesaje por los empleados. Ofrece un mayor campo de ideas para nuevos productos más eficientes.

Según los lineamientos de HACCP se tiene que: por ser una mezcla seca, hay menor crecimiento microbiológico. Una premezcla en general cumple con los puntos de éste sistema, por lo que es más fácil su aplicación en una planta de procesos. (Ref. 7)

2. METODOLOGÍA

2.1. Material y equipo

2.1.1. Fase experimental

2.1.1.1 Elaboración de la premezcla

En una planta procesadora de alimentos se requiere el uso del siguiente material y equipo:

- ◆ Ingredientes básicos: harina, azúcar refinada, polvo de hornear, emulsificante en polvo, almidón de maíz.
- ◆ Balanza, con una resolución de hasta 1 gramo.
- ◆ Cucharones medidores.
- ◆ Cernidor.
- ◆ Cronómetro.
- ◆ Recipientes para pesar.
- ◆ Máquina mezcladora de gancho, con tina fija de acero inoxidable y con descarga lateral.
- ◆ Bolsas.
- ◆ Marcador permanente.

2.1.1.2. Elaboración de producto como pruebas

- ◆ Ingredientes líquidos: huevo, agua, margarina.
- ◆ Batidora con tres velocidades, capacidad de 12 litros.
- ◆ Batidora con tres velocidades, capacidad de 40 litros.
- ◆ Moldes.

- ◆ Balanza, con resolución de hasta 5 gramos.
- ◆ Horno de carro giratorio.
- ◆ Medidor de densidad.

2.1.1.3. Mediciones y pruebas sensoriales

- ◆ Vernier electrónico.
- ◆ Penetrómetro manual.
- ◆ Cronómetro.
- ◆ Hojas de encuesta para pruebas de aceptación.
- ◆ Vasos.
- ◆ Platos.
- ◆ Azafates
- ◆ Servilletas.
- ◆ Agua pura.
- ◆ Muestras de bizcochos con receta original y premezcla.
- ◆ Cuchillo.

2.1.2. Elaboración de informe

- ◆ Papelería y Útiles de Oficina
- ◆ Computadora con impresora e Internet.
- ◆ Fotocopias: bibliografía y fuentes de información.

2.2. Procedimiento

El procedimiento a seguir en cada fase es el siguiente:

2.2.1. Selección de materias primas

Todos los ingredientes deben tener aproximadamente el mismo tamaño de grano para obtener una mezcla homogénea. El azúcar es el ingrediente con mayor tamaño de grano, se debe tratar de buscar la más refinada posible.

2.2.2. Formulación de premezclas de prueba

En base a recetas “madre” se determinan los porcentajes presentes de cada ingrediente, y con éstos se procede a hacer las diferentes variaciones para pruebas, en éste caso se realiza la reducción de huevo en el 1, 2, 3 y 4 % de huevo, siendo las premezclas 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Se determinan los porcentaje por prueba y error, utilizando los datos obtenidos en el producto terminado, los cuales serán los siguientes:

- ◆ Altura. Medición con vernier, al centro del bizcocho y a 5 cm de la orillas.
- ◆ Suavidad o dureza. Medición con penetrómetro.
Colocar la aguja bajándola lentamente hasta que la punta casi toque la superficie de la muestra. verificar que el indicador en la escala este en cero. Rápidamente soltar el soporte de la aguja por 5 segundos y ajustar el instrumento para medir la distancia de penetración en décimas de milímetros. Hacer la lectura y anotar el resultado. Repetir el análisis tres veces más y promediar el resultado.
- ◆ Tipo de miga. (verificar en forma visual el tipo de miga, cerrada o abierta)

2.2.3. Determinar el tiempo óptimo de mezclado de los polvos

Mezclar los polvos en una máquina mezcladora de gancho tomando diferentes tiempos con cronómetro. Para cada tiempo se elabora una muestra de producto terminado, para hacer las distintas mediciones y verificar el mejor tiempo de mezclado.

- ◆ Altura. Medición con vernier, al centro del bizcocho y a 5 cm de la orillas.
- ◆ Suavidad o dureza. Medición con penetrómetro, midiendo la profundidad que este alcanza al dejarlo caer en el producto. (Ver procedimiento descrito anteriormente)
- ◆ Tipo de miga. (verificar en forma visual el tipo de miga, cerrada o abierta)

2.2.4. Elaboración de bizcochos

Calcular las cantidades de ingredientes líquidos según la tabla de porcentajes que corresponda a la prueba a realizar.

2.2.4.1. Bizcocho tipo esponja

- ◆ Colocar en la batidora los líquidos y agregar poco a poco los polvos, batiendo por uno o dos minutos en 1ª velocidad. (se debe batir con un fute o globo)
- ◆ Batir por nueve minutos hasta obtener la densidad apropiada, llenar el medidor (volumen 100 ml y peso 170 g) y tomar la diferencia de pesos.
- ◆ Llenar los moldes y hornear a 175°C por 40-45 minutos en un horno de carro giratorio.

2.2.4.2. Bizcocho pesado (base grasa)

- ◆ Colocar la margarina en la batidora y batir con paleta, hasta que la misma se pegue a la olla.
- ◆ Agregar los polvos y líquidos, batir por 6 minutos hasta obtener la densidad apropiada. Ver procedimiento anterior.
- ◆ Llenar los moldes y hornear a 180°C por 45-50 minutos, en un horno de carro giratorio.

2.2.5. Prueba organoléptica de aceptación

Se realiza una encuesta en forma verbal a panel abierto de clientes mayores de 12 años, con el fin de determinar la aceptación del nuevo producto con el cambio de fórmula y la mejora en el proceso.

Test de simple preferencia o pareado preferencia: En este test es aconsejable entregar sólo dos muestras diferentes en cada prueba. El juez debe contestar a una sola pregunta: cuál prefiere?

El método se calcula por chi cuadrado, si el valor calculado es mayor que el valor teórico de chi-cuadrado, se rechaza la Hipótesis nula, que en éste caso sería que no se detectan preferencias y las preferencias observadas se deben al azar. Si por el contrario, el valor de chi-cuadrado es menor que el valor de chi-cuadrado tabulado, decimos que no hay evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula. (Ref.4)

2.2.6. Establecer el grupo de ingredientes que sea necesario cernir

Por las características propias de cada ingrediente y el tipo de empaque que presente se debe evaluar cuáles es necesario cernir antes de preparar la premezcla y evitar de esta forma posibles errores o contaminación física en el producto.

3. RESULTADOS

Tabla I. Características de bizcocho tipo esponja para diferentes premezclas

Prueba	Dureza (1/10 mm)	Altura (mm)	Tipo de miga
Premezcla 1	173.53	51.95	Muy cerrada
Premezcla 2	208.40	57.53	Con pocos poros abiertos
Premezcla 3	212.77	57.76	Con regular cantidad de poros abiertos
Premezcla 4	228.70	55.94	Con pocos poros abiertos
Receta original	193.73	56.86	Con muchos poros abiertos

Tabla II. Características de bizcocho pesado (base grasa) para diferentes premezclas

Prueba	Dureza (1/10 mm)	Altura (mm)	Tipo de miga
Premezcla 1	169.50	63.93	Muy cerrada
Premezcla 2	168.83	62.83	Con regular cantidad de poros abiertos
Premezcla 3	192.22	59.32	Con pocos poros abiertos
Premezcla 4	159.28	62.33	Con muchos poros abiertos
Receta original	146.50	61.52	Con pocos poros y se observan estrías

Tabla III. Características de bizcocho tipo esponja con variación de tiempos en premezcla 3. Batch de 12 litros.

Prueba	Dureza (1/10 mm)	Altura (mm)	Tipo de miga	Color de la corteza	Color de miga
Tiempo 1	156.7	60.1	Algo abierta/pocos poros	Café claro	Bastante amarilla
Tiempo 2	188.1	60.2	Algo abierta/pocos poros	Café claro	Más o menos blanca
Tiempo 3	173.2	59.5	Algo abierta/bastante poro	Café obscuro	Más o menos amarilla
Tiempo 4	169.3	62.6	Cerrada/pocos poros	Café pálido	Bastante blanca

Tabla IV. Características de bizcocho pesado (base grasa) con variación de tiempos en premezcla 3. Batch de 12 litros

Prueba	Dureza (1/10 mm)	Altura (mm)	Tipo de miga	Color de la corteza	Color de miga
Tiempo 1	133.4	60.5	Poco cerrada/pocos poros	Muy blanquiza	Blanca
Tiempo 2	169.0	58.4	Poco cerrada/pocos poros	Café muy oscuro	Amarilla
Tiempo 3	133.0	58.0	Poco cerrada/pocos poros	Café claro	Amarilla
Tiempo 4	187.4	55.8	Poco cerrada/pocos poros	Café claro	Blanca

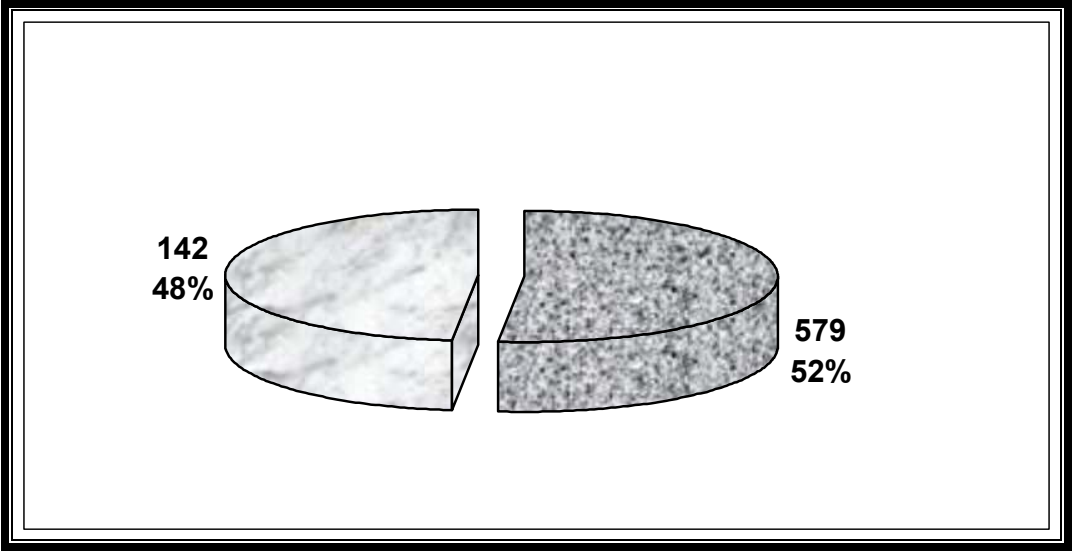
Tabla V. Características de bizcocho tipo esponja con variación de tiempos en premezcla 3. Batch de 60 litros.

Prueba	Altura (mm)
Tiempo 1	60.2
Tiempo 2	61.2
Tiempo 3	59.3
Tiempo 4	58.5

Tabla VI. Características de bizcocho pesado (base grasa) con variación de tiempos en premezcla 3. Batch de 60 litros.

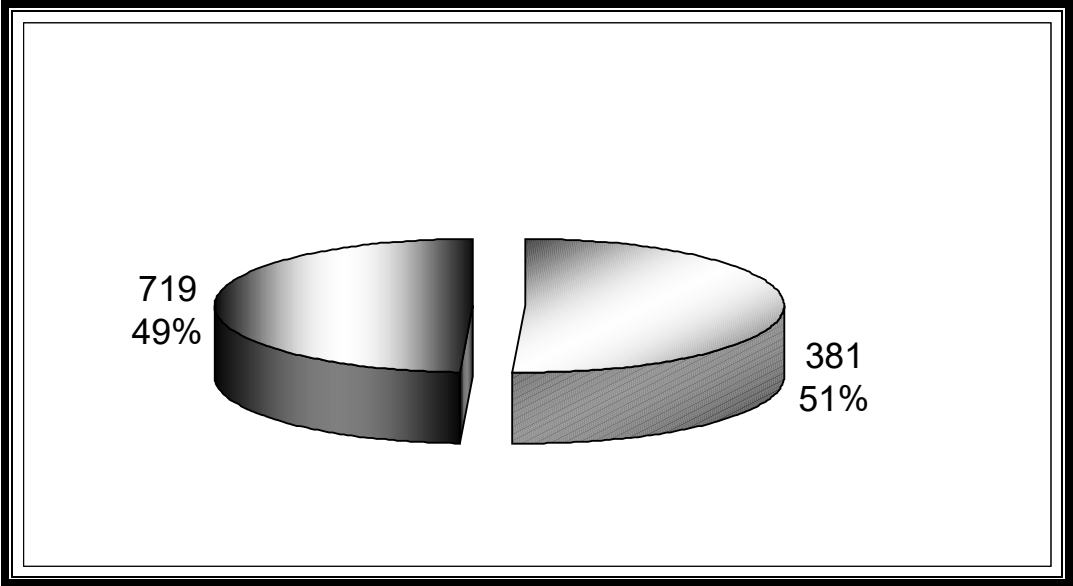
Prueba	Altura (mm)
Tiempo 1	56.9
Tiempo 2	66.4
Tiempo 3	67.0
Tiempo 4	64.5

Figura 1. Preferencia del consumidor, entre premezcla 3 y receta original para bizcocho tipo esponja.



Códigos: 142 Premezcla 3 579 Receta Original

Figura 2. Preferencia del consumidor, entre premezcla 3 y receta original para bizcocho base grasa.



Códigos: 719 Premezcla 3 381 Receta Original

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La selección de ingredientes para premezclas se basó en la idea de obtener una mezcla lo más homogénea posible, lo que implicó entonces utilizar ingredientes con un tamaño de grano similar, de tal forma que con el transcurso del tiempo los granos de mayor peso no se acumulen en el inferior y perder la homogeneidad de la premezcla.

Se definió que debe utilizarse azúcar refinada, siendo ésta la que posee tamaño de grano más similar al resto de ingredientes, (harina, almidón, polvo de hornear y emulsificante) ya que optar por una más fina implica el cambio de características del producto final. Este ingrediente debe cernirse usualmente, ya que es el que por el tipo de empaque, en ocasiones se encuentran restos del mismo dentro del producto, además por las características propias del azúcar se evita agregar en la premezcla posibles gránulos de la misma. Así mismo, al seleccionar el emulsificante en polvo, se optó por uno que provea la suficiente tolerancia al momento de batir, es decir buena estabilidad post-batido, también en esta selección se tomó en cuenta que dicho emulsificante debe tener un rango más amplio de temperatura de almacenaje, de tal forma que no afecte la premezcla a lo largo del tiempo. El emulsificante utilizado tolera temperaturas que oscilan alrededor de los 30-40°C, manteniendo invariada su funcionalidad (según la hoja de especificaciones dada por el proveedor). Éste emulsificante también aumenta el volumen, por la incorporación de aire en la pasta, permitiendo mayor rendimiento. Otra ventaja del uso de éste emulsificante es que permite mezclar todos los ingredientes juntos, haciendo más rápido el proceso.

El resto de ingredientes, harina, almidón y polvo de hornear, tienen características de grano muy similares.

Para la elaboración de una premezcla, tomando como base una receta “madre”, se debe mantener el balance de sólidos y líquidos establecido en ésta. Se realizó la determinación de cuatro premezclas con distintas cantidades de ingredientes, sin variar extremadamente las recetas originales, bizcocho tipo esponja y pesado (base grasa), en las cuales se mantienen 50% de polvos y 50% de ingredientes con alto contenido de humedad aproximadamente, tomando como base la reducción del 1, 2, 3 y 4 % de huevo, identificadas como premezclas 1,2,3 y 4, respectivamente. Así, por la reducción de huevo, se agregó a cada premezcla, una cantidad proporcional de emulsificante en polvo, debido a que la yema de huevo tiene propiedades emulsificantes y un porcentaje de agua, complementando el total de líquidos requeridos, pero también relativo al total de agua presente en el huevo, es decir sin que fuera menor para sustituir realmente la cantidad reducida por el huevo.

La disminución de porcentaje de harina se complementa con almidón para mantener el porcentaje de proteínas y sólidos de la receta, el almidón proporcionará una mejor consistencia en el producto final.

Las cuatro premezclas se utilizaron para elaborar los bizcochos tipo esponja y base grasa. Se definió que con la premezcla 3 se obtienen las mejores características de los productos, ya que para el bizcocho tipo esponja se obtuvo la mayor altura y la miga con regular cantidad de poros abiertos, aunque no el más suave, pero éste tipo de bizcocho es utilizado para un pastel frío lo que implica que se necesita que absorba adecuadamente el almíbar a utilizar, es por esto que los parámetros críticos de éste son la altura y el tipo de miga. La miga abierta facilitará la adición de almíbar porque hace que éste se filtre mejor dentro de los poros y a la vez lo retiene, en el caso de una miga cerrada absorbe el líquido pero todo queda en la superficie, formando un producto masudo y si es una miga muy abierta todo se filtraría al fondo del pastel, saliendo el líquido del mismo.

Para el bizcocho base grasa si es importante la suavidad, ya que no es humedecido, y es utilizado en pasteles secos, en los que la consistencia es un

factor importante de la calidad final del producto, observando que con dicha premezcla se obtuvo la mejor suavidad aunque no la mejor altura, pero ésta tiene prioridad como ya se mencionó anteriormente.

Se midió la densidad en cada batido, para comparar con la pasta de una receta original, verificando que los cambios en la misma no fueran drásticos, ya que la incorporación de aire define el tipo de miga, los datos se pueden observar en el apéndice.

El tiempo de mezclado de polvos es el parámetro de mayor importancia en el proceso, se establecieron 4 tiempos, combinando las dos velocidades de la máquina mezcladora utilizada. Según los resultados obtenidos, se determinó que para ambos productos se puede elaborar la premezcla con 5 minutos en primera velocidad y 8 en segunda. Las medidas de dureza y altura proporcionan información del producto final, según los tiempos de mezclado de la premezcla, con los cuales se detecta, según las tablas III y IV, que entre los tiempos 2 y 4 se obtienen las mejores alturas y suavidades, para el bizcocho blanco y de base grasa respectivamente, éstas tablas presentan los datos de batidos en menor escala, para asegurar el procedimiento y poder ser aplicado dentro de una planta de producción similar, se elaboraron pruebas a mayor escala, observando los datos en las tablas V y VI, con dichos datos se confirmó que conforme transcurre el tiempo, el producto se estandariza, ya que la premezcla ha llegado a ser más homogénea y se reduce el riesgo que al momento de tomar una porción de producto, no haya sido bien mezclado aún y pueda contener mayor porcentaje de uno u otro ingrediente, lo que pudo ser observado con el comportamiento de los datos en la tabla IV, con mayor tiempo de mezclado el producto presentó menor altura. Se debe tomar en cuenta también que puede existir cierta fricción en los ingredientes, por el gancho de la mezcladora y el roce con los granos más grandes, como los de azúcar, lo que puede provocar una pérdida de funcionalidad de ingredientes.

Los colores de corteza y miga, también proporcionan información útil, la presencia de mayor cantidad de azúcar sin disolverse a la temperatura de horneado, cuando la premezcla tiene poco tiempo de mezclado, puede presentar una corteza de apariencia blanquizca, formada por los mismos granos de azúcar, los cuales si son expuestos mayor tiempo a altas temperaturas dan un color más oscuro por la caramelización de la misma.

La prueba organoléptica de la premezcla 3 contra la receta original para los dos productos, establece que el consumidor final, no encuentra diferencia en el producto, ya que al comparar el valor de Chi cuadrado calculado con el valor crítico a un grado de libertad y 1% el valor de nivel de significación para dos colas, se observa que el valor crítico (6,64), es mayor que el observado por lo que no se puede eliminar la hipótesis nula y se concluye: "Los consumidores no determinan una preferencia". El resultado anterior es conveniente ya que indica que las características del producto se mantienen, es decir que la calidad no se ve afectada, y en cambio el proceso de fabricación se observó más eficiente.

La elaboración de premezcla modifica el proceso artesanal en industrial, haciendo más eficientes las líneas de producción, con una reducción de costos por mano de obra, además de la reducción por menor consumo de huevo propiamente en las recetas y el uso de un porcentaje de agua. Además se puede obtener un mejor aprovechamiento de maquinaria con lo que se llega a producir más en menor tiempo. El error humano se minimiza con el uso de premezcla, ya que se hace más fácil la manipulación de productos.

CONCLUSIONES

1. La granulometría de los ingredientes es un factor determinante para la homogeneidad y estabilidad de la premezcla.
2. La premezcla con una reducción del 3% de huevo, proporcionó las mejores características en el producto final, bizcocho tipo esponja y base grasa.
3. La premezcla formulada puede ser utilizada adecuadamente tanto para pastel frío como seco, con la variación pertinente de ingredientes líquidos.
4. El tiempo más indicado para la mezcla de polvos es de 13 minutos en promedio, 5 minutos en 1ª velocidad y 8 en 2ª velocidad, utilizando una mezcladora de gancho.
5. La prueba sensorial del tipo de simple preferencia, indicó que el consumidor no detectó diferencia entre los productos elaborados, a partir de premezcla y con la receta original, determinando entonces que las características del producto no cambian pero si se mejora el proceso de elaboración, haciéndolo más eficiente.
6. El proceso de premezcla hace más eficientes las líneas de producción y además reduce el error humano en el que se incurre por la manipulación de productos.
7. La reducción de costos por: materia prima, uso de maquinaria en distintos puntos de proceso y por horas/hombre trabajadas, son de las ventajas que ofrece el implementar el proceso de premezcla en una planta procesadora de alimentos a los que se hace referencia.

RECOMENDACIONES

1. El producto premezclado debe almacenarse a temperatura ambiente, para mantener en buenas condiciones los ingredientes y si es almacenado por un largo período de tiempo, es conveniente mezclarlos nuevamente por la acumulación de ingredientes en el inferior.
2. El tiempo de mezclado no se debe sobrepasar para evitar mayor fricción entre ingredientes y de esta forma perder funcionalidad de determinados ingredientes.
3. Las medidas de seguridad contra incendios se deben tomar en cuenta por el manejo de grandes cantidades de polvos finos en el área de premezclas.
4. La formulación de esta premezcla debe llevar variantes en cantidades de polvo de hornear, si es utilizada en lugares con diferente altitud sobre el nivel del mar.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHARLEY, HELEN. **Tecnología de alimentos.** 2ª. Reimpresión. México. Editorial Limusa. 1991. 767 pp.
2. MADRID VICENTE, A. *et. al.* **Manual de pastelería y confitería.** 1ª. Edición. Madrid España. A. Madrid Vicente, Ediciones. 1994. 480 pp.
3. RANKEN, M.D. **Manual de industrias de los alimentos.** 2ª. Edición. España, Zaragoza. Editorial Acribia, S.A. 1993. 672 pp.
4. WITTIG DE PENNA, Emma. **Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos.** Talleres gráficos USACH. s.a. 134 pp.
5. **La tecnología de la panificación.** Programa de Asesores Holandeses. N.M.C.P. The Netherlands. s.a. 121 pp.
6. **Funcionalidad de ingredientes y procesos en sistemas de pastelería de larga vida de anaquel.** Palsgaard Industri de México. San Luis Potosí. 1999. 128 pp.
7. **Technical Bulletin, Custom Blenders. Jordan Stivers.** Volume XXV, Issue 3. March 2003. AIB.

APÉNDICES

1. Datos originales

Tabla VII. Porcentajes de ingredientes

Ingredientes	Base Harina			
	Receta Madre		Receta Original	
	Base grasa	Esponja	Base Grasa	Esponja
	%	%	%	%
Harina	100	100	90	100
Azúcar	100	100	100	100
Margarina	100	0	100	0
Huevo	100	200	100	200
Almidón			10	10
Emulsificante			5	8.75
Royal			2.7	2.25

Tabla VIII. Porcentajes de ingredientes premezcla 1

Ingredientes	Prueba 1 Reducción 1 % de huevo			
	Base grasa		Esponja	
	Gramos	%	Gramos	%
Harina	884	22.1	884	22.1
Azúcar	976	24.4	976	24.4
Margarina	980	24.5	0	0
Huevo	940	23.5	1880	47
Almidón	92	2.3	92	2.3
Emulsificante	48	1.2	48	1.2
Royal	24	0.6	24	0.6
Agua	56	1.4	96	2.4

Tabla IX. Porcentajes de ingredientes premezcla 2

Ingredientes	Prueba 2 Reducción 2 % de huevo			
	Base grasa		Esponja	
	Gramos	%	Gramos	%
Harina	880	22	880	22
Azúcar	984	24.6	984	24.6
Margarina	992	24.8	0	0
Huevo	900	22.5	1800	45
Almidón	92	2.3	92	2.3
Emulsificante	60	1.5	60	1.5
Royal	24	0.6	24	0.6
Agua	68	1.7	160	4

Tabla X. Porcentajes de ingredientes premezcla 3

Ingredientes	Prueba 3 Reducción 3 % de huevo			
	Base grasa		Esponja	
	Gramos	%	Gramos	%
Harina	876	21.9	876	21.9
Azúcar	980	24.5	980	24.5
Margarina	1000	25	0	0
Huevo	860	21.5	1720	43
Almidón	92	2.3	92	2.3
Emulsificante	72	1.8	72	1.8
Royal	20	0.5	20	0.5
Agua	100	2.5	240	6

Tabla XI. Porcentajes de ingredientes premezcla 4

Ingredientes	Prueba 4 Reducción 4 % de huevo			
	Base grasa		Esponja	
	Gramos	%	Gramos	%
Harina	876	21.9	876	21.9
Azúcar	976	24.4	976	24.4
Margarina	1012	25.3	0	0
Huevo	820	20.5	1640	41
Almidón	96	2.4	96	2.4
Emulsificante	80	2	80	2
Royal	20	0.5	20	0.5
Agua	120	3	312	7.8

Tabla XII. Características de bizcocho tipo esponja premezcla 1

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Premezcla 1 Bizcocho tipo esponja	1	182.0	150.0	158.0	47.8	55.6	51.3
		198.0	144.0	139.0		Promedio	51.6
			Promedio	161.8			
	2	150.0	138.0	182.0	42.3	47.1	43.2
		171.0	156.0	166.0		Promedio	44.2
			Promedio	160.5			
	3	230.0	149.0	143.0	48.7	53.4	47.8
		210.0	161.0	136.0		Promedio	50.0
			Promedio	171.5			
	4	224.0	194.0	196.0	50.1	56.0	50.5
		241.0	158.0	149.0		Promedio	52.2
			Promedio	193.7			
	5	197.0	167.0	179.0	52.1	57.6	52.5
		213.0	179.0	146.0		Promedio	54.1
			Promedio	180.2			
			Promedio Total	173.5		Promedio Total	52.0

Tabla XIII. Características de bizcocho tipo esponja premezcla 2

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Premezcla 2 Bizcocho tipo esponja	1	246.0	221.0	192.0	57.7	59.7	54.7
		219.0	207.0	169.0		Promedio	57.4
			Promedio	209.0			
	2	252.0	196.0	160.0	53.4	60.7	57.6
		229.0	173.0	182.0		Promedio	57.2
			Promedio	198.7			
	3	230.0	156.0	139.0	54.2	54.9	50.0
		216.0	142.0	146.0		Promedio	53.0
			Promedio	171.5			
	4	253.0	245.0	184.0	57.6	61.2	58.1
		268.0	230.0	180.0		Promedio	59.0
			Promedio	226.7			
	5	281.0	237.0	185.0	55.4	58.9	55.4
		263.0	246.0	205.0		Promedio	56.6
			Promedio	236.2			
			Promedio Total	208.4		Promedio Total	57.5

Tabla XIV. Características de bizcocho tipo esponja premezcla 3

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Premezcla 3 Bizcocho tipo esponja	1	286.0	271.0	201.0	57.3	59.5	55.6
		260.0	250.0	190.0		Promedio	57.5
			Promedio	243.0			
	2	254.0	196.0	116.0	52.2	53.4	52.5
		221.0	206.0	102.0		Promedio	52.7
			Promedio	182.5			
	3	265.0	204.0	133.0	57.5	61.1	58.7
		240.0	174.0	131.0		Promedio	59.1
			Promedio	191.2			
	4	332.0	180.0	160.0	58.6	61.7	59.1
		342.0	152.0	184.0		Promedio	59.8
			Promedio	225.0			
	5	252.0	203.0	195.0	53.8	56.8	53.4
		280.0	192.0	211.0		Promedio	54.7
			Promedio	222.2			
			Promedio Total	212.8		Promedio Total	57.8

Tabla XV. Características de bizcocho tipo esponja premezcla 4

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Premezcla 4 Bizcocho tipo esponja	1	235.0	200.0	160.0	51.2	54.9	51.6
		230.0	215.0	146.0		Promedio	52.6
			Promedio	197.7			
	2	251.0	225.0	179.0	57.3	60.8	59.0
		270.0	260.0	196.0		Promedio	59.0
			Promedio	230.2			
	3	245.0	223.0	234.0	46.0	51.3	50.3
		250.0	210.0	228.0		Promedio	49.2
			Promedio	231.7			
	4	224.0	244.0	200.0	53.6	58.2	56.0
		240.0	248.0	210.0		Promedio	55.9
			Promedio	227.7			
	5	269.0	223.0	283.0	56.0	58.5	54.2
		253.0	217.0	293.0		Promedio	56.2
			Promedio	256.3			
			Promedio Total	228.7		Promedio Total	55.9

Tabla XVI. Características de bizcocho tipo esponja receta original

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Receta Original Bizcocho tipo esponja	1	179.0	190.0	171.0	56.0	55.8	53.2
		186.0	179.0	155.0		Promedio	55.0
			Promedio	176.7			
	2	185.0	172.0	152.0	55.6	59.9	57.1
		217.0	163.0	159.0		Promedio	57.5
			Promedio	174.7			
	3	222.0	180.0	210.0	55.9	58.3	57.0
		226.0	187.0	189.0		Promedio	57.1
			Promedio	202.3			
	4	230.0	225.0	170.0	54.0	57.2	54.0
		244.0	240.0	163.0		Promedio	55.1
			Promedio	212.0			
	5	250.0	200.0	166.0	56.9	61.3	60.7
		231.0	209.0	162.0		Promedio	59.6
			Promedio	203.0			
			Promedio Total	193.7		Promedio Total	56.9

Tabla XVII. Características de bizcocho base grasa premezcla 1

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Premezcla 1 Bizcocho Base grasa	1	169.0	144.0	143.0	64.2	65.6	63.0
		182.0	159.0	152.0		Promedio	64.3
			Promedio	158.2			
	2	180.0	202.0	113.0	63.4	65.4	63.0
		179.0	215.0	110.0		Promedio	63.9
			Promedio	166.5			
	3	191.0	185.0	187.0	63.5	64.7	62.6
		183.0	198.0	159.0		Promedio	63.6
			Promedio	183.8			
			Promedio Total	169.5		Promedio Total	63.9

Tabla XVIII. Características de bizcocho base grasa premezcla 2

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Premezcla 2 Bizcocho Base grasa	1	165.0	166.0	172.0	63.6	63.4	60.8
		178.0	182.0	177.0		Promedio	62.6
			Promedio	173.3			
	2	153.0	193.0	164.0	60.4	64.2	62.3
		157.0	182.0	161.0		Promedio	62.3
			Promedio	168.3			
	3	198.0	165.0	123.0	63.0	64.7	63.1
		194.0	174.0	135.0		Promedio	63.6
			Promedio	164.8			
			Promedio Total	168.8		Promedio Total	62.8

Tabla XIX. Características de bizcocho base grasa premezcla 3

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Premezcla 3 Bizcocho Base grasa	1	212.0	204.0	110.0	58.6	60.2	58.1
		201.0	209.0	124.0		Promedio	59.0
			Promedio	176.7			
	2	199.0	221.0	211.0	58.6	61.5	60.3
		206.0	215.0	180.0		Promedio	60.1
			Promedio	205.3			
	3	203.0	197.0	183.0	59.0	59.7	57.9
		191.0	200.0	194.0		Promedio	58.9
			Promedio	194.7			
			Promedio Total	192.2		Promedio Total	59.3

Tabla XX. Características de bizcocho base grasa premezcla 4

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Premezcla 4 Bizcocho Base grasa	1	172.0	165.0	127.0	61.8	63.8	61.8
		192.0	181.0	119.0		Promedio	62.5
			Promedio	159.3			
	2	197.0	150.0	172.0	61.8	64.5	62.2
		202.0	126.0	154.0		Promedio	62.8
			Promedio	166.8			
	3	168.0	133.0	143.0	61.9	63.5	59.7
		157.0	149.0	160.0		Promedio	61.7
			Promedio	151.7			
			Promedio Total	159.3		Promedio Total	62.3

Tabla XXI. Características de bizcocho base grasa receta original

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Receta Original Bizcocho Base grasa	1	165.0	155.0	192.0	60.0	60.9	60.3
		113.0	149.0	170.0		Promedio	60.4
			Promedio	157.3			
	2	113.0	162.0	137.0	62.6	63.9	61.0
		120.0	135.0	125.0		Promedio	62.5
			Promedio	132.0			
	3	124.0	169.0	159.0	61.3	62.2	61.5
		119.0	148.0	182.0		Promedio	61.7
			Promedio	150.2			
			Promedio Total	146.5		Promedio Total	61.5

Tabla XXII. Características de bizcocho tipo esponja, premezcla 3, tiempo 1

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Bizcocho tipo esponja 1 min. 1a. Vel. 3 min. 2a. Vel.	1	193.0	97.0	132.0	60.2	62.2	59.2
		189.0	100.0	146.0		Promedio	60.5
			Promedio	142.8			
	2	201.0	152.0	143.0	60.5	64.0	58.5
		218.0	125.0	144.0		Promedio	61.0
			Promedio	163.8			
	3	219.0	153.0	123.0	56.2	60.4	59.6
		201.0	172.0	113.0		Promedio	58.7
			Promedio	163.5			
			Promedio Total	156.7		Promedio Total	60.1

Tabla XXIII. Características de bizcocho tipo esponja, premezcla 3, tiempo 2

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Bizcocho tipo esponja 3 min. 1a. Vel. 5 min. 2a. Vel.	1	202.0	211.0	158.0	56.9	59.8	57.6
		208.0	201.0	139.0		Promedio	58.1
			Promedio	186.5			
	2	238.0	191.0	167.0	55.8	63.4	65.2
		203.0	183.0	152.0		Promedio	61.5
			Promedio	189.0			
	3	223.0	212.0	133.0	58.9	62.8	61.6
		199.0	201.0	165.0		Promedio	61.1
			Promedio	188.8			
			Promedio Total	188.1		Promedio Total	60.2

Tabla XXIV. Características de bizcocho tipo esponja, premezcla 3, tiempo 3

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Bizcocho tipo esponja 5 min. 1a. Vel. 8 min. 2a. Vel.	1	219.0	149.0	160.0	54.3	59.8	57.9
		203.0	172.0	147.0		Promedio	57.3
			Promedio	175.0			
	2	216.0	166.0	171.0	61.1	63.2	58.0
		219.0	160.0	157.0		Promedio	60.8
			Promedio	181.5			
	3	199.0	155.0	146.0	59.0	63.2	58.7
		208.0	130.0	140.0		Promedio	60.3
			Promedio	163.0			
			Promedio Total	173.2		Promedio Total	59.5

Tabla XXV. Características de bizcocho tipo esponja, premezcla 3, tiempo 4

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Bizcocho tipo esponja 7 min. 1a. Vel. 11 min. 2a. Vel.	1	165.0	170.0	186.0	63.1	64.4	62.3
		191.0	163.0	162.0		Promedio	63.3
			Promedio	172.8			
	2	170.0	152.0	131.0	58.9	63.7	60.9
		188.0	180.0	133.0		Promedio	61.2
			Promedio	159.0			
	3	170.0	184.0	161.0	62.2	65.2	62.3
		190.0	196.0	156.0		Promedio	63.2
			Promedio	176.2			
			Promedio Total	169.3		Promedio Total	62.6

Tabla XXVI. Características de bizcocho base grasa, premezcla 3, tiempo 1

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Bizcocho base grasa 1 min. 1a. Vel. 3 min. 2a. Vel.	1	137.0	119.0	165.0	56.9	56.5	52.8
		146.0	111.0	148.0		Promedio	55.4
			Promedio	137.7			
	2	134.0	116.0	111.0	62.0	65.6	61.9
		146.0	114.0	84.0		Promedio	63.2
			Promedio	117.5			
	3	162.0	134.0	99.0	64.3	65.1	59.2
		184.0	178.0	114.0		Promedio	62.9
			Promedio	145.2			
			Promedio Total	133.4		Promedio Total	60.5

Tabla XXVII. Características de bizcocho base grasa, premezcla 3, tiempo 2

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Bizcocho base grasa 3 min. 1a. Vel. 5 min. 2a. Vel.	1	178.0	159.0	137.0	58.5	57.4	55.5
		154.0	166.0	127.0		Promedio	57.1
			Promedio	153.5			
	2	195.0	174.0	127.0	59.6	59.3	57.5
		186.0	170.0	134.0		Promedio	58.8
			Promedio	164.3			
	3	236.0	202.0	136.0	57.8	60.6	59.3
		206.0	215.0	140.0		Promedio	59.2
			Promedio	189.2			
			Promedio Total	169.0		Promedio Total	58.4

Tabla XXVIII. Características de bizcocho base grasa, premezcla 3, tiempo 3

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Bizcocho base grasa 3 min. 1a. Vel. 5 min. 2a. Vel.	1	178.0	159.0	137.0	58.5	57.4	55.5
		154.0	166.0	127.0		Promedio	57.1
			Promedio	153.5			
	2	195.0	174.0	127.0	59.6	59.3	57.5
		186.0	170.0	134.0		Promedio	58.8
			Promedio	164.3			
	3	236.0	202.0	136.0	57.8	60.6	59.3
		206.0	215.0	140.0		Promedio	59.2
			Promedio	189.2			
			Promedio Total	169.0		Promedio Total	58.4

Tabla XXIX. Características de bizcocho base grasa, premezcla 3, tiempo 4

Prueba	No. de muestra	Penetración Centro inferior 1/10 mm	Penetración Orilla inferior 1/10 mm	Penetración Centro superior 1/10 mm	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. mm
Bizcocho base grasa 7 min. 1a. Vel. 11 min. 2a. Vel.	1	159.0	176.0	168.0	55.4	55.5	55.0
		174.0	169.0	172.0		Promedio	55.3
			Promedio	169.7			
	2	191.0	204.0	170.0	53.6	54.5	55.2
		185.0	216.0	210.0		Promedio	54.4
			Promedio	196.0			
	3	213.0	230.0	150.0	56.6	58.0	58.8
		203.0	221.0	162.0		Promedio	57.8
			Promedio	196.5			
			Promedio Total	187.4		Promedio Total	55.8

Tabla XXX. Alturas de bizcocho tipo esponja, premezcla 3, variación de tiempos batch de 60litros

Prueba	No. De Prueba	Altura izq. mm	Altura cent. mm	Altura der. Mm
Tiempo 1	1	62	64	60
	2	57	60	61
	3	58	61	60
	4	60	63	61
	5	57	60	59
			Promedio	60.2
Tiempo 2	1	59	64	63
	2	60	61	58
	3	60	62	59
	4	59	63	62
	5	63	65	60
			Promedio	61.2
Tiempo 3	1	58	60	56
	2	55	62	58
	3	57	63	59
	4	61	62	60
	5	59	62	58
			Promedio	59.3
Tiempo 4	1	55	60	57
	2	56	63	60
	3	58	63	57
	4	55	61	59
	5	56	60	58
			Promedio	58.5

Tabla XXXI. Alturas de bizcocho base grasa, premezcla 3, variación de tiempos batch de 60litros

Prueba	No. de muestra	Altura izq.mm	Altura cent. mm.	Altura der. mm
Tiempo 1	1	56	58	57
	2	55	57	56
	3	56	57	59
	4	55	56	59
	5	58	59	55
			Promedio	56.9
Tiempo 2	1	63	68	66
	2	68	71	64
	3	64	68	65
	4	66	67	64
	5	67	70	65
			Promedio	66.4
Tiempo 3	1	68	69	65
	2	65	68	66
	3	67	70	69
	4	65	68	67
	5	65	69	64
			Promedio	67.0
Tiempo 4	1	64	65	66
	2	63	64	62
	3	64	65	62
	4	65	67	66
	5	63	66	65
			Promedio	64.5

Tabla XXXII. Densidades para las diferentes pruebas de premezclas

Prueba	Pasta bizcocho esponja Densidad g/ml	Pasta bizcocho base grasa Densidad g/ml
Premezcla 1	49	78
Premezcla 2	43	74
Premezcla 3	39	72
Premezcla 4	43	69
Receta original	39	76

Tabla XXXIII. Datos calculados, prueba sensorial, bizcocho tipo esponja

Código	579	142
Frecuencia observada (o)	31	29
Frecuencia esperada (e)	30	30
$ o - e $	1	1
$ o - e / 0,5$	0.5	0.5
$(o - e / 0,5)^2$	0.25	0.25
$2 * (o - e / 0,5)^2$	0.5	0.5
$[2 * (o - e / 0,5)^2] / e$	0.02	0.02
Chi cuadrado	0.03	

Tabla XXXIV. Datos calculados, prueba sensorial, bizcocho base grasa

Código	719	381
Frecuencia observada (o)	29	28
Frecuencia esperada (e)	28.5	28.5
$ o - e $	0.5	0.5
$ o - e / 0,5$	0	0
$(o - e / 0,5)^2$	0	0
$2 * (o - e / 0,5)^2$	0	0
$[2 * (o - e / 0,5)^2] / e$	0.00	0.00
Chi cuadrado	0.00	