

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



USO DE SUSTITUTOS DE GRASA Y AZUCAR EN LA
ELABORACION DE UNA PREMEZCLA PARA PASTEL
BAJO EN CALORIAS

GUSTAVO ADOLFO PEREZ REYES

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

MARIN NUEVO LEON

AGOSTO 1994

T

FX7771

P4

C.1

X771

4

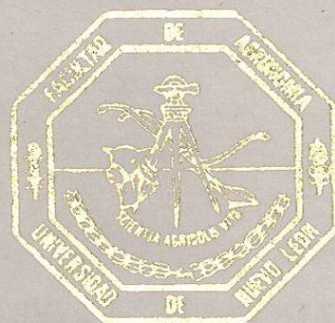
.1



1080062873

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



USO DE SUSTITUTOS DE GRASA Y AZUCAR EN LA
ELABORACION DE UNA PREMEZCLA PARA PASTEL
BAJO EN CALORIAS

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ASESORES

MSC. NORMA IDALIA CONTRERAS MONTES DE OCA
MC. LEONEL ROMERO HERRERA
QBP. LUZ MARIA MURILLO DE VILLARREAL

MARIN, NUEVO LEON

AGOSTO, 1994

11755 ✓

T
TX771
P4
ej
j

040-664
FAI
1994
C.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. FESIS



A
FONDO
CENCIATURA

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Agronomía

**USO DE SUSTITUTOS DE GRASA Y AZUCAR EN LA ELABORACION
DE UNA PREMEZCLA PARA PASTEL BAJO EN CALORIAS**

Gustavo Adolfo Pérez Reyes

Ingeniero en Industrias Alimentarias

Agosto, 1994

Marín, Nuevo León

Uso de Sustitutos de Grasa y Azúcar en la Elaboración
de una Premezcla para Pastel Bajo en Calorías

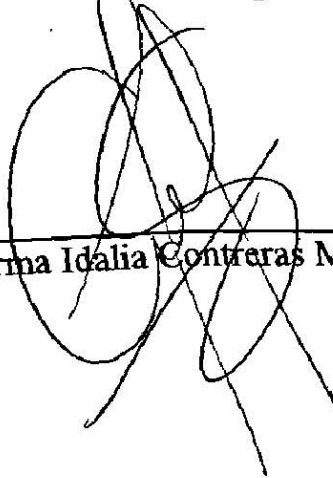
Tesis que para obtener el título de
Ingeniero en Industrias Alimentarias

PRESENTA

Gustavo Adolfo Pérez Reyes

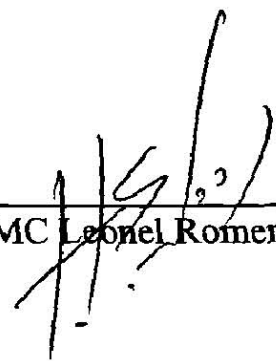
Comisión Revisora

Asesor Principal




MSc. Norma Idalia Contreras Montes de Oca

Asesor Auxiliar



MC Leonel Romero Herrera

Asesor Auxiliar



QBP. Luz María Murillo de Villarreal

DEDICATORIA

A aquel que es poderoso para guardaros sin caída, y presentaros sin mancha delante de su gloria con gran alegría, al único y sabio Dios, nuestro Salvador, sea gloria y majestad, imperio y potencia, ahora y por todos los siglos. Amén.

Judas 24,25

A MIS PADRES,

ING. OMAR PEREZ C. Y GUADALUPE REYES DE PEREZ

Por seguir siendo ejemplo de amor para mi vida y por ofrecerme esta oportunidad.

A MIS HERMANOS,

**OMAR
IVONNE
ORALIA**

Con cariño y admiración

A EMELINA,

Con Amor

**A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS,
EDUARDO, MIREYA, IRENE**

Gracias

CONTENIDO

- RESUMEN	1
- INTRODUCCION	3
- REVISION DE LITERATURA	5
LA PANIFICACION Y PREMEZCLAS EN MEXICO	5
PANIFICACION: PASTELES	8
CLASIFICACION	9
INGREDIENTES Y SU FUNCION	10
TECNICAS DE FORMULACION	14
EVALUACION FISICOQUIMICA	19
FORMULACIONES BAJAS EN CALORIAS	22
PROBLEMATICA NUTRICIONAL	22
SUSTITUTOS DE GRASA	25
SUSTITUTOS DE AZUCAR	29
- MATERIALES Y METODOS	31
- RESULTADOS Y DISCUSION	41
- CONCLUSIONES	51
- APENDICE	52
- BIBLIOGRAFIA	61

RESUMEN

Con la finalidad de generar una formulación para un pastel bajo en calorías se llevaron a cabo evaluaciones fisicoquímicas y sensoriales utilizando seis sustitutos de grasa y tres sustitutos de azúcar encontrados en el mercado.

Después de desarrollar mediante Prueba y Error la formulación base para el testigo se llevó a cabo los análisis físicos y sensoriales en los nueve sustitutos utilizando sustituciones de 25% y 50% base peso de grasa o azúcar. Las variables a medir fueron densidad del batido, volúmen, peso, volúmen específico, altura del centro, altura de los hombros, índice de simetría y características funcionales externas e internas.

Se aplicó un diseño de Bloques Completos Aleatorizados a cada una de las variables estudiadas, así como una prueba de comparación múltiple conocida como prueba de Tukey o DVS (Diferencia Verdaderamente Significativa).

La segunda fase del estudio consistió en determinar humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra, carbohidratos y contenido calórico en los pasteles elaborados con los sustitutos que generaron iguales o mejores características físicas y organolépticas que el testigo.

Se encontró diferencia altamente significativa en las características físicas y organolépticas en todos los tratamientos, siendo los sustitutos de

azúcar y los de grasa de origen de almidón hidrolizado los que generaron condiciones desfavorables con respecto a volúmen y características organolépticas como apelmazamiento, formación de túneles, colapsamiento de grano, formación de halo en la corteza, entre otros. Los sustitutos de grasa derivados del suero de leche (SIMPLESSE) sustituyendo el 25% de grasa y la mezcla de compuestos (K-BLAZER) reemplazando el 25% y 50% de la grasa presentaron iguales o mejores características fisicoquímicas y organolépticas que el testigo, además de una reducción en el contenido calórico así como un incremento en el contenido protéico ofreciendo un producto nutricionalmente mejor.

Se evaluó nutricionalmente el sustituto de azúcar NUTRASWEET a pesar de no proporcionar características organolépticas aceptables, con el fin de efectuar un análisis comparativo con los sustitutos de grasa SIMPLESSE y K-BLAZER encontrándose no sólo un incremento en el contenido calórico sino una reducción en el contenido protéico.

INTRODUCCION

En el curso de la historia, la población mexicana ha experimentado cambios muy diversos en su dieta diaria, los cuales se han visto reflejados en los datos que el Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán" publicó entre 1960 y 1974, en donde se reporta la presencia de desnutrición grave en casi todo el país y deficiencias específicas de muy diversos micronutrientes, para 1978 y 1980 dichos problemas ya no se encontraron y después de diez años, los informes más recientes (1988 a 1990) muestran cambios regresivos de la situación debido a la crisis económica y agrícola por la que actualmente atraviesa México, reportándose enfermedades crónicas no transmisibles como la arterosclerosis la cual provoca infartos y trombosis cerebral, enfermedades coronarias, hipertensión arterial, diabetes mellitus, obesidad, varios tipos de cáncer, diversas enfermedades gastrointestinales y cirrosis hepática; presumiblemente debido a una alimentación desbalanceada, rica en azúcares refinados, grasas, sobre todo saturada y colesterol, así como por el consumo excesivo de alcohol, tabaco y drogas, aunado al sedentarismo del ser humano (Madrigal, 1993. Chávez, 1993).

Una deficiente alimentación está entre las diez principales causas de mortalidad reportadas para 1991. (Cuadro 1A).

Independientemente de las estadísticas, el ser humano tiene derecho a comer, por ser ésta una necesidad para poder vivir. Es por ello que a principios de la década de los noventa aparecen en el mercado los llamados productos ligeros.

La introducción al mercado de dichos productos tiene como objetivo el disminuir las tasas de mortalidad debido a las enfermedades crónicas no transmisibles ya mencionadas.

Por lo anterior, la presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de desarrollar una formulación para preparar un pastel bajo en calorías que pueda cumplir con la demanda de los consumidores preocupados por su dieta y/o por su salud sin que las características organolépticas del producto final sean alteradas, bajo las siguientes hipótesis:

- El uso de sustitutos de grasa y azúcar en la elaboración del pastel no altera sus características organolépticas normales.**
- Las características fisicoquímicas del pastel no se ven afectadas al emplear sustitutos de grasa y azúcar.**
- El contenido calórico es reducido al utilizar sustitutos de grasa y azúcar, en su formulación.**

REVISION DE LITERATURA

LA PANIFICACION Y PREMEZCLAS EN MEXICO

Algunos años atrás, la panadería en México se concebía desde un punto de vista artesanal, tomando en cuenta los volúmenes que manejaban, la producción y desarrollo de sus productos tenían un tinte muy regional, recogiendo en sabor y formas de productos aquello que era propio de la región.

Para el panadero, era su negocio y su vida; su estructura de trabajo se conformaba de toda su familia y realmente gustaban de lo que hacían, teniendo una posición de reconocimiento en el barrio o sector donde todos sus productos tenían un lugar importante en las mesas de todos aquellos que lo consumían.

La formulación y manipulación en la industria panificadora está marcado por un alto grado de improvisación donde cada quien aplica la receta y manipulación a su entender, variando de persona a persona y nunca siguiendo un criterio uniforme ni de conocimiento técnico.

Hoy en día los volúmenes que se manejan han variado las condiciones, y en la medida que pasa el tiempo, las necesidades se incrementan siendo lenta la respuesta para abrir adecuadamente con mano de obra calificada y comprometida, las demandas actuales del mercado, entonces se improvisa y todo repercute en un producto falto de consistencia en cuanto a calidad y

cantidad. Los problemas diarios de la producción y despacho de los productos hacen imposible provocar y crear nuevas formas de elaboración, la necesidad de ser oportunos con los pedidos y atentos con el cliente, cubren importancia vital para ser competitivos y restan mucho tiempo al operador (MIXCO, 1993).

Por tal motivo para 1990 surgen en México las primeras premezclas de fabricación nacional que vendrían a competir con las marcas de importación y sobre todo a simplificar los procesos de panificación, a incrementar y ser consistentes en calidad y a bajar costos entre otras.

Las premezclas son un grupo de ingredientes que reúnen los requisitos de calidad, dosificados en base a una formulación dada, incorporados através de un proceso de mezclado, que dan como resultado una mezcla perfectamente balanceada, homogénea y estable. A esta mezcla solo se le agregará agua y levadura en el caso de los productos de fermentación (donas de levadura) o agua y huevo en el caso de productos de batido (pasteles) (MIXCO, 1993).

Las ventajas que presenta el utilizar premezclas son:

1.- Calidad uniforme en todos los productos; al ser formulados y elaborados se tiene el mayor cuidado al pesar correctamente cada uno de los ingredientes y de obtener una mezcla homogénea, dando como resultado productos con una calidad uniforme.

2.- Ayuda al panadero o pastelero a simplificar sus procesos debido a que solo basta con agregarle agua y levadura para el caso de productos leudados o en el caso de batidos solo se necesita agregar agua y huevo.

3.- A consecuencia de que simplifica el proceso, le permite al panadero dedicarle mayor tiempo al trabajo artesanal.

4.- Al momento de pesar con el sistema tradicional se corre el riesgo de tirar ingredientes al suelo al pasarlos a la báscula y luego a la batidora, lo cual va ensuciando la planta; con el uso de las premezclas se evita esto por que no hay necesidad de estar pesando cada uno de los ingredientes ya que todos están contenidos en un solo saco y basta con depositarlo directamente en la batidora.

5.- Reducción y simplificación de inventarios; si se trabajara con el sistema tradicional se tendrían de veinte a treinta ingredientes para hacer un solo pastel, en cambio al usar las premezclas solo se tiene un solo saco en donde están contenidos todos los ingredientes, por otra parte no se estaría tratando con varios proveedores sino solamente con uno, lo que facilitaría el aspecto administrativo.

PANIFICACION: PASTELES

Los pasteles son productos horneados utilizando harina de trigo suave de baja proteína conteniendo altos niveles de ingredientes enriquecedores tales como: azúcar, grasa, huevos, leche y saborizantes, pueden ser leudados principalmente por polvos de hornear y algunos son totalmente leudados por la reincorporación de aire durante el mezclado. Los pasteles se caracterizan por tener gusto dulce, textura tierna y suave, de sabores y aromas placenteros.

Los primeros pasteles se hicieron mezclando harina, huevo, manteca y azúcar, cuando se perfeccionaron se refería a ellos como el pastel de libra (pound cake) que viene siendo el primer tipo de pastel primario.

Cuando se descubrió que se podía hacer un producto más ligero y esponjoso batiendo el huevo y envolviéndolos en el azúcar y la harina, al producto final se le conoció como el pastel tipo espuma (angel food o pastel esponja).

A mediados de 1800 cuando el polvo de hornear entró en el mercado se produjo el tercer tipo de pastel conocido como pastel de capas (layer).

Entonces en 1900 un nuevo tipo de pastel que combina las finas cualidades de dos tipos básicos de pastel, espuma y de capas, fueron perfeccionados y resultaron en el pastel tipo chiffon.

CLASIFICACION

Las formulaciones para pasteles pueden ser generalmente clasificadas en tres tipos, dependiendo de las características del batido e ingredientes principales:

TIPO BATIDO. Los pasteles tipo batido dependen del contenido de harina y leche para la estructura y su contenido de grasa es razonablemente alto. Mucho del volúmen del pastel final es atribuido al uso de polvo de hornear. Este tipo de pastel se subdivide en:

- Pastel de Libra o Pastel de Mantequilla cuya capacidad para leudar se debe al contenido de huevo y grasa.
- Pastel de Capas (layer) cuya capacidad para leudar se basa en aditivos químicos conteniendo menos huevo y grasa.

TIPO ESPUMA. El tipo espuma depende principalmente de la extensión y desnaturalización de la proteína del huevo para la mayor parte de la estructura de un volúmen final y con una o dos excepciones, puede ser considerado como "pastel sin grasa".

Dependiendo de la parte del huevo que se usa, el pastel tipo espuma está dividido en:

- Angel Food. Estos pasteles usan la proteína de la clara de huevo (merengue).
- Pastel Esponja. Estos pasteles usan el huevo entero o las yemas o una combinación de ambos.

TIPO CHIFFON. Es la combinación de un batido y un tipo espuma y el pastel resultante tiene un grano y textura modificado más parecido al tipo espuma (AIB, 1992).

INGREDIENTES Y SU FUNCION

HARINA. Es el ingrediente más importante en la elaboración de la mayoría de los productos de panificación. Se obtiene del trigo y su calidad y naturaleza varían según el tipo de este. La clasificación depende de las condiciones del suelo y clima en las que se cultiva, y se tiene que:

El trigo semiduro rojo de primavera se siembra en la primavera del año y se cosecha en el otoño. La harina producida de este tipo se usa en su mayor parte para panes de tipo duro. Los términos "semiduro" y "rojo" se refieren a la dureza o firmeza del grano exterior y al color. Esta harina tiene un alto contenido proteico que da por resultado una formación de gluten fuerte al mezclarla en una masa y tiene una mayor capacidad de absorción de humedad. Los panaderos utilizan esta harina para combinarla con otros tipos de harina.

El trigo duro rojo de invierno se siembra en el otoño y se cosecha en la primavera o a principios del verano. La harina obtenida de este trigo también se usa para panes. No es tan fuerte como la harina que se muele del trigo de primavera.

El trigo suave rojo de invierno se siembra en el otoño y se cosecha en la primavera. La harina que se muele de este trigo es una harina suave y se

usa en gran parte para productos suaves como pasteles.

El trigo blanco se cultiva en climas templados muy parecidos a los de los trigos de invierno. La harina que se muele de este trigo es una harina de tipo suave que se usa para galletas dulces y saladas.

El trigo durum es un tipo duro de trigo. Se siembra en la primavera y se cosecha en el otoño. Debido a sus altas propiedades de gluten y pigmentación amarilla, se usa primordialmente para pastas (Sultan, 1976).

La harina proporciona estructura y también ayuda a sostener otros ingredientes en la elaboración de pasteles, debe utilizarse una harina de trigo suave rojo de invierno, este tipo de harina de trigo produce paredes celulares y granos finos.

Debe de tener un contenido de proteína de 7 a 9% y debe de estar blanqueada. El blanqueo tiene la propiedad de disminuir el pH de la harina y da simetría al producto horneado en cuanto a volúmen y textura. El pH de la harina debe ser aproximadamente de 5.2 (AIB, 1992).

AZUCAR. Proporciona el grado deseado de dulzura, es usado como un suavizante de la proteína de la harina además participa en el color de la corteza y ayuda a retener humedad en el pastel aumentando así su vida de anaquel.

Los jarabes tales como el azúcar invertido, jarabe de maíz, malta, remolacha, miel o jarabes refinados también se usan para proporcionar sabor

dulce a los pasteles o como agentes retenedores de la humedad (AIB, 1992).

GRASA. Se usa primordialmente para darle suavidad y mejorar la calidad de conservación del pastel. Al mezclar la grasa con el azúcar y los demás ingredientes, ayuda a incorporar aire al batido y a distribuir uniformemente los ingredientes y este aire incorporado hace más suave al producto. Al utilizar grasas emulsificadas permitirá la adición de más agua en el batido y de esta manera mejorará la calidad alimenticia reteniendo humedad y haciendo más fresco el pastel.

Las grasas que son hidrogenadas son más estables y tienden a mantener su consistencia sólida incluso a la temperatura de la panadería. El rango de trabajo de las grasas hidrogenadas es de 15 a 30°C (AIB, 1992).

HUEVO. Durante el batido, su proteína inicia a desnaturalizar y forma una estructura estable y aireada (espuma), que es capaz de atraer a otros ingredientes. Esto es debido a que la asociación de la proteína del huevo y del gluten de la harina durante el horneado es coagulada dando rigidez a la miga. Los componentes de la yema del huevo que sirven como agentes de tenderización son los lípidos que se encuentran en gran concentración y actúan como agentes emulsificantes (lecitina).

Posee un sabor característico que se trasmite en base a la proporción y la forma en que se usa: congelado, en polvo, yema o clara por separado y tiene considerable significado en pasteles blancos, ya que provee de un color puro y brillante. En pasteles amarillos, tipo esponja, el color casi depende totalmente de la yema de huevo, además, aumenta la calidad nutritiva al

agregarse a un producto ya que otorga una concentración muy bien balanceada de proteínas, lípidos, minerales y vitaminas (Pyler, 1988).

LECHE EN POLVO. Tiene como función principal enriquecer y dar estructura al pastel, además, de un efecto ligador sobre la proteína de la harina, creando un efecto de endurecimiento. También contiene lactosa la cual ayuda a regular el color de la corteza. Los sólidos de leche mejoran el sabor, y son importantes agentes retenedores de humedad. Si son usadas las formas líquidas de leche, el agua contenida debe ser considerada cuando se ajuste una fórmula (AIB, 1992).

AGUA. Contribuye a la humedad del pastel, regulando por lo tanto la calidad alimenticia de estos. También regula la consistencia del batido, así como desarrollar la proteína de la harina (gluten), el cual retiene el gas del polvo de hornear por lo tanto regulando el volúmen del pastel. Durante el horneado el agua forma presión de vapor debido a la temperatura interna del batido que alcanza los 98°C (AIB, 1992).

SAL. Resalta el sabor de otros ingredientes usados en el pastel. Se usa como un ajustador de dulzura si el pastel es muy dulce. En vez de reducir el azúcar que es necesaria para retener humedad, se incrementa la sal para bajar el tono excesivo del dulzor. También disminuye la temperatura de caramelización del batido y ayuda a obtener el color característico de la corteza (AIB, 1992).

SABORIZANTE. Debido a las fuertes variaciones de sabores, no es posible establecer ciertas cantidades para ser usadas. Es mucho mejor usar una pequeña cantidad de un buen sabor en la cobertura que utilizar un sabor

pobre en el pastel (AIB, 1992).

LEUDANTES. Su función principal es la de aerear el batido y proporcionar ligereza y una adecuada porosidad en el pastel.

Los pasteles pueden ser leudados de tres maneras:

- Incorporación de aire durante el mezclado.
- Leudantes químicos.
- Presión de vapor producido en el horno.

La manera de leudado depende del tipo de pastel que vaya a ser hecho, de la riqueza de la fórmula, consistencia del batido y temperatura del horneo. Los pasteles bajos en agua y altos en ingredientes enriquecedores obtienen una buena porción de leudado de las operaciones de mezclado y requieren menos leudantes químicos que los pasteles hechos de fórmulas pobres y altos contenidos de agua (AIB, 1992).

TECNICAS DE FORMULACION

A mediados de 1930, muchos molinos en Estados Unidos empezaron a introducir harinas especiales para pasteles (esta corriente empieza en México alrededor de 1965) obtenidas de trigos suaves seleccionados (principalmente de primavera) e incorporando solamente las mejores corrientes de la molienda. Estas harinas tenían un contenido protéico de 7 a 9% con un contenido de

cenizas de solo 0.3% y eran clorinadas así como blanqueadas con peróxido de benzoilo para obtener una óptima blancura. Tales harinas toleraban niveles más altos de líquidos que las harinas que les precedían así como su calidad comestible era muy superior. A su vez los fabricantes de grasa empezaron a desarrollar grasas especiales para pastel, las cuales, al principio, contenían mono y diglicéridos como emulsificantes, y subsecuentemente otros surfactantes. Las nuevas grasas permitían la incorporación de niveles más altos de líquidos y producían batidos más estables con una dispersión más fina y uniforme de la fase grasa y aire que con las grasas no emulsificadas. Esto permitió a los panaderos hacer pasteles más ricos, con más altos niveles de humedad y con una vida de anaquel más prolongada, estos pasteles se conocieron comúnmente como "high-ratio" o de alta absorción (Pylar, 1988).

Para aprovechar el potencial ofrecido por estos ingredientes mejorados, las reglas de balanceo de fórmula que se sigue en la actualidad son como sigue:

1. El peso de el azúcar debe de exceder el peso de la harina.
2. El peso del huevo debe de exceder el peso de la grasa.
3. El peso de los líquidos (huevo, leche o agua añadida) debe exceder ligeramente el peso de el azúcar.

El nivel de azúcar en una fórmula de pastel puede variar en un rango muy amplio. En general con el uso exclusivo de grasas especialmente emulsificadas, muy pocas fórmulas podrán contener menos del 100% de azúcar en base harina. Entre las excepciones podemos considerar a los pasteles bajos en calorías en los que el azúcar es sustituido por fructuosa, la cual, debido a su

alto poder edulcorante, puede ser reducida al 50% sin afectar marcadamente la dulzura general del pastel. Para pasteles blancos o amarillos el límite superior debe de ser de 140%, la mayoría de las formulaciones andan en un promedio de 125%. Los pasteles hechos con niveles considerables de cocoa o chocolate pueden tolerar altos niveles de azúcar con límite superior que se aproxima a 180% (Pylar, 1988).

Prácticamente la cantidad de azúcar a usarse esta regida por otros factores, tales como la cantidad de líquido en la fórmula. El nivel de líquidos derivados de la leche, huevo o agua añadida debe de ser suficientemente alto para disolver el azúcar sin privar al almidón derivado de la harina de suficiente humedad para su gelatinización. De aquí que la cantidad de azúcar no debe exceder de 90 a 95% la cantidad de líquido (Pylar, 1988).

La segunda regla de balanceo de fórmulas específica que el peso de la grasa no debe exceder el peso de el huevo. Aquí de nuevo, los pasteles bajos en calorías presentan, que en alguno de estos productos la grasa es reemplazada completamente por niveles bajos de un emulsificante adecuado. En los pasteles normales, el efecto endurecedor de las proteínas del huevo puede ser balanceada por la acción suavizante de una adecuada cantidad de grasa. Con grasas hidrogenadas no emulsificadas, en una práctica común el mantener una relación de 1:1 entre la grasa y el huevo contribuye a poder obtener el grado de suavidad de la miga deseada. Por lo tanto, ya que las grasas emulsificadas actuales tienen más efecto suavizante, su nivel se reduce generalmente a 15 o 20% por abajo de contenido de huevo (Pylar, 1988).

La tercera regla del balanceo de fórmulas especifica que el peso de los líquidos combinados (huevo y leche, o el agua añadida) debe ser igual o exceder ligeramente el peso de el azúcar. Los líquidos, en el sentido en que se usa aquí comprende los ingredientes líquidos reales y no su contenido acuoso. En pasteles hechos con grasas no emulsificadas, la leche y el huevo se usaban en una relación de 1:1 y su peso combinado era aproximadamente igual al peso de la harina (Pylar, 1988).

En pasteles hechos con grasas emulsificadas, el contenido de leche es a menudo el doble que el de el huevo, y sus pesos combinados deberán mantener una relación con la harina de 1.65:1. Esta habilidad de usar altos niveles de líquido distingue a las modernas harinas pasteleras y grasas emulsificadas de sus versiones anteriores (Pylar, 1988).

La incorporación de una cantidad óptima de líquidos es esencial para lograr una buena calidad en el pastel. Los pasteles en los que se usa una cantidad insuficiente de líquidos se caracterizan por una textura áspera, miga seca y mala palatabilidad. Por otro lado, una cantidad excesiva de líquidos pueden debilitar la estructura de la miga y producir pasteles de bajo volúmen lo cual es producido por un batido que no crece en el horno o que crece mucho durante el horneado pero al no tener estructura sobreviene un colapso (Pylar, 1988).

Ya que las reglas del balanceo de fórmulas estan basadas tanto en datos empíricos como en estudios experimentales exactos, no son inflexibles y permiten algunas adaptaciones para cambiar requerimientos, es recomendable por lo tanto evitar modificaciones drásticas que afecten significativamente el

buen volúmen, la simetría, las cualidades alimenticias y la vida de anaquel de los pasteles (Pylar, 1988).

Davies en 1937 estudió los efectos de las variaciones drásticas en la relación de los ingredientes y obtuvo los siguientes resultados: cuando los niveles de azúcar se incrementaron en 25%, el grano se volvió áspero y menos uniforme, aumentó el volúmen ligeramente y la textura fué más suave que el control; al reducir el contenido de azúcar en un 25%, por otro lado, se logró un grano fino, volúmen pequeño y textura ligeramente correosa y apretada. Un incremento de 25% en el nivel de grasa por encima del control no arrojó un cambio perceptible en el grano del pastel, pero causó una ligera reducción en su volúmen e impartió una textura grasosa; una reducción de un 25% en la grasa produjo el mismo grano o ligeramente más aspero que el control, un incremento en su volúmen y una textura aspera y apretada. Un incremento en los líquidos de un 25% sobre el control resultó en un grano más pequeño y miga más húmeda y suave; cuando los líquidos se redujeron en un 25% el grano se volvió aspero y menos uniforme, aumentó el volúmen del pastel y la textura se volvió apretada y seca. Cuando el polvo de hornear se incrementó en un 50% los resultados fueron un grano aspero pero uniforme, un volúmen mayor y una textura aspera y seca, con una reducción del 50% en este ingrediente el pastel resultante tuvo un grano fino y cerrado, volumen pequeño y textura cerrada, y ligeramente masuda (Pylar, 1988).

Más recientemente Ngo y Taranto en 1986 midieron los efectos de diferentes niveles de azúcar en las propiedades reológicas de los pasteles y observaron que una reducción de un 30% por debajo del nivel estandar de azúcar producían unos pasteles menos suaves, más elásticos y con menor

volúmen que el control. Concluyendo posteriormente que las proteínas en el batido tales como las derivadas de la harina, la leche y los huevos funcionan como plastificantes y contribuyen a la suavidad reduciendo la elasticidad del pastel resultante (Pylar, 1988).

EVALUACION FISICOQUIMICA

Un importante requisito para la producción de la calidad uniforme de los pasteles es un adecuado control sobre las características finales deseadas tanto del batido como del pastel.

La evaluación fisicoquímica está regida por las características que presenta un pastel tipo, siendo estas:(1)

DENSIDAD DE BATIDO. Es la relación entre el peso de un volúmen de cualquier sustancia y el peso del mismo volúmen de agua.

La importancia de tener una densidad de 0.9 a 0.95 g/ml es que va a dar como resultado un pastel con buen volúmen, buena simetría y grano, textura y palatabilidad aceptables.

VOLUMEN ESPECIFICO. El volúmen deseado varía en diferentes secciones del país y de acuerdo a los diferentes tipos de pastel.

Un volúmen específico aceptable es de 2.6 a 3.2 cm³/g.

(1) Comunicación verbal Ing. O. Pérez. MIXCO Internacional, S.A. de C.V.

ALTURA DEL CENTRO, DE LOS HOMBROS E INDICE DE SIMETRIA. Tanto la altura del centro como la de los hombros están relacionadas con el índice de simetría.

Se pretende que un pastel con un aceptable índice de simetría tenga la misma altura de tanto hombros como de centro, es decir, que su superficie superior sea plana y el índice de simetría sea uno (1).

COLOR DE LA CORTEZA. Un buen color debe estar bien definido y ser uniforme y libre de manchas o vetas.

SIMETRIA DE FORMA. El espesor deseado debe ser simétrico, sin lados u hombros bajos, altos o centros hundidos.

IGUALDAD DE HORNEO. Un color uniforme en la parte externa del pastel indica que hubo un horneado homogéneo.

CARACTER DE LA CORTEZA. Una buena corteza es delgada y tierna, no es gruesa o en forma de corcho, tampoco demasiado suave o que se quiebre fácilmente.

GRANO. Es la estructura formada por los enlaces de gluten, incluyendo el área alrededor de éstos. La estructura celular varía considerablemente con los diferentes tipos de pastel. Un grano deseable es de tamaño uniforme, con las paredes celulares delgadas.

COLOR DE LA MIGA. No existe un tinte que establezca el color de la miga, sin embargo, debe presentar brillantez y cierto lustre; la superficie debe presentar una tonalidad uniforme libre de vetas o manchas oscuras.

AROMA. El aroma puede ser notado como dulce, rico, fresco, húmedo o ligero; debe de ser agradable al sentido del olfato.

SABOR. Es uno de los más importantes atributos en un pastel y debe tener un placentero sabor dulce.

MASTICACION. Un buen pastel debe de disolverse con facilidad, no debe parecer goma, ni ser masudo, debe de tener una consistencia suave y ofrecer una sensación ligeramente a húmedo.

TEXTURA. Depende de las condiciones físicas de la miga y es influenciada por el grano. Es la expresión de la palatabilidad y suavidad de la miga. La textura ideal es suave y arteciopelada, libre de debilidades y no debe de romperse en migajas.

FORMULACIONES BAJAS EN CALORIAS

Es indudable que en los países industrializados los alimentos ligeros o bajos en calorías han llegado a posecionarse del mercado de productos alimenticios y actualmente representan el sector de más rápido crecimiento en la industria. La cantidad de productos ligeros aumentó de 1981 a 1992 de 38 a 1,257. Los alimentos ligeros o bajos en calorías están cubriendo la demanda cada vez mayor de los consumidores, en cuanto a alimentos más saludables que puedan integrar en su régimen alimenticio.

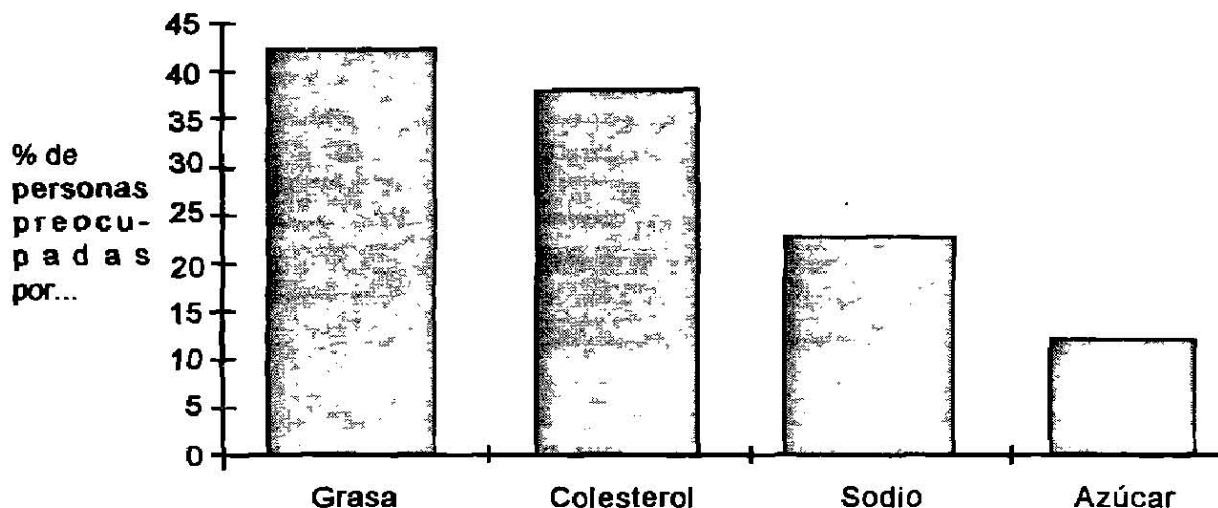
No obstante que los consumidores están dispuestos a comer alimentos ligeros, no requieren renunciar al sabor, aroma, cuerpo y textura de los alimentos originales. Esta exigencia se ha convertido en un reto para muchas compañías importantes de aditivos alimenticios y han creado los más nuevos ingredientes de la tecnología en alimentos (Medina, 1993).

En la Industria de la Panificación se ha estado trabajando en relación a la aplicación de aditivos alimenticios que puedan sustituir a las grasas y azúcares en las formulaciones de pan y pasteles de tal manera que éstos reúnan los requerimientos necesarios para aquellas personas cuya preferencia alimenticia está siendo restringida por recomendaciones médicas o por principios personales.

PROBLEMATICA NUTRICIONAL

Un gran sector de la población está preocupado por eliminar o al menos disminuir drásticamente el consumo de cuatro ingredientes principales: grasa

colesterol, sodio y azúcar (Figura 1).



Fuente: Food Technology Magazine. Sept. 1992

Figura 1. Principales preocupaciones alimenticias

En la gráfica 1 se observa que una de las preocupaciones principales de los consumidores está relacionada con el consumo de grasa y ésto lo podemos entender si recordamos que las grasas aportan más del doble de las calorías de carbohidratos o proteínas.

Según datos del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán" han habido cambios muy notables en el consumo de grasas totales y saturadas en la ciudad de México (Madrigal, 1993).

Para 1960 el consumo de grasas totales fué de 56 mg., en 1980 tuvo su punto más alto con 80 mg. consumidos y para 1989 descendió a casi 67 mg., el consumo de grasas saturadas fué el siguiente: en 1960 fué de 22 mg., en 1980 registró un consumo de 35 mg. y hace cinco años en 1989 su consumo fué de 30 mg. (Figura 2).

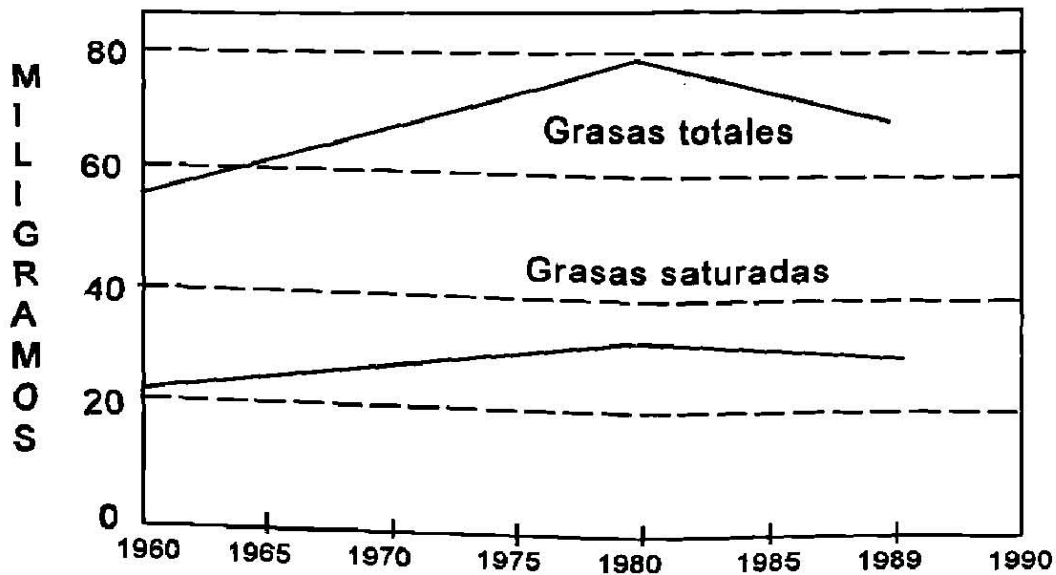
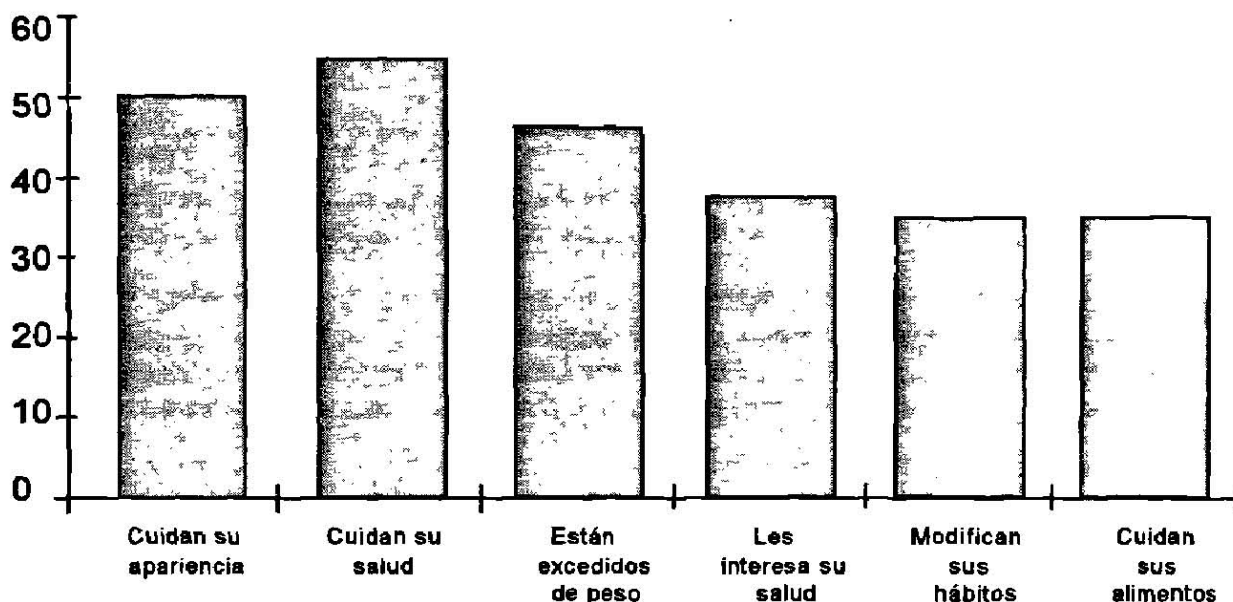


Figura 2. Cambios en el consumo de grasas totales y saturadas en la Cd. de México 1960-1989.

Para el caso de enfermedades relacionadas con el consumo de azúcar tenemos que en 1980 el 9º lugar de las diez principales causas de mortalidad general lo ocupa la diabetes mellitus, en 1991 vino a ocupar el 4º lugar (Cuadro 1A) provocando 25,782 defunciones comparadas con 12,763 en 1980 (Madrigal, 1993).

En México ahora, se está tomando conciencia de la salud y de la importancia del consumo de alimentos ligeros para el beneficio de ésta.

En la Figura 3 podemos observar las cifras en porcentajes de consumidores que están tomando conciencia sobre su salud.



Fuente: Estudio de Segmentación, Nov. 1991, Nutrasweet de México.
Figura 3 La Conciencia de la Salud, Dominante en México

SUSTITUTOS DE GRASA

Por mucho tiempo los médicos han venido enfatizando en la relación que existe entre una dieta con alto contenido de grasa y problemas como obesidad, enfermedades cardiovasculares, problemas respiratorios, diabetes y algunos tipos de cánceres malignos. El mensaje de que la "grasa no es saludable" ha llegado muy profundamente a los consumidores (Torres, 1994).

El concepto de salud unido a la tendencia de la nueva generación para conservar "la figura" ha obligado a la industria en todo el mundo a tener más en cuenta los ingredientes que emplea.

La industria procesadora de productos alimenticios inició remplazando

productos saturados en grasas ácidas por grasas no saturadas, lo cual, en realidad, reducía ligeramente el riesgo de contraer alguna enfermedad inmediata. Otra forma era simplemente reducir las cantidades de grasa en el producto y a éste lo llamaban "con bajo contenido de grasa" dando como resultado un producto seco sin mucho sabor o apariencia (Torres, 1994).

Naturalmente, existiendo una nueva tendencia en el mercado, muchas empresas y laboratorios ya llevan muchos años de estudios en el desarrollo de nuevos productos que vinieron a reemplazar completamente o, por lo menos en una alta proporción, toda la manteca o aceite que podía hacer un producto apetitoso, de buen sabor y llamativo (Torres, 1994).

En general y basándose en su origen, los sustitutos de grasa se pueden dividir en cuatro categorías principales: provenientes de carbohidratos, provenientes de proteínas, grasas sintéticas y mezclas de varios componentes de varias clases (Medina, 1993).

Derivados de Carbohidratos

MALTODEXTRINAS. Químicamente, las maltodextrinas son moléculas pesadas relativamente largas de polímeros de glucosa. Las maltodextrinas no son realmente "endulzantes", pero son producidas en una manera muy similar a la usada para fabricar el jarabe de maíz. Cuando se elaboran las maltodextrinas, el proceso de conservación del almidón es detenido a una etapa cercana de tal manera que se mantenga a una dextrosa equivalente (D.E.) abajo de 20. A este nivel de dextrosa equivalente, es detectado un sabor ligeramente dulce. Ambos, el proceso ácido y enzimático son usados para su producción.

El refinamiento del jarabe es conducido casi como con el jarabe de maíz. Las maltodextrinas son usualmente rociadas secas para proporcionar una corriente de polvo blanco que será ligeramente higroscópico. Estas son usadas principalmente como promotores de viscosidad en líquidos o como agentes que dan volumen en alimentos (Matz, 1992).

ALMIDON DE MAIZ. Este sustituto se genera por tratamiento ácido del almidón de maíz, formando pequeños cristales de carbohidratos. Es un fino polvo blanco que combinado con agua se forma una crema. Esta crema blanca mate tiene propiedades reológicas similares a la manteca. Provee sólo 1 cal/g.

Los beneficios que ofrece son:

- Reduce o reemplaza la grasa
- Provee una fuente completa de carbohidratos
- Reduce calorías
- Provee una textura cremosa (Staley, 1992)

ALMIDON DE AVENA. El almidón de la harina se trata con la enzima alfa amilasa para su licuefacción produciendo maltodextrinas.

Este sustituto es un producto 100% natural derivado de cereales el cual es el único sustituto de grasa de tipo carbohidrato que tiene una combinación de beta glucan y maltodextrinas de baja dextrosa equivalente.

Puede ser usado seco o en forma de gel, este gel genera ligeramente menos de 1 cal/g. Como sustituto de grasa proporciona excelente viscosidad.

Además su versatilidad genera resultados consistentes y confiables en aplicaciones específicas (Staley, 1993).

Derivados de Proteína

SUERO DE LECHE. El suero de leche es tratado por un proceso especial llamado microparticulación. Debido a la forma esférica y tamaño pequeño de la proteína microparticulada, estas se deslizan fácilmente una sobre la otra cuando están hidratadas, liberando una apariencia cremosa y textura semejante a la de los alimentos altos en grasa (Medina, 1992).

Otra característica importante de la proteína microparticulada es que es resultado de una agregación física de moléculas en vez de cambios químicos en la proteína natural. Consecuentemente la secuencia de aminoácidos y la estructura tridimensional permanece intacta, como la proteína no se degrada químicamente, su calidad nutricional es conservada (Medina, 1992).

Este tipo de sustituto no requiere del uso de técnicas especiales de preparación y soporta sin problemas los procesos normales de pasteurización, esterilización y UHT, la única limitante es el proceso de freído (Medina, 1992).

Cuando se hidrata, se obtiene un ingrediente que cuenta con sólo 1 1/2 calorías por gramo, lo que permite su uso para elaborar alimentos con una significativa reducción de grasa y una reducción de calorías de 50 a 80% en muchos productos (Medina, 1992).

Mezcla de Varios Componentes

Como sustitutos de grasa también se pueden usar mezclas deshidratadas de suero, mono y diglicéridos, almidón modificado, fibra de avena, esteres mono y diglicéridos del ácido diacetil tartárico, caseinato de sodio, fosfato potásico, dióxido de silicio y goma de xantano (Kraft, 1993).

La combinación genera un polvo de color blanco cremoso que proporciona un ligero sabor lácteo sin sabores ni olores extraños, son sustituto de grasa diseñado especialmente para uso en productos de panificación, incluyendo pasteles. Puede ser usado para sustituir hasta un ciento por ciento de la grasa en productos de panificación. Productos bajos en grasa o sin grasa se pueden preparar sin sacrificar los atributos de calidad y textura que tienen los productos con toda la grasa (Kraft, 1993).

SUSTITUTOS DE AZUCAR

Al igual que la grasa, el azúcar también esta siendo reemplazada por ocasionar problemas de salud al ser humano, por ello se han desarrollado sustitutos que cubran las propiedades del azúcar, algunos de ellos son:

ASPARTAME. Es un dipéptido del ácido L-aspártico y de L-fenilalanina. Estos aminoácidos se encuentran naturalmente en alimentos tales como carne, verduras, productos lácteos y granos.

El aspartame se metaboliza en sus componentes aminoácidos y alcohol metílico mediante un proceso metabólico normal que provee 4 cal/g cuando

se metaboliza. Por este motivo, el aspartame ha sido clasificado por la United States Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos) como endulzante nutritivo. Puesto que se requiere tan sólo una pequeña cantidad de aspartame para endulzar; debido a su alta intensidad, los alimentos y bebidas endulzados con este sustituto pueden reducir significativamente las calorías (The Nutrasweet Co., 1992).

El aspartame es aproximadamente 180 a 220 veces más dulce que el azúcar, permitiendo una reducción de calorías (The Nutrasweet Co., 1992).

ACESULFAME K. Cuyo nombre químico es sal potásica del 2 dioxido 6 metil-1,2,3 oxatiazina-4(3H)-ona-2, es un polvo blanco cristalino con una muy buena estabilidad en estado sólido. No tiene un punto de fusión definido pero se empieza a fundir por arriba de los 225°C. Este compuesto también tiene una alta solubilidad en agua y es más o menos 200 veces más dulce que el azúcar (Hoechst, 1993).

SORBITOL. Originalmente proviene de las frutas; es un polvo blanco cristalino que es aproximadamente la mitad de dulce que la sacarosa y provee 4 cal/g.

Es producido comercialmente por la reducción química de la dextrosa. El sorbitol ha sido ampliamente usado por muchos años como un sustituto del azúcar en alimentos dietéticos. Tiene un efecto ligeramente laxante y contribuye a proporcionar una sensación de frescura en la boca (AIB, 1992).

MATERIALES Y METODOS

Las instalaciones, el equipo y la materia prima utilizados para el desarrollo de ésta investigación fueron facilitadas por la empresa MIXCO Internacional, S.A. de C.V., en el municipio de Santa Catarina, N.L.

Para llevar a cabo éste estudio se utilizaron seis sustitutos de grasa y tres sustitutos de azúcar siendo estos:

Sustitutos de Grasa (2)

- Maltodextrinas 10 Dextrosa Equivalente (D.E.)
- Maltodextrinas 20 Dextrosa Equivalente (D.E.)
- Almidón de maíz
- Almidón de avena
- Suero de leche
- Mezcla de varios compuestos

Sustitutos de Azúcar (2)

- Aspartame
- Acesulfame K
- Sorbitol

Se utilizó una batidora HOBART modelo N-50 de tres velocidades con capacidad de 5qt. (4.73 lts.) y un horno rotatorio marca GARDNER HEAVY DUTY modelo HD de cuatro columpios con una capacidad para ocho charolas,

para la determinación de humedad, proteína, grasa y fibra se utilizaron respectivamente los siguientes aparatos:

- Estufa para humedades. Temperatura 185°C/3min. OHAUS modelo MB-200.
- Microkjeldahl LABCONCO modelo 65200.
- Extractor de grasa Goldfish LABCONCO modelo 35001.
- Extractor de fibra cruda LABCONCO modelo 30001.

El estudio consistió en tres etapas, la primera fué la selección de la formulación base, la cual sería el pastel testigo; la segunda etapa consistió en la aplicación y evaluación de los seis sustitutos de grasa y los tres sustitutos de azúcar y la tercer fase del estudio fué seleccionar a los sustitutos de grasa y/o azúcar que ofrecieran mejores resultados en el producto terminado para llevar a cabo el análisis del contenido calórico.

DESARROLLO Y SELECCION DE LA FORMULA BASE

Se partió de una formulación tradicional bajo el sistema "Prueba y Error" hasta obtener la formulación base la cual fué considerada como testigo (Cuadro 3A) cuyas características físicas y organolépticas se muestran en los cuadros 4A y 5A respectivamente, las cuales fueron obtenidas de un estudio sensorial con cuatro panelistas expertos panaderos.

PREPARACION DE LA PREMEZCLA PARA LOS TRATAMIENTOS

Siguiendo la formulación del testigo se sustituyó el 25 y 50% en peso de la grasa con 2.5 y 5% (base harina) de los sustitutos correspondientes y para

los sustitutos de azúcar el 0.15 y 0.25% (base harina) respectivamente.

Para el caso de sustituto de grasa compuesto de una mezcla de emulsificantes, goma y leudantes el porcentaje que se utilizó fué diferente a los anteriormente mencionados, siendo de la siguiente manera: para la premezcla con 50% de grasa sustituida se empleó 10% (base harina) y para la premezcla con 25% de grasa sustituida se utilizó 5% (base harina).

La mezcla se efectuó en una batidora HOBART modelo A-200F de tres velocidades con capacidad de 12 qt. (11.35 lts.) por aproximadamente 15 minutos o hasta que la premezcla tuviera una textura fina, se empaquetó, se identificó y se mantuvo a temperatura ambiente para luego ser empleada.

Al momento de utilizar la premezcla para hacer un batido solo se le agregó, la grasa el azúcar o el sustituto correspondiente según fuese el tratamiento.

En el caso de la premezcla con sustitución de azúcar para cubrir el espacio fórmula dejado por el azúcar eliminado que influiría en las características físicas se le agregó 29.87 g. de maltodextrinas a la formulación con 0.25% de sustituto y 15 g. para la formulación con 0.15% de sustituto de azúcar.

ELABORACION DEL PASTEL

Se utilizó un método de dos etapas para la elaboración de los batidos para pastel cuyas instrucciones de manipulación son las siguientes:

1. Colocar la premezcla de pastel en el cazo de la batidora y mezclar con paleta en 1ª velocidad por dos (2) minutos para incorporar los ingredientes entre sí.
2. Agregar el 25% del agua y todo el huevo y batir por un (1) minuto en 1ª velocidad.
3. Batir en 2da velocidad por cuatro (4) minutos.
4. Reincorporar el contenido adherido en las paredes del recipiente.
5. Agregar el resto del agua y batir en 1ª velocidad por un (1) minuto.
6. Reincorporar el contenido adherido en las paredes del recipiente.
7. Batir en 2da velocidad por dos (2) minutos.
8. Depositar 370 g. del batido en un molde previamente engrasado y enharinado.
9. Hornear a la temperatura de 175°C (350°F aproximadamente) por 30 minutos.

ANALISIS FISICOS

Las variables que se evaluaron fueron: densidad del batido, volúmen, peso, volúmen específico, altura del centro, altura de los hombros e índice de simetría del pastel. Se llevaron a cabo tres repeticiones.

DENSIDAD DEL BATIDO. Para determinar la densidad del batido se llenó un pequeño recipiente (de volúmen conocido) con batido y se pesó. Para conocer la densidad se le restó la tara del recipiente y el peso resultante se dividió entre el peso del volúmen del agua que cabe en dicho recipiente. Los resultados se obtuvieron en g/ml.

VOLUMEN. Para determinar el volúmen de cada pastel se empleó el sistema de desplazamiento utilizando un volúmetro, donde el medio desplazado son semillas de nabo. Los resultados se obtubieron en cm^3

PESO. El peso fué del producto final enfriado y se registró en g.

VOLUMEN ESPECIFICO. El volúmen específico es la relación del volúmen referido a la unidad de peso. Los resultados se dieron en cm^3/g .

ALTURA DEL CENTRO DEL PASTEL. La altura del centro del pastel fué tomada en cm. haciendo un corte transversal en el centro del producto y midiendo la distancia de la base hasta la parte más alta del centro.

ALTURA DE LOS HOMBROS DEL PASTEL. La altura de los hombros fué medida sobre el corte transversal hecho para medir la altura del centro tomando el promedio de las distancias en cm. de los extremos del pastel desde la base hasta la parte superior de éstos.

INDICE DE SIMETRIA. Es la relación existente de la altura del centro entre el promedio de la altura de los hombros.

ANALISIS SENSORIAL

A cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones se les evaluaron sus características organolépticas comparándolas cada una de ellas contra las del testigo (Cuadro 6A). Para la evaluación de las características, éstas se dividieron en características externas y características

internas quedando cada una de las variables de la siguiente manera:

CARACTERISTICAS EXTERNAS.

COLOR DE LA CORTEZA. El color de la corteza de cada pastel fué evaluado visualmente tomando como base el testigo teniendo éste un color café dorado y el color de algunos tratamientos fué café claro, café brillante, amarillo huevo entre otros.

SIMETRIA DE FORMA. La simetría del pastel fué evaluada visualmente y se trató que el pastel fuera simétrico sin lados u hombros bajos, altos o centro hundidos.

IGUALDAD DE HORNEO. La forma de evaluar también fué visual y se buscó que la parte externa del pastel tuviera un color uniforme, señal de un horneado homogéneo.

CARACTER DE LA CORTEZA. Esta variable fué evaluada visualmente y por medio del tacto, procurando tener una corteza delgada y tierna que no se quebrara fácilmente.

CARACTERISTICAS INTERNAS

GRANO. El grano o miga de cada uno de los pasteles fué evaluado visualmente comparándolos contra el testigo, haciendo un corte transversal y longitudinal y observando la parte interna del producto para ver el tamaño del grano, grosor de las paredes celulares, uniformidad en la miga y aparición de túneles.

COLOR DE LA MIGA. El color de la parte interna del producto fué evaluado en el mismo corte realizado para la evaluación del grano. La evaluación de esta variable se realizó comparando cada uno de los pasteles contra el testigo.

AROMA. El aroma fué evaluado por medio del sentido del olfato procurando que tuvieran un olor agradable, fresco y dulce con un aroma ligeramente a mantequilla y vainilla.

SABOR. El sabor de los pasteles fué evaluado de manera organoléptica utilizando el sentido del gusto, tomando en cuenta para su evaluación la corteza y la miga del pastel juntos, buscando que tuvieran un placentero sabor dulce donde destacaran las notas de mantequilla y vainilla.

MASTICACION. Para evaluar esta variable se hizo uso del sentido del gusto comparando contra el testigo cada uno de los pasteles, detectando en ellos características positivas propias del testigo como: facilidad para disolverse en la boca, suave, fresco, con una sensación ligeramente a húmedo y registrándose también características negativas tales como: dificultad para disolverse, masudo, apelmazado, con apariencia a hule entre otros.

TEXTURA. La textura fué evaluada por medio del sentido del tacto utilizando para tal efecto la punta de la nariz, buscando en cada uno de los pasteles que tuvieran una textura similar a la del testigo el cual presentó una textura suave, aterciopelada y fresca.

ANALISIS QUIMICOS

Las variables de humedad, cenizas, proteína, grasas y fibra se determinaron en el testigo y en los pasteles elaborados con sustitutos de grasa y azúcar con características similares a éste. Los métodos utilizados fueron los establecidos por la AOAC (Association of Official Agricultural Chemists).

El contenido de carbohidratos fué obtenido por diferencia de peso y su contenido calórico considerando la aportación de 4 cal/g. de carbohidrato, 4 cal/g. de proteína y 9 cal/g. de grasa.

ANALISIS ESTADISTICO

Se aplicó un diseño de Bloques Completos Aleatorizados a los resultados de ambas fases bajo el siguiente modelo.

$$x_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + e_{ij}$$

donde:

X_{ij} : es un valor típico de la población total.

μ : es una constante desconocida.

β_i : Representa un efecto de bloque que refleja el hecho de que la unidad experimental cayó en el i-ésimo bloque.

T_j : Representa un efecto de tratamiento, que refleja el hecho de que la unidad experimental recibió el j-ésimo tratamiento.

e_{ij} : Es un componente residual que representa todas las fuentes de variación que no sean los tratamientos o los bloques.

Llevándose a cabo tres repeticiones para la primer fase y cuatro repeticiones para la segunda fase.

Los tratamientos empleados fueron:

Tratamiento	% de grasa o azúcar en peso reemplazado
T1 Testigo	
T2 Maltodextrinas 10 D.E.	25% grasa
T3 Maltodextrinas 10 D.E.	50% grasa
T4 Maltodextrinas 20 D.E.	25 % grasa
T5 Maltodextrinas 20 D.E.	50 % grasa
T6 Almidón de maíz	25 % grasa
T7 Almidón de maíz	50 % grasa
T8 Almidón de avena	25 % grasa
T9 Almidón de avena	50 % grasa
T10 Suero de leche	25 % grasa
T11 Suero de leche	50 % grasa
T12 Mezcla de compuestos	25 % grasa
T13 Mezcla de compuestos	50 % grasa
T14 Aspartame	25 % azúcar
T15 Aspartame	50 % azúcar
T16 Acesulfame K	25 % azúcar
T17 Acesulfame K	50 % azúcar
T18 Sorbitol	25 % azúcar
T19 Sorbitol	50 % azúcar

También se efectuó la prueba de comparación múltiple de Tukey o DVS (Diferencia Verdaderamente Significativa) dado por la expresión

$$DVS = q_{\alpha, k, N-k} \sqrt{\frac{CM \text{ Residual}}{n}}$$

donde:

α : Es el nivel de significancia elegido.

k : El número de medias en el experimento.

N : El número total de observaciones en el experimento.

n : El número de observaciones en el tratamiento.

CM Residual: El cuadro medio residual o del error de la tabla ANDEVA.

q : Que se obtiene consultando la tabla Tukey con α , k y $N-k$

RESULTADOS Y DISCUSION

Para el desarrollo de la formulación base se encontró que el contenido de azúcar así como el de gomas fueron determinantes en las características físicas del producto, teniendo para el primer caso, que para 100 gr. de harina 120 gr. de azúcar fué lo ideal ya que se alcanzó el color adecuado en la corteza. En el caso de gomas se utilizaron las más recomendadas, guar y xantano, encontrándose que los porcentajes adecuados fueron 0.1 y 0.4% respectivamente, cantidades mayores generaron corrientes de convección más lenta de el batido durante el horneado provocando la formación de un halo superficial visible en el pastel.

Para los tratamientos evaluados durante la elaboración del batido se encontró que aquellos elaborados con sustitutos de azúcar y los de grasa provenientes de almidones parcialmente hidrolizados mostraron incremento en la densidad del batido teniendo como consecuencia volúmen bajo, lo cual se muestra en los Cuadros 1 y 2.

Para el caso del sustituto del almidón de maíz (STELLAR) se requirió una preparación previa de elaboración además de el uso inmediato ya que de no ser así generaba incremento en el tiempo de incorporación de los ingredientes.

En el análisis de las características físicas se pudo apreciar diferencias altamente significativas en cada una de las variables estudiadas, excepto para el índice de simetría. (Cuadro 7A)

Cuadro 1. Comparación de medias de la densidad del batido para diecinueve tratamientos aplicados en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

TRATAMIENTO	MEDIA (g/ml)			
T5	1.03	a		
T3	1.01	a		
T9	0.99	a		
T7	0.98	a	b	
T11	0.97	a	b	
T15	0.95	a	b	
T17	0.95	a	b	
T6	0.90		b	c
T19	0.90		b	c
T16	0.84			c d
T1	0.83			c d
T8	0.83			c d
T10	0.83			c d
T14	0.83			c d
T13	0.82			c d
T2	0.81			d
T18	0.80			d
T4	0.80			d
T12	0.76			d

**Letras iguales significan igualdad estadística ($\alpha=.05$)
Prueba Tukey**

Cuadro 2. Comparación de medias del volúmen específico del pastel para diecinueve tratamientos aplicados en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

TRATAMIENTO	MEDIA (cm³/g)			
T12	2.84	a		
T6	2.68	a	b	
T10	2.67	a	b	
T8	2.66	a	b	
T1	2.64	a	b	c
T13	2.58	a	b	c d
T4	2.54		b	c d e
T2	2.49		b	c d e
T19	2.38			c d e f
T3	2.35			d e f
T7	2.33			d e f
T14	2.32			d e f g
T5	2.31			d e f g
T11	2.29			e f g
T9	2.21			f g
T16	2.14			f g h
T15	2.05			g h
T17	1.88			h
T18	1.88			h

Letras iguales significan igualdad estadística ($\alpha=.05$)
Prueba Tukey

En el análisis de comparación de medias (Cuadros 1, 2 y 3) se puede apreciar que los dos mejores sustitutos de grasa obtenidos para las variables físicas son, el sustituto derivado del suero de leche (SIMPLESSE) que reemplazó al 25% de la grasa, y el sustituto que consta de una mezcla de varios compuestos (K-BLAZER) que reemplazó al 25 y 50% de la grasa del pastel; en los mismos cuadros se observa que hubo otros sustitutos que también fueron estadísticamente iguales al testigo pero que en el análisis de las características funcionales no cubrieron la calidad esperada (Cuadros 4 y 5), caso específico fué el uso de sustitutos de azúcar que produjeron pasteles con un índice de simetría semejante al del testigo, lo cual no indica que tenga aceptabilidad ante el consumidor ya que fueron pasteles con un volúmen muy bajo debido a que estaban apelmazados.

El apelmazamiento se debe al mayor contenido de agua libre por la reducción de azúcar en la fórmula, lo que provocó mayor carga para la estructura del pastel generando que los alveolos se colapsaran. Lo anterior fué parcialmente mejorado utilizando maltodextrina para reducir el contenido de azúcar libre; sin embargo comparativamente hablando los sustitutos de grasa generaron mejores características funcionales internas así como de volúmen. Cuadros 5 y 2 respectivamente.

En cuanto al análisis estadístico realizado para las pruebas funcionales (Cuadros 8A, 4 y 5) se encontró que existe una diferencia altamente significativa, y una igualdad estadística entre los sustitutos de grasa provenientes del suero de leche (SIMPLESSE), la mezcla de varios compuestos (K-BLAZER) y el testigo, así como los sustitutos de grasa provenientes del almidón de maíz (STELLAR), del almidón de avena (TRIM CHOICE) y las

Cuadro 3. Comparación de medias del índice de simetría del pastel para diecinueve tratamientos aplicados en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

TRATAMIENTO	MEDIA		
T9	1.55	a	
T11	1.43	a	b
T1	1.33	a	b
T5	1.31	a	b
T7	1.31	a	b
T2	1.26	a	b
T19	1.26	a	b
T16	1.24	a	b
T8	1.24	a	b
T3	1.23	a	b
T4	1.22	a	b
T17	1.18	a	b
T18	1.15	a	b
T14	1.14	a	b
T12	1.12	a	b
T15	1.10		b
T10	1.09		b
T6	1.06		b
T3	1.03		b

**Letras iguales significan igualdad estadística ($\alpha=.05$)
Prueba Tukey**

Cuadro 4. Comparación de medias de la evaluación funcional de las características externas del pastel para diecinueve tratamientos aplicados en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

TRATAMIENTO	MEDIA (%)									
T12	94.28	a								
T1	93.32	a	b							
T10	92.37	a	b	c						
T13	90.47	a	b	c	d					
T8	89.51	a	b	c	d	e				
T2	88.57	a	b	c	d	e				
T6	87.61	a	b	c	d	e	f			
T14	85.71		b	c	d	e	f	g		
T7	85.42		b	c	d	e	f	g		
T4	84.75			c	d	e	f	g	h	
T19	83.80				d	e	f	g	h	
T11	82.85				d	e	f	g	h	
T16	81.90					e	f	g	h	i
T3	80.00						f	g	h	i
T17	79.04							g	h	i
T18	79.04							g	h	i
T5	77.14								h	i j
T9	74.28									i j
T15	69.52									j

**Letras iguales significan igualdad estadística ($\alpha=.05$)
Prueba Tukey**

Cuadro 5. Comparación de medias de la evaluación funcional de las características internas del pastel para diecinueve tratamientos aplicados en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías, 1994.

TRATAMIENTO	MEDIA (%)	
T1	100.00	a
T12	100.00	a
T13	100.00	a
T10	97.94	a b
T11	96.92	a b c
T9	95.38	a b c d
T3	93.84	a b c d e
T7	92.32	b c d e
T6	92.30	b c d e f
T8	92.30	b c d e f
T5	91.78	b c d e f
T14	91.27	b c d e f
T4	90.76	c d e f
T2	89.76	d e f
T16	87.17	e f g
T18	86.15	f g
T17	82.55	g h
T19	81.02	g h
T15	78.45	h

Letras iguales significan igualdad estadística ($\alpha=.05$)
Prueba Tukey

maltodextrinas 10 D.E. así como el sustituto de azúcar aspartame (NUTRA SWEET) pero esto no quiere decir que éstos últimos tengan una calidad semejante a los primeros y el testigo, debido a que se presentaron problemas como la presencia de un halo en la corteza, generado por los factores, reducción de grasa, que influyó en su actividad de aereado y la presencia de almidón hidrolizado en los sustitutos de grasa empleados, generando esto último que al momento de hornearse se presentara una gelatinización provocando que las burbujas de CO₂ generadas por el polvo de hornear viajaran con mayor lentitud en las corrientes de convección y al llegar a la superficie generaran adelgazamiento de ésta, quemándose más fácilmente y formando un anillo oscuro en la superficie.

En el caso de la evaluación funcional de las características internas por el método de comparación de medias (Cuadro 5) nuevamente vuelven a aparecer con una igualdad estadística al testigo los sustitutos de grasa provenientes del suero de leche (SIMPLESSE) y la mezcla de varios compuestos (K-BLAZER) además de las maltodextrinas 10 D.E. y del almidón de avena (TRIM CHOICE) pero estos dos últimos como fué mencionado anteriormente presentaron características funcionales externas desfavorables.

Cabe mencionar que tanto los sustitutos de grasa como los de azúcar no alteraron el sabor del pastel, sin embargo, el problema serio fué la aparición de túneles en la miga al utilizar tanto los sustitutos de azúcar como sustitutos de grasa provenientes de almidones hidrolizados, lo anterior es explicado por la falta de emulsificación generada por la sustitución de la grasa emulsificada utilizada, lo que provocó que al romperse la tensión superficial de las burbujas de CO₂ éstas aumenten de tamaño dejando como huella los túneles

formados por las corrientes de convección.

En base a los resultados de la primera fase del estudio, se aplicó un análisis químico utilizando los sustitutos de grasa derivado del suero de leche (SIMPLESSE), la mezcla de varios compuestos (K-BLAZER) y el sustituto de azúcar NUTRASWEET para conocer su efecto en el contenido calórico. Se encontró una diferencia significativa en cada una de las variables a excepción del contenido de fibra y carbohidratos (Cuadro 9A). En el Cuadro 10A se observa un incremento de humedad en los tratamientos con aplicación de la mezcla de varios compuestos (K-BLAZER), por desconocer la composición exacta de este sustituto se presume que su formulación con respecto a la presencia de monoglicéridos, diglicéridos y goma de xantano está mejor balanceada que la utilizada en la formulación base, repercutiendo en una mayor absorción y retención de agua durante el horneado.

Otra de las variables de importancia donde se registró un aumento fue en el contenido de proteína (Cuadro 10A), donde el sustituto de grasa SIMPLESSE tuvo el valor más alto, ya que es un producto 100% a base de proteína del suero de leche, así mismo, la mezcla de compuestos (K-BLAZER) registró un aumento en la proteína del pastel con respecto al testigo debido a que uno de sus ingredientes también es el suero de leche.

En el mismo cuadro se observa que al utilizar sustitutos de grasa efectivamente se reduce el contenido de éste compuesto y se puede apreciar que al usar el suero de leche (SIMPLESSE) o la mezcla de compuestos (K-BLAZER) reemplazando el 25% de la grasa se obtienen los mismos resultados entre ellos.

Finalmente, el contenido calórico mostró resultados satisfactorios ya que se logró reducir las calorías del pastel al utilizar los sustitutos de grasa mencionados, el sustituto que mejores resultados dió fué la mezcla de compuestos (K-BLAZER) al reemplazar el 50% de la grasa del producto final.

El pastel elaborado con el sustituto de azúcar NUTRASWEET presentó los valores más bajos con respecto a contenidos de proteínas y humedad, es importante mencionar que se encontró un incremento en el contenido calórico con respecto al testigo al usar este último sustituto y puede ser explicado por la adición de la maltodextrina usada como reemplazante de el azúcar eliminado para cubrir el espacio fórmula dejado al eliminar una parte de el azúcar, esto último no puede ser comprobado ya que no se efectuó el análisis mencionado en el pastel elaborado con maltodextrinas como sustituto de grasa.

CONCLUSIONES

De los resultados antes expuestos se derivan las siguientes conclusiones:

- El uso de sustitutos de grasa y azúcar en la elaboración de pasteles influyen en las características físicas y organolépticas del producto final.**
- El uso de sustitutos de azúcar afecta desfavorablemente las características físicas, organolépticas y nutricionales del pastel.**
- Los sustitutos de grasa a base de almidones hidrolizados (MALTODEXTRINAS 10 y 20 D.E., STELLAR, TRIM CHOICE), generan pasteles con características físicas y organolépticas desfavorables a aquellas donde se utilizó sustitutos derivados del suero de leche (SIMPLESSE) y la mezcla de compuestos (K-BLAZER).**
- Los sustitutos de grasa SIMPLESSE y K-BLAZER producen pasteles de bajo contenido calórico y alto contenido protéico.**

APENDICE

Cuadro 1A. Diez principales causas de mortalidad general en 1991.

No.	CAUSA	DEFUNCIONES
1	Enfermedades del corazón	59 742
2	Tumores malignos	41 168
3	Accidentes	39 400
4	Diabetes Mellitus	25 782
5	Afecciones del periodo perinatal	23 063
6	Influenza y neumonías	22 205
7	Enfermedades infecciosas intestinales	22 196
8	Enfermedad cerebrovascular	19 760
9	Cirrosis y enfermedades crónicas del hígado	17 902
10	Deficiencias de la nutrición	16 263

Fuente: Tabulación de Defunciones del INEGI

Cuadro 2A. Nombre y firma comercial de seis sustitutos de grasa y tres sustitutos de azúcar empleados para su evaluación en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

NOMBRE GENERICO	NOMBRE COMERCIAL	FIRMA COMERCIAL
SUSTITUTOS DE GRASA		
Maltodextrinas 10 D.E.	Maltodextrinas 10 D.E.	I.D.S.A.
Maltodextrinas 20 D.E.	Amidex	Arancia
Almidón de maíz	Stellar	Staley
Almidón de avena	Trim Choice	Staley
Suero de leche	Simplesse	The NutraSweet Co.
Mezcla de varios compuestos	K- Blazer	Kraft Food Ingredients
SUSTITUTOS DE AZUCAR		
Aspartame	NutraSweet	The NutraSweet Co.
Acesulfame K	Sunette	Hoechst
Sorbitol	Sorbitol	Arancia

Cuadro 3A. Formulación base para la aplicación de tratamientos en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

	g
Harina pastelera	100.00
Azúcar	120.00
Leche en polvo descremada	8.00
Almidón modificado	3.50
Polvo para hornear	4.00
Goma de xantano	0.40
Goma guar	0.10
Sal	1.50
Sabor artificial mantequilla	0.20
Sabor artificial vainilla	0.15
Color amarillo huevo	0.05
Manteca vegetal hidrogenada y emulsificada	25.00
Emulsificante MEPG*	4.00
Huevo fresco	80.00
Agua	130.00

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

*Mono estearato de propilen glicol

Cuadro 4A. Características físicas del pastel testigo para la evaluación de sustitutos de grasa y azúcar en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

VARIABLE	UNIDADES
Densidad del batido	0.83 g/ml
Volúmen del pastel	826.92 cm ³
Peso del pastel	311.00 gr
Volúmen específico del pastel	2.64 cm ³ /g
Altura del centro del pastel	3.50 cm
Altura de los hombros del pastel	2.56 cm
Indice de simetría del pastel	1.33

Cuadro 5A. Características organolépticas del pastel testigo para la evaluación de sustitutos de grasa y azúcar en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

CARACTERISTICAS EXTERNAS

Color de la corteza	Café dorado, sin manchas
Simetría de forma	Ligeramente convexo
Igualdad de horneado	Homogéneo
Carácter de la corteza	Delgada, lisa, suave

CARACTERISTICAS INTERNAS

Grano	Paredes celulares delgadas y uniformes
Color de la miga	Amarillo brillante con tonalidad uniforme
Aroma	Agradable, ligeramente a mantequilla y vainilla
Sabor	Placentero, dulce, ligeramente a mantequilla y vainilla
Masticación	Fácil de disolver en la boca, suave, fresco, ligeramente húmedo
Textura	Suave, aterciopelado, fresca

Cuadro 6A. Criterios de evaluación de características organolépticas de los tratamientos aplicados en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

PENALIZADO POR:	CARACTERISITCAS EXTERNAS (35%)	CALIFICACION PERFECTA	TRATAMIENTO CALIF. CAUSA
1. MUY PEQUEÑO 2. MUY GRANDE	VOLUMEN	12	
1. NO UNIFORME 2. LIGERAMENTE MANCHADO 3. ANILLO DE AZUCAR OSCURO 4. ANILLO DE GRASA OPACO	COLOR DE LA CORTEZA	5	
1. CENTRO ALTO (PUNTIAGUDO) 2. CENTRO BAJO (ABOLLADO) 3. LADOS ALTOS (REVENTADO) 4. LADOS BAJOS	SIMETRIA DE LA FORMA	10	
1. GRUESA Y CON VEJIGAS 2. CORREOSA Y DURA 3. SEMEJANTE AL CAUCHO Y HUMEDA 4. ESCAMOSA Y SECA	CARACTER DE LA CORTEZA	5	
1. NO HOMOGENEO	IGUALDAD DE HORNEO	3	
CARACTERISTICAS INTERNAS (65%)			
1. ABIERTO Y TOSCO 2. NO UNIFORME 3. PAREDES CELULARES DELGADAS 4. TUNELES 5. CERRADO	GRANO	15	
1. GRIS NO UNIFORME 2. LIGERAMENTE OSCURO	3. VETEADA 4. OPACA	COLOR DE LA MIGA	10
1. FUERTE Y EXTRAÑO 2. FALTO DE AROMA	3. RANCIO 4. PENETRANTE	AROMA	10
1. ASPERO 2. APELMAZADO	3. DESMORONABLE 4. MIGAJAS	TEXTURA	10
1. SALADO 3. ACIDO	2. INSIPIDO	SABOR	10
1. MASUDO 3. DIFICIL DE DISOLVER	2. AHULADO	MASTICACION	10

Cuadro 7A. Cuadrados medios de siete variables físicas observadas para diecinueve tratamientos aplicados en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

Fuente de Variación	g.l.	Densidad del batido g/ml	Volúmen cm ³	Peso g	Volúmen Específico cm ³ /g	Altura del centro cm	Altura de los hombros cm	Índice de simetría
Repeticiones	2	0.00015	48.7575	4.4789	0.0008	0.0054	0.0512	0.0189
Tratamiento	18	0.0198**	24363.5231**	239.5091**	0.8533**	0.8533**	0.8752**	0.0476*
Error	36	0.00082	652.8051	6.1052	0.0358	0.0358	0.0493	0.0213
Total	56							
CV%		3.22	3.44	0.79	3.75	5.83	8.31	11.88
X		0.08	741.85	310.47	2.38	3.24	2.67	1.22

*Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

Cuadro 8A. Cuadrados medios de dos variables funcionales observadas para diecinueve tratamientos.

Fuente de variación	g.l.	Evaluación funcional de las características externas del pastel %	Evaluación funcional de las características internas del pastel %
Repeticiones	2	2.6235	7.0068
Tratamientos	18	132.6514**	118.7304**
Error	36	6.8356	4.9637
Total	56		
CV%		3.10	2.43
X		84.19	91.62

* Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

Cuadro 9A. Cuadrados medios de siete variables químicas observadas para cinco tratamientos en la elaboración de una premezcla de pastel bajo en calorías. 1994.

Fuente de g.l. Variación		HUMEDAD %	CENIZAS %	PROTEINA %	GRASA %	FIBRA %	CARBO-HIDRATOS %	CALORIAS cal/100g
Repeticiones	3	0.3258	0.0001	0.0036	0.0071	0.00001	0.4080	4.0253
Tratamiento	4	3.9282*	0.0327*	0.8461*	6.5586*	0.00004	2.0532	347.4310*
Error	12	0.1042	0.0009	0.0042	0.0111	0.00003	0.4382	1.9561
Total	19							
CV%		1.27	2.18	1.17	2.15	6.08	1.05	0.44
X		25.41	1.37	5.51	4.89	0.09	62.71	316.94

*Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

Cuadro .10A. Medias de siete variables químicas observadas para cinco tratamientos en la elaboración de una premezcla para pastel bajo en calorías. 1994.

TRATAMIENTO	HUMEDAD %	CENIZAS %	PROTEINA %	GRASA %	FIBRA %	CARBO-HIDRATOS %	CALORIAS cal/100g
T1	25.70	1.40	5.35	6.16	0.088	61.28	322.01
T10	24.47	1.33	6.19	4.48	0.089	63.42	318.80
T12	26.15	1.24	5.50	4.48	0.090	62.52	312.44
T13	26.47	1.49	5.59	3.17	0.096	63.17	303.59
T14	24.27	1.38	4.92	6.18	0.086	63.14	327.89

BIBLIOGRAFIA

- **AMERICAN INSTITUTE OF BAKING. 1992. Curso: Baking Science and Technology. Cincinnati, OH, U.S.A.**
- **CHAVEZ, A., Madrigal, F.H., Ríos, E.M. de Chávez M. 1993. Guías de Alimentación, INNSZ. Tlalpan, D.F.**
- **HOECHST. 1993. Sunette, Brand Sweetener. NJ, U.S.A.**
- **KRAFT FOOD INGREDIENTS. 1993. K-Blazer, Shortening Replacement System for Bakery Products. Memphis, TN, U.S.A.**
- **MADRIGAL, F.H., Pérez, G.S. 1993. Audiencias Públicas sobre el Problema de la Alimentación en México, México.**
- **MATZ, S.A. 1992. Bakery Technology and Engineering ed. Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A.**
- **MEDINA, A. 1992. Una Proteína Sustituye la Grasa... Simplese. Nutriquim, S.A. de C.V. México.**
- **MIXCO Internacional. 1993. Manual de Ventas, México.**
- **PYLER, E.J. 1988. Baking Science and Technology ed. Sosland Publishing Co. Kansas, U.S.A. Vol. 2**

- STALEY. 1992. The Ingredient for the Future. Decatur, IL, U.S.A.

- STALEY. 1993. Trim Choice. Decatur, IL, U.S.A.

- SULTAN, W.J. 1976. Practical Baking. ed. The Avi Publishing Co. Westport, CN, U.S.A.

- THE NUTRASWEET CO. 1992. Un Panorama Técnico de Nutrasweet. México.

- TORRES, E. 1994. Todo por la Figura. Industria Alimenticia. Chicago, IL, U.S.A.

